BnF Gallica

Dictionnaire encyclopédique et biographique de l'industrie et des arts industriels... / par E.-O. Lami et A. Tharel,...

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

{BnF Gallica

Lami, Eugène-Oscar (1839-19..). Dictionnaire encyclopédique et biographique de l'industrie et des arts industriels... / par E.-O. Lami et A. Tharel,.... 1881-1891.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter
utilisationcommerciale@bnf.fr.

DICTIONNAIRE

ENCYCLOPEDIQUE & BIOGRAPHIQUE

DE

L'INDUSTRIE & DES ARTS INDUSTRIELS

SUPPLÉMENT

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

DICTIONNAIRE

ENCYCLOPÉDIQUE ET BIOGRAPHIQUE

DE

L'INDUSTRIE ET DES ARTS INDUSTRIELS

CONTENANT

1° POUR L'INDUSTRIE :

L'étude historique et descriptive du travail national sous toutes ses formes; de ses origines, des découvertes et des perfectionnements dont il a été l'objet.
Le matériel et les procédés des industries extractives, des exploitations rurales, des usines agricoles et des industries alimentaires, des industries textiles et de la confection du vêtement, des industries chimiques.
Les chemins de fer et les canaux, les constructions navales. Les grandes manufactures. Les écoles professionnelles, etc.

2° POUR LES ARTS APPLIQUÉS A L'INDUSTRIE :

Le dessin; la gravure; l'architecture et toutes les industries qui se rattachent à l'art. — L'imprimerie. La photographie. — Les manufactures nationales. — Les écoles et les sociétés d'art.

3° POUR LA STATISTIQUE :

L'état de la production nationale; les résultats comparés de cette production et de celle de l'étranger pour les industries similaires.

4° POUR LA BIOGRAPHIE :

Les noms des savants, des artistes, fabricants et manufacturiers décédés qui se sont distingués dans toutes les branches de l'industrie et des arts industriels de la France.

5° L'HISTOIRE SOMMAIRE DES ARTS & MÉTIERS :

Depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours; les mots techniques; l'indication des principaux ouvrages se rapportant à l'art et à l'industrie.

6° POUR L'ÉCONOMIE SOCIALE ET INDUSTRIELLE :

Les relations du capital et du travail ; le salaire ; la participation des ouvriers dans les bénéfices de l'entreprise ; les caisses d'épargne et de retraite dans l'industrie ; les cercles d'ouvriers ; les institutions patronales ; les sociétés coopératives de consommation et de production ; les habitations ouvrières ; l'arbitrage, etc.

L'exposé de la situation industrielle des principales nations du monde entier ; l'état comparatif de leur production et de leur consommation ; l'état comparatif du commerce et de l'industrie de la France avec les marchés étrangers ; les douanes et les traités de commerce, etc.

PAR

E.-O. LAMI

Chevalier de la Légion d'honneur, Officier de l'Instruction publique
Membre du Jury des Récompenses aux Expositions universelles (Anvers 1885 et Paris 1889).

AVEC LA COLLABORATION DES SAVANTS, SPÉCIALISTES ET PRATICIENS LES PLUS ÉMINENTS DE NOTRE ÉPOQUE

Ouvrage honoré de la souscription du Ministère du Commerce; de la Direction des Poudres et Salpêtres, au Ministère de la Guerre; de la Bibliothèque nationale; d'un grand nombre de Sociétés savantes, Bibliothèques publiques, Lycées, Collèges, Ecoles, etc

---

SUPPLÉMENT

PARIS
LIBRAIRIE DES DICTIONNAIRES
3, PLACE DU LOUVRE, 3

1891

EXPLICATION

DES

ABRÉVIATIONS & DES SIGNES

Terme d'agriculture.	*T. d'agric.*
— d'apprêt.	*d'appr.*
— d'architecture	*d'arch.*
— d'architecture et de construction	*d'arch. et de const.*
— d'armurerie ancienne . .	*d'armur. anc.*
— d'armurier.	*d'arm.*
— d'arpentage.	*d'arp.*
— d'art	*d'art.*
— d'artificier	*d'artif.*
— d'artillerie	*d'artill.*
— d'artillerie et de balistique.	*d'artill et de balist.*
— d'astronomie et de physique.	*d'astr. et de phys.*
— d'atelier	*d'atel.*
— de bijouterie.	*de bijout.*
— de botanique.	*de bot.*
— de bourrelier.	*de bourr.*
— de brochage.	*de broch.*
— de carrosserie.	*de carross.*
— de céramique.	*de céram.*
— de chapellerie.	*de chapell.*
— de charpenterie	*de charp.*
— de charronnage	*de charron.*
— de chauffage industriel..	*de chauff. ind.*
— de chemin de fer.	*de chem. de fer.*
— de chimie.	*de chim.*
— de chimie et de minéralogie.	*de chim. et de minér.*
— de chimie et de pharmacie	*de chim. et de pharm.*
— de chimie et de technologie.	*de chim. et de techn.*
— chimie tinctoriale	*de chim. tinct.*
— de confiserie.	*de confis.*
— de construction.	*de constr.*
— de construction navale..	*de constr. nav.*
— de corderie.	*de cord.*
— de cordonnerie.	*de cordon.*
— du costume.	*du cost.*
— du costume ancien . . .	*du cost. anc.*
— du costume ecclésiastique.	*du cost. eccl.*
— du costume militaire. . .	*du cost. milit.*
— de coutellerie.	*de coutell.*
— de couverture	*de couv.*
— de cristallographie . . .	*de cristall.*
— de décoration	*de décor.*
— de dessin et d'architecture	*de dess. et d'arch.*
— de dessin industriel, de topographie et de fortification.	*de dess. indust., de topogr. et de forlif.*
— de distillerie.	*de distill.*
— de dorure.	*de dor.*
— d'ébénisterie.	*d'ébénist.*
— d'électricité	*d'électr.*
— d'exploitation des mines.	*d'exploit. des min.*
— de filature	*de filat.*
— de fonderie.	*de fond.*
— de forestier	*de forest.*
— de fortification.	*de fortif.*
— de fortification ancienne	*de fort. anc.*
— de fumisterie.	*de fumist.*
— de géologie.	*de géolog.*
— de géométrie.	*de géom.*
— de géométrie descriptive	*de géom. descript.*
— de géométrie et d'astronomie	*de géom. et d'astr.*
— de géométrie et de cristallographie.	*de géom. et de cristall.*
— de géométrie et de dessin graphique.	*de géom. et de dess. graph.*
— de géométrie et de mécanique	*de géom. et de mécan.*
Terme de gravure.	*T. de grav.*
— d'horlogerie	*d'horlog.*
— d'hydraulique	*d'hydraul.*
— d'impression sur étoffes.	*d'imp. s. ét.*
— d'imprimerie.	*d'impr.*
— de joaillerie	*de joaill.*
— de lapidaire.	*de lapid.*
— de liquoriste.	*de liquor.*
— de machine.	*de mach.*
— de maçonnerie.	*de maçonn.*
— de marine	*de mar.*
— de mathématique	*de mathém.*
— de matières médicales. .	*de mat. méd.*
— de mécanique.	*de mécan.*
— de menuiserie	*de men.*
— de menuiserie et de construction	*de men. et de const.*
— de métallurgie.	*de métall.*
— de météorologie	*de météor.*
— de métier.	*de mét.*
— de meunerie	*de meun.*
— de mine	*de min.*
— de minéralogie.	*de minér.*
— de musique	*de mus.*
— de navigation	*de navig.*
— d'optique.	*d'opt.*
— d'orfèvrerie.	*d'orfèv.*
— d'ornement.	*d'ornem.*
— de papeterie	*de pap.*
— de parfumerie	*de parfum.*
— de passementerie	*de passem.*
— de pavage	*de pav.*
— de peaussier.	*de peauss.*
— de peinture.	*de peint.*
— de pharmacie	*de pharm.*
— de photographie.	*de photog.*
— de physique	*de phys.*
— de physique et de mécanique.	*de phys. et de mécan*
— de physique et d'optique	*de phys. et d'opt.*
— de plomberie.	*de plomb.*
— de ponts et chaussées . .	*de p. et chauss.*
— de pyrotechnie.	*de pyrotechn.*
— de raffinerie de sucre . .	*de raff. de sucre,*
— de reliure	*de rel.*
— de savonnerie	*de savon.*
— de sculpture	*de sculpt.*
— de sellerie	*de sell.*
— de serrurerie.	*de serrur.*
— de sucrerie.	*de sucr.*
— de tannerie	*de tann.*
— de tapisserie.	*de tapiss.*
— technique	*techn.*
— technique et de chirurgie	*techn. et de chirurg.*
— technique et de pharmacie.	*techn. et de pharm.*
— de teinturerie.	*de teint.*
— de télégraphie.	*de télégr.*
— de théâtre	*de théât.*
— de tissage.	*de tiss.*
— de topographie.	*de topogr.*
— de typographie.	*de typogr.*
— de verrerie.	*de verr.*
Art héraldique	*Art hérald.*
Economie sociale	*Econ. soc.*
Iconographie.	*Iconog.*
Iconologie	*Iconol.*
Instrument d'agriculture et de jardinage.	*Inst. d'agr. et de jard.*
Instrument d'astronomie. . . .	*Inst. d'ast.*
Instrument de chirurgie	*Inst. de chirurg.*
Instrument de musique.	*Inst. de mus.*
Mythologie.	*Myth.*
Synonyme	*Syn.*

Le signe * indique que le mot qui le porte n'est pas dans le dictionnaire de l'Académie.

Le signe ° indique que le mot n'a pas été traité dan le Dictionnaire.

LISTE DES AUTEURS

QUI ONT CONTRIBUÉ A LA RÉDACTION DU SUPPLÉMENT

Directeur-Rédacteur en Chef : **E.-O. LAMI.**

MM. **ANTHONI**, G. A. — Ingénieur-constructeur;
BACLÉ, B. — Ancien élève de l'Ecole polytechnique, Ingénieur des mines;
BADOUREAU, A. B. — Ancien élève de l'Ecole polytechnique, Ingénieur des mines;
BARRAUD, E. B. — Ingénieur civil;
BARRÉ, L. A. B. — Ingénieur civil;
BODET, Bt. — Ingénieur des Arts et Manufactures;
BOUQUET, L. B. — Chef du bureau de l'Industrie au Ministère du Commerce et de l'Industrie;
CAMPREDON, L. C. — Ingénieur métallurgiste;
CERFBERR DE MÉDELSHEIM, C. de M. — Homme de lettres;
CHALLAMEL (Pierre), P.C. — Sous-chef de bureau au Ministère du Commerce et de l'Industrie;
CHEVALLIER, E. CH. — Lauréat de l'Institut, professeur à l'Institut national agronomique;
CHEYSSON, E. CHEY. — Ancien Directeur des usines du Creuzot, Inspecteur général des ponts et chaussées.
COSSMANN, M. C. — Ingénieur du mouvement au Chemin de fer du Nord;
DECHARME, C. D. — Docteur ès sciences, ancien professeur de physique et de chimie;
DELALANDE, A. D. — Ingénieur des Arts et Manufactures;
DELMAS, D. — Sous-Directeur de la Compagnie d'assurances la Préservatrice;
DÉPIERRE, J. D. — Chimiste;
DOLMAS, L. D. — Ingénieur;
DONNAY, Dy. — Ingénieur des Arts et Manufactures;
DROUX, L. Dx. — Ingénieur civil;
DUPONT, A. D. — Chimiste;
DUPONT, F. D. — Chimiste;
DURIN, D. — Chimiste;
FAVIER, G. F. — Ingénieur des Arts et Manufactures;
FERRÉ, A. F. — Chef de bureau de la Compagnie d'assurances l'Union;
FOUCHÉ, M. F. — Licencié ès sciences, professeur au collège Sainte-Barbe;
GARÇON, J. G. — Chimiste;
GAUTIER, F. G. — Ingénieur métallurgiste;
GIBLAIN, E. E. G. — Ingénieur des Arts et Manufactures;
GIDE, CH. G. — Professeur d'économie politique à l'Ecole de droit de Montpellier;
GUÉRIN, L. G. — Manufacturier;
HARTMANN, G. H. — Industriel, membre de la Société d'Economie politique;
HENNETON, A. H. — Ingénieur électricien;
JOHANNET, J. — Ingénieur électricien;
JOUANNE, G. J. — Ingénieur des Arts et Manufactures;
JOULIE, H. J. — Pharmacien en chef de la Maison municipale de santé;
LEAUTEY, L. et AD. G. — Comptable;
LEDEBOER, P. H. L. — Ingénieur électricien, Docteur ès sciences;
LÉVEILLÉ, A. L. — Ingénieur des Arts et Manufactures;
LUCAS, CH. L. — Architecte, membre du Jury des récompenses à l'Exposition de 1889;
MABYRE (Maxime), M. M. — Professeur de géographie aux cours de la Ville de Paris;
MARÉCHAL, J.-J. M. — Dessinateur géomètre;
MARTINON, B. M. — Chimiste;
MAUMENÉ, E. M. — Chimiste;
MONMORY, F. M. — Architecte;
MOUTIER, M. — Inspecteur de l'exploitation à la Compagnie du Nord;
NEUMANN, Dr E. N. — Docteur-médecin;
NEVEU, A. N. — Ingénieur manufacturier;
PAGÉ, C. P. — Ingénieur manufacturier;
PÉRISSÉ, S. P. — Vice-Président de la Société des ingénieurs civils;
PUVREZ-BOURGEOIS, J. P.-B. — Brasseur;
RENOUARD, A. R. — Ingénieur civil;
RICHÉ, H. R. — Chimiste;
RICHOU (G.), G. R. — Ingénieur des Arts et Manufactures;
RINGELMANN, M. R. — Directeur de la Station d'essais des machines agricoles, Professeur;
ROBERT (Ch.), CH. R. — Président de la Société pour l'étude de la participation aux bénéfices;
ROSSELET, L. R. — Sous-Chef de bureau au Ministère du Commerce, de l'Ind. et des Colon.,
SCHIL, S. — Ingénieur des Arts et Manufactures;
SIDERSKI, D. S. — Chimiste;
THOMAS, H. T. — Ingénieur des Télégraphes;
TURQUAN, V. T. — Lauréat de l'Institut, Chef de bureau de la Statistique générale de France;
VASSARD (l'abbé), V. — Chimiste à l'Ecole industrielle de Roubaix;
VIDAL, L. V. — Professeur à l'Ecole des Arts décoratifs;
VINQUE, CH. V. — Professeur de tissage à l'Ecole nationale des arts industriels de Roubaix.

NOTE DES ÉDITEURS

En terminant son œuvre, l'auteur du *Dictionnaire* disait « l'Exposition de 1889 va nous offrir un vaste sujet d'études nouvelles, et le *Supplément* que nous préparons pour cette époque, sera le premier de ceux qui devront suivre pour enregistrer les inventions nouvelles et tenir nos lecteurs au courant du mouvement de l'art, de la science et de l'industrie ».

L'Exposition a été étudiée dans ses moindres détails et les rédacteurs du *Dictionnaire* y ont recueilli d'excellents éléments qui nous ont permis d'élargir le programme de l'ouvrage. C'est ainsi que le lecteur trouvera dans ce volume de nombreux articles économiques sur les diverses nations du globe, et un large exposé des questions sociales qui ont pris une place prépondérante dans les préoccupations du monde industriel.

L'attention de l'auteur et de ses collaborateurs a été portée d'une façon toute particulière sur les premières lettres qui, rédigées et publiées depuis plus longtemps, devaient être mises au point, afin que le *Dictionnaire encyclopédique de l'Industrie et des Arts industriels* soit toujours de son temps et qu'il reste, comme l'a dit M. E.-O. Lami, « une grande étape de l'esprit humain sur la route du progrès qu'il suivra résolûment avec l'armée des travailleurs ».

DICTIONNAIRE

ENCYCLOPÉDIQUE ET BIOGRAPHIQUE

DE

L'INDUSTRIE ET DES ARTS INDUSTRIELS

SUPPLÉMENT

A

ABATTOIR. Un abattoir comprend, en général, avec les cours de service et le parc aux bestiaux, un ensemble de bâtiments ayant les destinations suivantes : les animaux à leur arrivée séjournent, jusqu'au moment de l'abattage, dans des étables que l'on distingue en *bouveries*, *bergeries* et *porcheries*.

Bouverie. La bouverie est destinée aux bœufs ou vaches amenés à l'abattoir ; ses dimensions se calculent en comptant sur un espace de $1^m,35$ à $1^m,40$ de largeur et $2^m,40$ à $2^m,60$ de longueur pour un bœuf ; on laisse derrière les animaux un passage d'au moins 1 mètre à $1^m,50$ de largeur. Le sol est généralement garni, soit de dalles en pierres de taille, soit d'un pavage, soit d'un carrelage en briques ou en béton de ciment, avec une pente suffisante vers une rigole qui conduit les urines dans une fosse à purin ou dans un égout. Une *crèche* ou *mangeoire* et un *râtelier* placé au-dessus permettent de donner aux bestiaux le fourrage nécessaire à leur alimentation jusqu'au moment où ils doivent être abattus.

Bergerie. La bergerie sert à loger les moutons et les veaux qui séjournent pendant quelque temps à l'abattoir ; elle est ordinairement divisée par des palissades en bois, en compartiments attribués à chaque boucher. Pour évaluer l'espace nécessaire, on se base sur la place qui doit être occupée par le nombre maximum de moutons et de veaux que l'on suppose avoir à loger, en tenant compte des épaisseurs des cloisons et de la facilité de manœuvre des portes donnant accès dans chaque compartiment. L'aérage se fait, comme pour les bouveries, en pratiquant dans les murs et principalement vers le haut, des ouvertures qui permettent le renouvellement de l'air.

Porcherie. La porcherie doit être construite avec des soins spéciaux pour que le dallage et les cloisons qui forment les divers compartiments ne soient pas exposés aux dégradations des animaux. Il faut donner au sol des pentes suffisantes pour assurer l'écoulement facile de toutes les déjections liquides.

Écuries et Remises. Les écuries et remises sont, dans les abattoirs importants, un complément indispensable, afin que les bouchers qui viennent en grand nombre, parfois de quartiers éloignés et qui séjournent plus ou moins longtemps, trouvent un abri pour leurs chevaux et leurs voitures.

Échaudoirs. Les échaudoirs sont les bâtiments où l'on effectue l'abattage et le dépeçage des animaux. Plusieurs moyens ont été employés pour abattre les bestiaux :

1° L'égorgement avec effusion du sang ;

2° L'insufflation d'air dans une des veines jugulaires ;

3° L'énervation, qui consiste à couper d'un seul coup d'un instrument tranchant, le faisceau de nerfs au-dessous de la nuque ;

4° L'assommage à coups de maillet;

5° L'assommage avec le masque (système Bruneau), par l'enfoncement d'un poinçon en fer dans la boîte crânienne.

De tous ces moyens, le plus employé est l'assommage à coups de maillet pour abattre les bœufs et les vaches ; l'animal, attaché à une longue corde qu'on passe dans un anneau en fer scellé au sol, est placé dans une position telle qu'il se présente bien de face à l'opérateur chargé de lui asséner sur l'os frontal le coup de masse qui doit l'abattre.

L'égorgement est le seul moyen mis en pratique pour tuer les veaux et les moutons, ainsi que les porcs.

Le sol des échaudoirs recevant continuellement une assez grande quantité de sang, il importe que le dallage soit établi avec une surface assez lisse et des pentes assez fortes, pour que l'écoulement des matières et de l'eau de lavage se fasse aisément de toutes les parties du sol vers la bouche du caniveau ou de l'égout destiné à leur évacuation. La manœuvre des animaux abattus pendant le dépeçage, se fait au moyen de pièces de bois nommées *jamberons*, roulant sur deux poutres transversales, nommées *pentes*, destinées à les supporter ; un treuil, scellé le long du mur, permet d'élever et de faire avancer ou reculer les corps suspendus aux *jamberons* que la corde du treuil fait élever ou abaisser suivant les besoins.

Les veaux et les moutons sont dépecés sur une *table de travail* à claire-voies.

Triperie. La triperie, spécialement affectée à la préparation des issues, intestins, pieds et têtes, est munie de chaudières en cuivre, montées sur des fourneaux construits en briques ordinaires, avec chemise intérieure en briques réfractaires. Là encore, un dallage bien lisse et à forte pente est nécessaire pour faciliter l'écoulement des eaux qui y sont répandues en grande quantité. Les chaudières employées pour la cuite des issues, doivent être en cuivre rouge, parce que tout autre métal ne convient pas pour cet usage.

Réservoir d'eau. La nécessité d'un abondant approvisionnement d'eau entraîne naturellement l'établissement d'une canalisation souterraine, ou extérieure, alimentée par une prise directe sur la conduite des eaux de la ville, et, dans le cas où il n'existerait pas de distribution d'eau, par un réservoir placé à une hauteur convenable, dans lequel on élève l'eau au moyen de pompes mues par moteur ou à bras.

Caves. Dans certains abattoirs et particulièrement dans les pays chauds, il est utile d'établir des caves aérées et fraîches, où les viandes puissent être conservées à l'abri des grandes chaleurs. En France, la nécessité des caves ne se fait guère sentir, et on rencontre peu d'abattoirs qui en soient pourvus.

Égouts. Les égouts sont une partie essentielle dans la construction des abattoirs, parce que c'est eux qui contribuent à l'assainissement de l'établissement en facilitant le mieux possible l'évacuation des eaux putrescibles et supprimant, par conséquent, une des principales causes d'infection ; on ne saurait donc apporter trop de soins à la bonne exécution des égouts, à leur débouché facile, à la régularité de leur pente et aussi à leur bon entretien. Comme ils sont presque toujours habités par des rats qui y trouvent une nourriture facile et qui s'y cantonnent souvent en grand nombre, il importe de munir toutes les bouches en communication avec les bâtiments ou les cours, de grillages en fer disposés de manière à empêcher les animaux de pénétrer à l'intérieur de l'établissement.

Épuration des eaux d'abattoir. Cette question a été résolue par M. Jouanne, ingénieur, au moyen de bassins de dépôts où les eaux sont amenées dans des conduits en chicanes disposés de façon à ralentir considérablement la vitesse d'écoulement et à laisser précipiter dans des cuvettes destinées à les arrêter et à les recueillir, toutes les matières solides en suspension dans le courant d'eau. Un dernier compartiment complète la décantation finale de l'eau clarifiée qui peut être ensuite rejetée sans inconvénient dans un cours d'eau ou dans un égout. Les matières ainsi recueillies sont traitées par un procédé spécial de désinfection qui les rend complètement imputrescibles et les convertit en engrais riches en azote d'un excellent usage pour l'agriculture.

Fondoirs. Dans un certain nombre d'abattoirs, on pratique la fonte des suifs et on construit à cet effet des bâtiments spéciaux, isolés des autres parties de l'établissement, autant pour éviter les émanations désagréables qui s'en dégagent que les dangers d'incendie auxquels ils peuvent donner lieu. Les fondoirs sont pourvus de chaudières à feu nu, ou à vapeur avec bain-marie, de presses et autres ustensiles accessoires ; il faut y adjoindre aussi des magasins pour y conserver au frais les suifs fondus.

Brûloir ou *Grilloir.* On donne ce nom au bâtiment spécialement affecté au grillage des porcs au moyen de la paille, opération qui se pratique dans la plupart des villes. Il y a toutefois des contrées où les porcs, au lieu d'être grillés, sont échaudés pour faciliter l'enlèvement des poils en râclant la peau préalablement soumise à l'action de l'eau chaude. Quand on effectue le grillage à la paille, le brûloir doit être convenablement isolé des autres constructions, et couvert d'une toiture incombustible en tuiles sur charpente en fer.

Bâtiments accessoires. Les bâtiments accessoires sont les logements destinés au surveillant de l'abattoir, aux bureaux, au concierge, aux employés de l'octroi ; il convient aussi de prévoir un magasin pour y mettre en dépôt le matériel nécessaire au service de nettoyage de l'établissement ; dans les grands abattoirs, on installe parfois un dépôt de pompes à incendie. A Paris, les abattoirs sont pourvus d'un poste de pompiers qui restent en permanence.

Type d'abattoir pour une petite ville. La construction d'un abattoir pour une petite ville, par exemple pour une localité de 6 à 8,000 habitants, ne saurait comporter autant de développements que les établissements destinés aux grandes

villes ; il faut savoir modérer les proportions et les dépenses en rapport avec les ressources municipales et les besoins de la localité. C'est à ce point de vue que nous croyons devoir indiquer ici comme un des meilleurs spécimens à imiter, l'abattoir dont la figure 1 représente le plan d'ensemble. On remarque la disposition symétrique des divers bâtiments, leur groupement heureux qui rend faciles l'accès et la surveillance de toutes les parties de l'établissement. Les disposi-

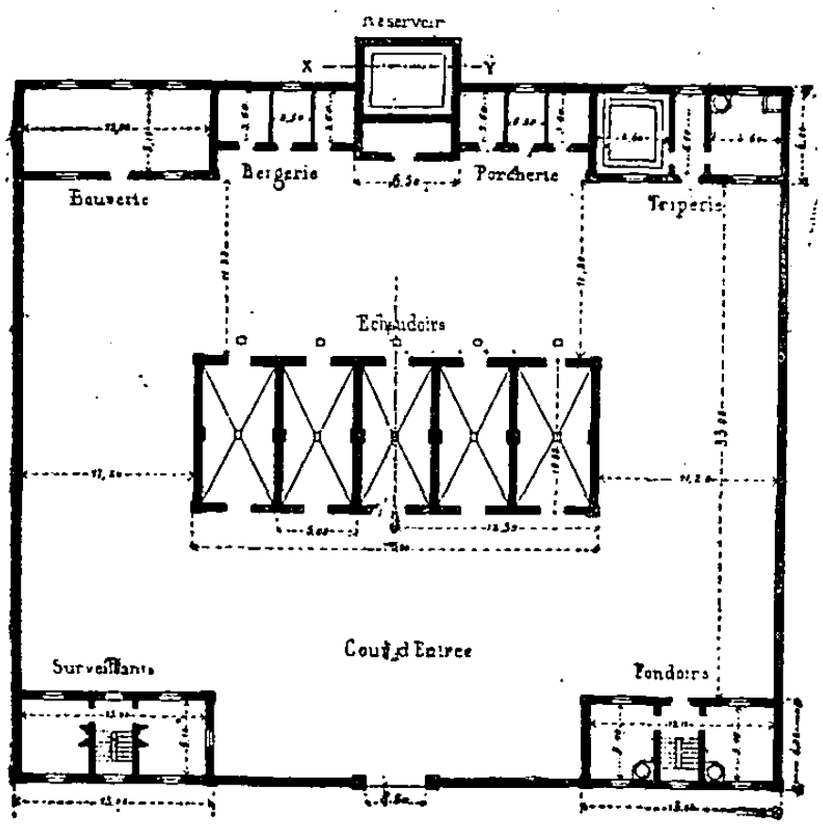


Fig. 1. — *Type d'abattoir. Plan.*

tions de cet ensemble répondent bien au but que l'on doit se proposer dans la création d'un établissement de ce genre ; et sur les données générales de ce spécimen, en augmentant l'étendue des constructions, en faisant varier les détails d'aménagement et de groupement suivant les conditions particulières, suivant les besoins locaux et la configuration du terrain sur lequel l'édification doit se faire, on peut établir suivant ce type un abattoir convenablement approprié aux villes de petite et de moyenne importance. — G. J.

ABERRATION. *T. d'opt.* 1° *Aberration de sphéricité.* Lorsque des rayons lumineux arrivent sur un *miroir concave*, parallèlement à l'axe, ils viennent, après réflexion sur ce miroir, se croiser au point de cet axe qu'on nomme *foyer*. Les rayons voisins de l'axe jouissent seuls de cette propriété, ceux qui sont plus ou moins éloignés de cette ligne se coupent sur cette droite en des points d'autant plus rapprochés du miroir qu'ils viennent de plus près de ses bords (V. *Dictionnaire*, MIROIR COURBE et MIROIR SPHÉRIQUE CONCAVE). L'ensemble des points de croisement de tous les rayons réfléchis forme dans l'espace, une surface (caustique) dont la longueur, mesurée sur l'axe, constitue la grandeur de l'*aberration longitudinale*. L'*aberration latitudinale* est mesurée par la longueur de la perpendiculaire élevée du foyer jusqu'à la rencontre d'un rayon marginal. Cette aberration nuit à la netteté de l'image parce celle-ci n'est pas unique. Pour atténuer ce défaut, on dispose sur le trajet des rayons un diaphragme circulaire qui arrête les rayons trop éloignés de l'axe.

Quand les rayons lumineux arrivent obliquement à l'axe principal du miroir, ils viennent faire leur foyer sur un *axe secondaire*, où l'aberration est analogue à la précédente. Les miroirs paraboliques sont exempts de ce défaut. — V. MIROIR.

Les *lentilles* donnent lieu à des effets du même genre. Les rayons qui les traversent près des bords, sont rendus plus convergents que ceux qui passent près de l'axe. On remédie à cette aberration de sphéricité par l'emploi des diaphragmes appliqués sur les bords des lentilles. — V. *Dictionnaire*, LENTILLE.

2° *Aberration de réfrangibilité.* Les lentilles présentent de plus une autre aberration, qui tient à la réfrangibilité des rayons de différentes couleurs qui sortent de ces milieux ; les rayons rouges étant moins réfrangibles que les rayons violets (V. *Dictionnaire*, LUMIÈRE, § *Décomposition*) font leur foyer plus loin de la lentille que ces derniers. Les images des objets naturels diversement colorés, sont déformées et paraissent irisées sur leurs bords.

Pour remédier à cet inconvénient très grave dans les loupes, lunettes, microscopes, on rend les lentilles *achromatiques*. — V. *Dictionnaire*, ACHROMATISME.

Ce qui vient d'être dit des rayons lumineux peut s'appliquer aux rayons de chaleur et aux rayons photochimiques ; en remarquant que le foyer de ces derniers rayons, très réfrangibles, ne coïncide pas avec le foyer lumineux et encore moins avec le foyer calorifique. Le foyer chimique est plus près de la lentille que le foyer lumineux.

Les *prismes* présentent aussi le phénomène de l'aberration qui exerce une influence fâcheuse sur les observations spectroscopiques. — C. D.

ABREUVOIR. On désigne ainsi un bassin naturel ou artificiel disposé pour faire boire et souvent même baigner les animaux domestiques.

L'abreuvoir naturel est une pente d'accès pavée ou cailloutée, ménagée sur le bord d'une rivière ou d'une pièce d'eau. On ne donne pas plus de 10 centimètres d'inclinaison à cette pente. Si l'eau est courante, on limite l'abreuvoir par une clôture en pilotis reliés par des traverses ou par des pièces de bois flottantes, attachées les unes au bout des autres et maintenues par quelques piquets. Si l'eau est stagnante, les animaux doivent seulement s'y baigner, et l'abreuvoir proprement dit se dispose à part. L'abreuvoir *artificiel* est soit une auge dans laquelle les animaux se désaltèrent seulement, soit un bassin pourvu d'une ou deux pentes, et qui reçoit des eaux de pluie ou de source, par le moyen de conduites disposées à cet effet. Le fond de ce bassin est pavé et les parois en maçonnerie sont enduites de ciment. Un appareil d'évacuation totale doit être installé de façon à permettre le nettoyage complet de ce bassin.

Des abreuvoirs artificiels sont établis dans les fermes, les cours d'écurie, les casernes, les chenils, les abattoirs, etc.

— On remarque, en certaines régions, des constructions édifiées dans un double but d'embellissement et

d'utilité, et qui servent à la fois de fontaine publique et d'abreuvoir pour les animaux. On cite comme exemple de ces édicules les abreuvoirs de Parme et de Marly. Au Caire, chaque quartier possède un ou plusieurs de ces abreuvoirs publics.

* **ABSORPTION.** 1° *T. de chim. industr.* Accident qui se produit quelquefois dans la préparation des gaz et qui consiste dans la rentrée de l'eau, par le tube abducteur, dans le vase où s'opère la réaction. || 2° *T. de phys. et de chim.* Phénomène par lequel un corps attire et fixe dans son intérieur, un gaz, une vapeur, un liquide en contact avec lui. Il est, tantôt purement mécanique ou physique, quand les corps absorbants et absorbés ne changent pas de nature, tantôt chimique, lorsque les propriétés des corps sont changées. Il y a donc lieu de distinguer plusieurs sortes d'absorptions.

1° *Absorption des gaz ou vapeurs par d'autres gaz ou vapeurs.* Absorption du chlore et de l'acide sulfureux par la vapeur d'eau ; absorption des vapeurs de mercure par le gaz ammoniac, propriété utilisée pour assainir les ateliers où l'on manipule ce métal qui, même aux températures ordinaires, de 10 à 30°, émet des vapeurs dangereuses (on verse l'alcali le soir, après le départ des ouvriers) ; absorption des vapeurs ammoniacales par les vapeurs d'acide chlorhydrique ; on en fait l'application pour débarrasser les étables de ces vapeurs ammoniacales qui causent parfois des ophtalmies.

La vapeur d'eau qui se produit à la surface de la terre est absorbée ou dissoute par l'air où elle ne se condense que par suite du refroidissement qu'elle y éprouve.

Dans l'analyse des gaz *par les absorbants*, on se sert de l'hydrogène, en volume convenable, pour absorber l'oxygène libre ou combiné ; réciproquement, on absorbe l'hydrogène par l'oxygène. — V. *Dictionnaire,* Gaz, § *Mélange et diffusion des gaz*; Vapeur, § 8e loi, *Mélange des gaz et vapeurs.*

2° *Absorption des gaz et vapeurs par les liquides.* Opération fréquente en chimie, surtout dans les analyses. On absorbe l'acide carbonique et en général les gaz acides, par la dissolution de potasse ; l'oxygène, par une solution alcaline d'acide pyrogallique (procédé Liébig) ; l'oxyde de carbone, par le protochlorure de cuivre ; le gaz oléfiant et ses homologues, par l'acide sulfurique fumant ; la vapeur d'eau, par l'acide sulfurique concentré (ponce sulfurique) ; l'ammoniaque et l'acide chlorhydrique, par l'eau, etc. L'eau absorbe à la température de 0° et à la pression normale 760 millimètres, 1,000 fois son volume de gaz ammoniac, 480 fois son volume d'acide chlorhydrique, 79 fois son volume d'acide sulfureux, 4,5 vol. d'acide sulfhydrique, 1 vol. d'acide carbonique.

Les huiles siccatives ne doivent leur propriété de s'épaissir à l'air qu'à leur faculté d'absorber l'oxygène, propriété utilisée dans la préparation des vernis et des couleurs à l'huile. Cette absorption explique les *combustions spontanées* qui se produisent assez fréquemment dans les magasins d'huiles, dans les ateliers de lampistes et surtout dans les filatures où l'on accumule imprudemment des déchets de coton imbibés d'huiles.

3° *Absorption des gaz par les solides.* Tous les corps poreux absorbent les gaz ; mais aucun ne jouit de cette propriété à un plus haut degré que le charbon de bois, fraîchement préparé (retiré d'un brasier ardent, éteint rapidement dans le mercure et introduit dans la cloche contenant le gaz). L'absorption est rapide ; mais le gaz n'est retenu que mécaniquement ; il suffit de chauffer le charbon à 100 ou 150°, ou de faire le vide sur lui, pour chasser tout le gaz qu'il renfermait

Le tableau suivant montre la différence d'absorption des principaux gaz par le charbon.

	Un volume de charbon de bois absorbe à la température et à la pression ordin.
Gaz ammoniac	90vol.
— acide chlorhydrique	85
— acide sulfureux	65
— acide sulfhydrique	55
— protoxyde d'azote	40
— acide carbonique	35
— hydrogène bicarboné	35
— oxyde de carbone	9.42
— oxygène	9.25
— azote	7.05
— des marais	3
— hydrogène	1.75

Cette absorption est d'autant plus considérable que la température est plus basse, le charbon plus dense, plus divisé, plus terne. Les charbons brillants, tels que l'anthracite, le graphite, le coke, sont, sous ce rapport, bien inférieurs au noir de fumée et surtout au charbon d'os (noir animal).

C'est pour sa faculté d'absorption que le charbon est employé comme désinfectant et comme décolorant, pour la purification et la clarification des eaux potables, et, à l'état de noir animal, utilisé dans les raffineries de sucre à la clarification et à la décoloration des sirops.

La propriété que possède le charbon d'absorber, de condenser une quantité considérable de gaz ammoniac, ou chlore, etc., a donné lieu à un procédé de liquéfaction des gaz, dans un tube en V renversé et fermé (procédé Melsens).

L'absorption de l'ammoniac par le chlorure d'argent (320 vol.) ; de l'oxygène, par le phosphore ; des gaz acides, par une balle de potasse ; des gaz sulfureux et sulfhydrique, par le peroxyde manganèse, sont des moyens d'analyse très usités en chimie.

L'épuration physique et chimique du gaz de l'éclairage est basée sur l'absorption des gaz par les solides : coke, sesquioxyde de fer, sulfate de chaux, sciure de bois.

La dessiccation des gaz par le chlorure de calcium, ou par l'acide phosphorique anhydre, est fondée sur la propriété que possèdent ces corps d'absorber fortement l'humidité que les gaz, recueillis sur l'eau, entraînent toujours avec eux. L'absorption de l'acide carbonique par la potasse est utilisée pour faire le vide le plus parfait qu'on ait pu réaliser dans les tubes de Geissler. On sait

qu'un grand nombre de substances organiques augmentent de poids par leur exposition à l'air ; c'est encore un effet d'absorption.

Le *conditionnement* a pour but de déterminer la quantité d'eau contenue dans les laines, cotons, soies, fils, tissus, etc. — V. *Dictionnaire*, CONDITIONNEMENT.

La propriété que possèdent certaines substances organiques d'absorber l'humidité de l'air et d'éprouver, sous cette influence, des changements réguliers de longueur et de volume, est mise à profit dans la construction des *hygromètres d'absorption*.

L'absorption et la fixation de l'azote de l'air par les plantes est désormais un fait acquis, grâce aux récentes expériences de M. Berthelot.

Les phénomènes dits *catalytiques* sont dus à l'absorption des gaz par les corps poreux.

L'absorption des gaz par certains métaux porte le nom d'*occlusion*. — V. *Dictionnaire*, GAZ, § *Occlusion des gaz*.

L'absorption et la condensation de l'hydrogène par la mousse de platine, en produisant une élévation de température capable d'enflammer ce gaz, a donné lieu au *briquet à gaz*.

La propriété de la ouate d'absorber la fumée a été utilisée dans le respirateur Galibert, qui permet à celui qui en est muni de pénétrer, sans danger d'asphyxie, dans les lieux remplis de fumée. En ajoutant au petit appareil de la chaux vive, on absorbe en même temps l'acide carbonique et les vapeurs âcres.

Le suint des laines a la propriété d'absorber des quantités considérables d'acide sulfhydrique et de devenir par là saponifiable à froid et rapidement.

4° *Absorption des liquides par les liquides*. De même que les gaz se diffusent les uns dans les autres, de même aussi, beaucoup de liquides se mêlent entre eux et s'absorbent quelquefois au point de présenter, après leur mélange intime, une diminution de volume total très sensible. On peut en citer, comme exemple, l'eau et l'alcool. C'est pour cette raison que les degrés de l'alcoomètre centésimal sont irréguliers et présentent un maximum de contraction entre 10 et 40°.

5° *Absorption des liquides par les solides*. On en a des exemples dans l'absorption de l'eau de pluie ou des eaux d'égout par les terres, de l'huile par le cuir, le fer, etc. C'est par la propriété d'absorption que les fils et tissus reçoivent et fixent la teinture ; que les bois peuvent être infiltrés et colorés ; que les pierres sont susceptibles d'être silicatisées ; que les engrais pénètrent dans le sol et, par les racines, dans les plantes.

6° *Absorption des solides par les liquides*. Ce phénomène porte le nom de *dissolution*, c'est ainsi que le sucre se dissout dans l'eau, disparaît et est absorbé ; que le soufre se dissout dans le sulfure de carbone, la soie dans le chlorure de zinc, etc.

Absorption de la chaleur. 1° *Par les gaz*. Tous les gaz absorbent, selon leur nature, une partie plus ou moins grande de la chaleur qui les traverse. On sait, en effet, que la chaleur solaire est moins forte quand l'astre est plus près de l'horizon que quand il est au zénith, parce qu'elle a, dans le premier cas, à traverser une couche d'air atmosphérique plus épaisse que dans le second. Mais c'est surtout l'air humide qui absorbe la chaleur. Son pouvoir, sous ce rapport, est 70 à 80 fois plus grand que celui de l'air sec. L'air simplement humide absorbe 8 0/0 de la chaleur qui le traverse, et quand il est saturé, l'absorption est bien plus grande encore.

Le tableau suivant donne, d'après Tyndall (1), l'absorption comparative de la chaleur par les principaux *gaz secs*, à la température 0° et aux pressions de 760 millimètres et de 21 millimètres.

Absorption relative de la chaleur par les gaz (d'après Tyndall).

	Absorption	
	à la pression 760 millim.	à la pression 21 millim.
Air	1	1
Oxygène	1	1
Azote	1	1
Hydrogène	1	1
Chlore	39	60
Acide chlorhydrique	62	»
Brome	»	160
Oxyde de carbone	90	750
Acide carbonique	90	»
Acide bromhydrique	»	1.005
Protoxyde d'azote	»	1.590
Bioxyde d'azote	355	1.860
Acide sulfhydrique	390	2.100
Gaz des marais	403	»
Acide sulfureux	710	6.480
Gaz oléfiant	970	6.030
Gaz ammoniac	1.195	5.460

2° *Par les liquides*. Des poids égaux de liquides de diverse nature absorbent, pour s'échauffer du même nombre de degrés, des quantités de chaleur différentes ; c'est en cela que consistent leurs *chaleurs spécifiques* (V. ce mot, *Dictionnaire*). Indépendamment de cette propriété, les liquides disposés sur le trajet des rayons de chaleur, en absorbent aussi des quantités différentes. Ces quantités ne dépendent pas de la transparence des liquides, car le sulfure de carbone, l'iodure de méthyle, fortement colorés par l'iode et tout à fait opaques pour la lumière, laissent passer les 0,90 de la chaleur, tandis que d'autres liquides transparents, comme la dissolution d'alun, en arrêtent les 0,80.

3° *Par les solides*. Il n'y a pas de corps solides absolument diathermanes.

Leur *pouvoir absorbant* a été mesuré comparativement à celui du noir de fumée. — V. *Dictionnaire*, CHALEUR, § *Chaleur rayonnante*.

4° *Dans les changements d'états*. La chaleur absorbée par la fusion et la vaporisation des corps est considérable. — V. *Dictionnaire*, CHALEUR et CHALEUR LATENTE.

Production du froid par l'évaporation des

(1) Tyndall, *La chaleur mode de mouvement*, 2e édition française, p. 316 et 318.

liquides volatils. — V. *Dictionnaire*, Évaporation.

5° *Dans les actions chimiques*. Dans la formation des composés chimiques, il y a souvent dégagement de chaleur, mais quelquefois absorption.— V. *Dictionnaire*, Thermo-Chimie.

Absorption de la lumière. Il n'y a pas de corps, même les plus transparents, comme l'air, le verre, qui, sous une épaisseur suffisante, n'absorbent une certaine partie de la lumière qui les traverse. Ce sont surtout les rayons les plus réfrangibles (violets et ultra-violets) qui sont le plus absorbés. On sait que la lumière du soleil est supportable à l'œil, quand l'astre est bien près de l'horizon, ce qui tient à ce que cette lumière a alors à traverser une couche d'air plus épaisse que quand l'astre est au zénith; c'est à la vapeur d'eau surtout qu'est due cette absorption de lumière par notre atmosphère. On sait aussi que, pour une raison analogue, les étoiles des dernières grandeurs et les nébuleuses sont bien plus visibles au sommet des montagnes que dans les plaines.

Les métaux en feuilles très minces n'absorbent pas tous les rayons lumineux. L'or laisse passer les rayons verts ; l'argent, les rayons bleus, mais absorbent tous les autres ; propriété utilisée dans l'emploi des bésicles et des oculaires pour lunettes et télescopes destinés aux observations du soleil.

Certains milieux, comme les liquides et les verres colorés, donnent à la lumière blanche qui les traverse, une couleur d'autant plus prononcée qu'ils sont plus épais. Deux verres qui ne laissent passer, l'un que les rayons rouges, l'autre que les rayons verts, forment par leur ensemble un véritable écran opaque. La lumière blanche, après avoir traversé certains milieux transparents et colorés, ne donne plus qu'un spectre incomplet où certaines couleurs particulières font défaut. Des spectres de cette sorte sont dits *spectres d'absorption*. Leur étude comparative a permis d'en déduire une méthode d'analyse qui fait connaître, dans nombre de cas, la nature des matières soumises à l'expérience et quelquefois même leur proportion. L'analyse spectrale par absorption a déjà rendu de grands services à la chimie et à la physiologie.

Absorption du son. Le son peut, comme la chaleur et la lumière, être absorbé par le brouillard, les nuages, la pluie, la neige et, en général, par l'hétérogénéité des couches atmosphériques. « Les éclats de tonnerre très violents ne s'entendent pas à très grande distance, par suite du défaut d'homogénéité de l'atmosphère dans les temps d'orage. » (Tyndall).

Le son des trompettes marines, celui des cloches ne s'entendent pas très bien en temps de brouillard.

Absorption de l'électricité. Pour avoir l'une des deux électricités, positive et négative, à l'aide d'une machine par influence, on met l'un des pôles en communication avec le sol ; l'électricité dont on veut se débarrasser est absorbée par la terre, ou se perd, comme on dit, dans le *réservoir commun*. — C. D.

ACCÉLÉRATION. *T. de mécan.* Les principales notions de mécanique élémentaire qui se rattachent au mot *accélération* sont disséminées dans le *Dictionnaire* aux mots : Centripète, Centrifuge, Dynamique, Force, Mécanique, Mouvement, etc. Nous croyons utile de les reproduire ici dans l'ordre logique.

Considérons un point matériel se mouvant sur une ligne droite. Supposons qu'au temps t sa vitesse soit v, et qu'au temps t' elle devienne v'. Le quotient des deux différences $\frac{v'-v}{t'-t}$ sera l'*accélération moyenne* du mobile pendant le temps $t'-t$. Supposons maintenant que l'époque t' se rapproche indéfiniment de l'époque t. Les deux termes du rapport précédent tendront l'un et l'autre vers o; mais leur rapport tendra généralement vers une limite différente de o qu'on appelle *l'accélération du mobile* au temps t. Il résulte de là qu'on peut définir l'accélération d'un mobile dans le mouvement rectiligne, en disant que c'est la limite vers laquelle tend le rapport de l'accroissement de la vitesse au temps correspondant, lorsque ce temps tend vers o, ou encore : dans le mouvement rectiligne, l'accélération est la dérivée de la vitesse par rapport au temps. Comme la vitesse est déjà la dérivée de l'espace par rapport au temps, il en résulte que l'accélération est la dérivée seconde de l'espace par rapport au temps. Si donc, on désigne par s la distance positive ou négative du mobile à une origine fixe prise sur la trajectoire rectiligne, par v la vitesse et par γ l'accélération on aura :

$$\gamma = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 s}{dt^2}.$$

Si l'accélération est constante, le mouvement est dit *uniformément varié*. Alors la vitesse varie proportionnellement au temps, et l'accélération est l'accroissement positif ou négatif que subit la vitesse pendant l'unité de temps, ou encore le quotient de la variation de la vitesse par le temps correspondant.

Dans le mouvement quelconque, rectiligne ou curviligne d'un point matériel, on appelle *accélération élémentaire*, correspondant à l'intervalle de temps dt, la vitesse qu'il faut composer avec la vitesse au temps t pour obtenir la vitesse au temps $t+dt$.

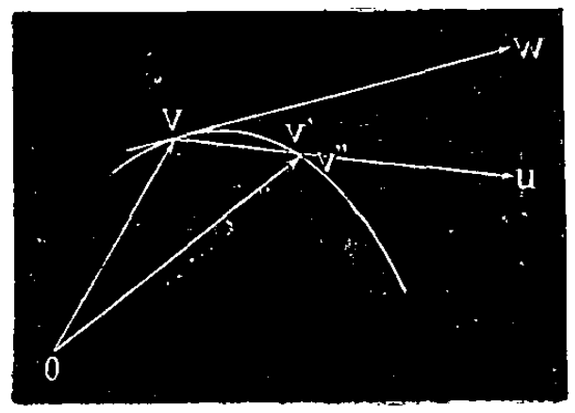


Fig. 2.

Imaginons qu'à partir d'un point fixe O (fig. 2) de l'espace, on mène une droite OV égale et parallèle à la vitesse du mobile au temps t, et de même sens

que cette vitesse. La droite OV variera avec le temps. Soit OV', sa position au temps $t+dt$. Le segment VV', représentera évidemment l'accélération élémentaire. Prolongeons vv' de manière que la longueur VU soit égale à $\frac{VV'}{dt}$. Quand dt tend vers o, il en est de même de VV'; mais VU tend en général vers un segment déterminé en grandeur et en direction VW. Ce segment limite est ce qu'on nomme l'*accélération du mobile* au temps t. Ainsi l'accélération dans le mouvement quelconque d'un point matériel est en grandeur et en direction la limite du quotient de l'accélération élémentaire par l'élément de temps correspondant. On peut aussi remarquer que cette limite VW n'est autre chose que la vitesse du point V. Donc, l'*accélération d'un point matériel est la vitesse de l'extrémité du segment de droite qui représente la vitesse du mobile.*

On sait que la résultante géométrique de deux ou plusieurs segments de droite s'appelle *la somme géométrique* de ces segments. Cette notion de somme géométrique conduit immédiatement à celle de différentielle et de dérivée géométrique, et l'on peut dire encore que l'accélération d'un point matériel est la *dérivée géométrique de sa vitesse par rapport au temps.*

Projection de l'accélération sur trois axes rectangulaires. Imaginons qu'on rapporte le mouvement du point matériel à trois axes rectangulaires Ox, Oy, Oz passant par un point O. Prenons ce même point O pour origine des segments qui représentent les vitesses, et désignons par v_x, v_y, v_z les coordonnées de l'extrémité V du segment OV qui représentent la vitesse, ou ce qui revient au même, les projections de cette vitesse sur chacun des trois axes; on sait par la théorie de la vitesse (V. *Dictionnaire*, VITESSE) que les projections de la vitesse du point V sur les trois axes seront les dérivées par rapport au temps de v_x, v_y, v_z. Or ces projections sont aussi les projections de l'accélération. Si enfin on remarque que v_x, v_y, v_z sont les dérivées des coordonnées x, y, z du mobile, on voit que les projections de l'accélération γ_x, γ_y, γ_z sur les trois axes, sont les dérivées secondes des coordonnées du mobile, et l'on aura :

$$\gamma_x=\frac{dv_x}{dt}=\frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\gamma_y=\frac{dv_y}{dt}=\frac{d^2y}{dt^2}$$

$$\gamma_z=\frac{dv_z}{dt}=\frac{d^2z}{dt^2}$$

On en déduit aisément la valeur de l'accélération :

$$\gamma=\sqrt{\left(\frac{dv_x}{dt}\right)^2+\left(\frac{dv_y}{dt}\right)^2+\left(\frac{dv_z}{dt}\right)^2}$$

$$=\sqrt{\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2+\left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2+\left(\frac{d^2z}{dt^2}\right)^2}$$

Composition des accélérations. Il est facile de prouver que si le mouvement d'un point est la résultante de deux mouvements simultanés, la vitesse dans le mouvement résultant est la résultante des vitesses dans les mouvements composants. Soient v et v' les vitesses au temps t dans les mouvements composants, v et v', les vitesses au temps $t+dt$, γdt et $\gamma' dt$ les accélérations élémentaires dans les mouvements composants.

v, sera la résultante de v et γdt
v', — — de v' et $\gamma' dt$

Donc la vitesse résultante au temps $t+dt$ est la résultante de v, v', γdt et $\gamma' dt$, tandis que la vitesse résultante au temps t était seulement la résultante de v et v', d'où il suit que l'accélération élémentaire dans le mouvement résultant est la résultante de γdt et $\gamma' dt$. Si l'on divise par dt et qu'on passe à la limite, on voit que l'*accélération dans le mouvement résultant est la résultante des accélérations dans les mouvements composants.*

Ce théorème s'étend immédiatement à un nombre quelconque de mouvements composants; il est d'une importance capitale en mécanique; mais il importe d'en bien comprendre la signification; et pour cela, il faut se bien rendre compte de ce qu'on entend par la résultante de plusieurs mouvements simultanés d'un point matériel. On suppose que le point matériel se déplace sùivant le premier mouvement, par rapport à un système invariable qui est lui-même animé d'un mouvement de *translation* par rapport à un second système, de manière que tous ses points décrivent des trajectoires égales et parallèles définies par le second mouvement; ce second système est lui-même animé d'un mouvement de translation par rapport à un troisième, et ainsi de suite.

Accélération normale, accélération tangentielle. Dans un grand nombre de questions de mécanique, il est utile de décomposer l'accélération du mobile en deux autres, dont l'une est tangente et l'autre normale à la trajectoire du mobile; ces deux composantes de l'accélération ont reçu les noms d'*accélération tangentielle* et *normale.* Si l'on se reporte à la définition générale de l'accélération, et qu'on projette cette accélération sur la vitesse et sur une perpendiculaire à la vitesse, on reconnaît aisément que l'accélération tangentielle est la dérivée de la vitesse par rapport au temps, tandis que l'accélération normale est la limite du rapport $\frac{v\,d\alpha}{dt}$, $d\alpha$ désignant l'angle de deux tangentes à la trajectoire infiniment voisines. Or si s désigne l'arc parcouru par le mobile sur sa trajectoire à partir d'une origine fixe, la vitesse a pour expression $v=\frac{ds}{dt}$. On en déduit pour l'accélération tangentielle :

$$\gamma_t=\frac{d^2s}{dt^2}$$

et pour l'accélération normale :

$$\gamma_n=\frac{v^2 d\alpha}{ds}$$

or $\frac{ds}{d\alpha}$ est le rayon de courbure ρ de la trajectoire; donc :

$$\gamma_n=\frac{v^2}{\rho}.$$

L'accélération normale s'appelle aussi l'*accélération centripète*, parce qu'elle est toujours dirigée vers le centre de courbure de la trajectoire.

Si le mouvement du mobile est une rotation autour d'un centre fixe, la trajectoire est un cercle; si θ désigne l'angle que fait le rayon du mobile avec une direction fixe, et ω, la vitesse angulaire, on aura :

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \qquad ds = r\,d\theta = r\omega\,dt$$

$$\gamma_t = r\frac{d^2\theta}{dt^2} = r\frac{d\omega}{dt}$$

$$\gamma_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r.$$

Accélération dans le mouvement relatif. Si un point matériel fait partie d'un système en mouvement, l'accélération dans le mouvement relatif peut se déduire de l'accélération absolue et du mouvement du système, grâce au théorème suivant qui est dû à Coriolis :

L'accélération d'un point matériel dans le mouvement relatif est la résultante : 1° de l'accélération absolue; 2° de l'accélération d'entraînement prise en sens contraire; 3° d'une composante qu'on appelle l'*accélération centrifuge composée.*

L'accélération d'entraînement est l'accélération du point M du système mobile qui coïncide avec le mobile à l'instant considéré. L'accélération centrifuge composée s'obtient en projetant la vitesse relative sur un plan perpendiculaire à l'axe instantané de rotation et de glissement du système, en multipliant cette projection par la vitesse de rotation ω du système, et en faisant tourner le segment ainsi obtenu de 90° dans le sens inverse du mouvement.

Le théorème de Coriolis permet aussi de déterminer l'accélération absolue quand on connaît l'accélération relative et le mouvement du système.

Accélération centripète, Accélération normale, Accélération centrifuge composée. — V. les paragraphes précédents.

Accélération angulaire. Quand un corps solide tourne autour d'un axe fixe, on appelle *accélération angulaire* la dérivée par rapport au temps de la vitesse angulaire : si on la désigne par φ, qu'on appelle ω la vitesse angulaire, et θ l'angle décrit par un plan fixe du corps passant par l'axe de rotation, on aura :

$$\varphi = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}.$$

Accélération des divers ordres. On représente les accélérations aux diverses époques par des segments de droite. Si on porte tous les segments à partir d'un même point, la vitesse de l'extrémité du segment qui représente l'accélération variable s'appellera l'*accélération du second ordre*, ou *suraccélération*. Elle est à l'accélération ce que celle-ci est à la vitesse. De même, la vitesse de l'extrémité du segment qui représente l'accélération de second ordre sera l'*accélération du troisième ordre* et ainsi de suite.

L'importance de l'accélération en mécanique provient de ce que la résultante de toutes les forces qui agissent sur un point matériel est toujours égale au produit de la masse de ce point par son accélération, et dirigée suivant cette accélération même. Ce principe est la base de toutes les méthodes qui servent à mettre en équation les problèmes de la mécanique. Il se rattache intimement à la définition de la force et au théorème fondamental de la *proportionnalité des forces aux accélérations*. — V. *Dictionnaire*, FORCE, MÉCANIQUE.

Accélération de la pesanteur. On sait qu'en un même lieu de la terre tous les corps tombent dans le vide avec la même vitesse, et que leur mouvement est uniformément accéléré. On appelle *accélération de la pesanteur*, en un lieu donné, l'accélération d'un corps tombant librement dans le vide en ce lieu. Cette accélération mesure l'intensité de la pesanteur. A Paris au niveau de la mer, elle est égale à $9^m,8098$ d'après l'ensemble des mesures les plus récentes. — V. *Dictionnaire*, FORCE, PESANTEUR. — M. F.

***ACCOUPLEMENT DES PILES OU DES ACCUMULATEURS**. Pour obtenir, avec un certain nombre d'éléments, un effet déterminé, on peut disposer les éléments de plusieurs manières différentes. On peut les mettre les uns à la suite des autres, ce qu'on appelle l'*accouplement en série* ou *en tension*. On peut encore réunir tous les pôles négatifs (dans toutes les piles actuellement employées le pôle négatif est formé par du zinc), d'une part, les pôles positifs, d'autre part ; on réalise ainsi l'*accouplement en quantité*, en *surface*, en *dérivation* ou en *arc parallèle*. Ces expressions sont synonymes. Dans le premier cas, la force électromotrice totale de la pile est égale à la somme des forces électro-motrices de chaque élément, mais la résistance intérieure est également la somme des résistances intérieures. Ainsi une pile de 50 éléments Bunsen, ayant chacun une force électromotrice de $1^v,8$ et une résistance intérieure de $0^{ohm},08$ a une force électro-motrice totale de 90 volts et une résistance de 4 ohms.

Lorsqu'on réunit les deux pôles de la pile ainsi formée, à l'aide d'un fil gros et aussi court que possible, en d'autres termes, lorsqu'on ferme la pile en court circuit, l'intensité du courant obtenu sera égale à $\frac{90}{4} = 22^{amp},5$. Cette intensité est nécessairement égale à celle fournie par un seul élément fermé en court circuit. L'intensité du courant est évidemment maximum dans ce cas, mais il n'en est pas de même pour le travail extérieur fourni par la pile, car ce travail est égal au produit de l'intensité du courant par la différence de potentiel aux bornes de la pile. Ici ce travail extérieur sera presque nul puisque la chute du potentiel le long de la résistance extérieure très faible est très petite. Lorsqu'on augmente la résistance extérieure, l'intensité du courant diminue, mais la différence de potentiel augmente dans une proportion beaucoup plus considérable et le travail extérieur augmente. Il est facile de voir par raison

de symétrie que le travail extérieur est maximum, lorsque la différence du potentiel de la pile fermée est la moitié de la force électro-motrice de la pile ouverte. Dans ces conditions la résistance extérieure est égale à celle de la pile. On obtiendra donc, dans notre exemple, le travail maximum, lorsque la résistance extérieure est égale à 4 ohms, la différence du potentiel aux bornes de cette résistance étant alors de 45 volts. Le rendement de la pile, c'est-à-dire le rapport des travaux dépensés, dans le circuit extérieur et dans la pile elle-même, est 1/2 dans ces conditions; pour augmenter ce rendement il faudrait augmenter la résistance du circuit extérieur et diminuer par suite le travail effectué par la pile.

Lorsque la pile est montée en quantité elle revient à un seul élément dont la résistance intérieure est égale à celle d'un seul élément, divisé par le nombre d'éléments réunis en quantité; dans notre cas la pile aurait une force électro-motrice de 1v,8 et la résistance intérieure est de

$$\frac{0{,}08}{50} = 0^{ohm},0016.$$

Le courant maximum sur une résistance très faible serait alors de plus de 1,000 ampères, c'est-à-dire 50 fois celle fournie par un seul élément. Mais ici encore le travail extérieur serait nul; il faudrait pour obtenir le travail maximum que la résistance extérieure fût égale à celle de la pile, c'est-à-dire 0ohm,0016. Ce principe est général; on peut montrer facilement que, pour obtenir le travail maximum, ou ce qui revient au même l'intensité maximum dans une résistance extérieure donnée, il faut arranger la pile de telle façon que sa résistance intérieure totale devienne égale à celle du circuit extérieur.

Lorsque le nombre d'éléments est considérable on peut y arriver en prenant plusieurs séries de tensions qu'on joint ensemble en arc parallèle.

Dans la pratique ces considérations n'ont qu'un intérêt secondaire; dans les conditions assez rares où il y a à chercher le mode le plus avantageux d'accouplement, on procède de la manière suivante : les deux constantes connues de la pile qu'on emploie sont la force électro-motrice et le débit en régime normal, c'est-à-dire le débit que la pile peut fournir pendant un certain temps sans se polariser. Ce travail extérieur maximum correspond au régime où la différence de potentiel aux bornes est la moitié de la force électro-motrice de la pile à circuit ouvert; on a ainsi toutes les données nécessaires à l'arrangement de la pile.

Pour prendre un exemple, supposons qu'il s'agisse de faire rougir un fil de platine à l'aide d'un certain nombre d'éléments Bunsen, modèle de laboratoire. Supposons que l'intensité du courant doive être de 18 ampères et la différence de potentiel de 30 volts. Un élément Bunsen ordinaire (de 20 centimètres de hauteur) peut fournir un courant continu de 10 ampères (elle donnerait en court circuit de 20 à 22 ampères), il faut donc disposer les éléments en deux séries parallèles, chaque série comprenant environ $\frac{30}{0{,}9} = 33$ élém.

Lorsqu'il s'agit d'accumulateurs, la résistance du circuit extérieur est toujours plusieurs fois celle de la résistance intérieure, car on ne peut demander aux accumulateurs qu'un débit limité; on a ainsi d'ailleurs l'avantage d'obtenir un meilleur rendement; la force électro-motrice effective, c'est-à-dire la différence de potentiel aux bornes, lorsque les accumulateurs travaillent, est de 1v,8 à 1v,9 environ. Dans l'exemple précédent, lorsqu'on dispose d'accumulateurs pouvant fournir en régime normal 10 ampères, on prendra deux séries de $\frac{30}{1{,}8} = 15$ à 16 accumulateurs chaque.

Accouplement en échelle. On emploie ce genre d'accouplement en télégraphie dans certains grands bureaux où le nombre des lignes à actionner est considérable. On a à actionner par exemple cinq lignes au potentiel de 100 volts, dix lignes à potentiel de 80 volts, et ainsi de suite; le nombre de lignes augmentant avec la diminution de la force électro-motrice, ce qui arrive toujours dans la pratique, le nombre de lignes à faible distance étant toujours bien plus considérable que celui de grandes lignes. On peut, comme on le fait souvent, disposer autant de piles différentes qu'il y a de lignes, ce qui exige nécessairement un nombre très considérable d'éléments. Pour réduire ce nombre, on emploie l'accouplement en échelle : on arrange d'abord en tension un nombre suffisant d'éléments pour fournir le potentiel le plus élevé dont on a besoin; pour 100 volts on prendra environ 100 éléments genre Daniell; puis pour le potentiel de 80 volts on prendra de nouveau 80 éléments, que l'on joint en surface aux 80 premiers éléments, ce qui double la surface de ces éléments. On peut encore, ce qui est plus simple, réunir la deuxième pile de 80 éléments en tension et attacher l'un des bouts au pôle du même nom de la pile de 100 éléments et réunir l'autre extrémité à l'élément du rang 80 de la première pile. Et ainsi de suite en doublant ou triplant au besoin les premières rangées d'éléments devant fournir 30 à 40 volts. Il faut que pour les basses tensions il y ait assez d'éléments en quantité pour qu'on puisse actionner à la fois toutes les lignes. Supposons, par exemple, qu'il y ait en tout 300 lignes pourvues d'appareils exigeant un courant de 20 milli-ampères ou 1/50 d'ampère et que le débit de la pile soit en régime normal de 0,5 ampère. Une pile de plusieurs éléments en tension peut donc fournir le courant nécessaire à une vingtaine de lignes environ et il suffira pour actionner les 300 lignes de prendre 15 à 20 séries pour les plus basses tensions. On voit immédiatement l'économie de piles qu'on réalise ainsi; comme d'ailleurs toutes les lignes ne travaillent pas à la fois on aura toujours un courant suffisant à sa disposition.

Voici un exemple de ce dispositif. Au poste central de Paris, dans une salle comprenant 95 morse et 25 hughes, il y a 3 piles desservant chacune 40 postes et comprenant 366 éléments, savoir :

6	éléments en surface	jusqu'à	30	éléments.	180	éléments.
5	—	— de 30 à	40	—	50	—
4	—	— de 40 à	55	—	60	—
3	—	— de 55 à	66	—	33	—
2	—	— de 66 à	75	—	18	—
1	—	— de 75 à	100	—	25	—
			Total.		366	éléments.

Les fils sont répartis de manière à avoir un courant de 0,015 ampère environ au départ, en tenant compte de la résistance des récepteurs et en supposant le régime permanent atteint, mais en négligeant les résistances intérieures de la pile.

Si l'on avait une pile spéciale pour chaque fil, il faudrait remplacer ces 366 éléments par 1419 soit une économie de 74 0/0 pour chacune des trois piles de la salle considérée.

Accouplement des dynamos. Dans les stations centrales d'éclairage électrique, le courant qu'il s'agit de fournir dépend du nombre de lampes

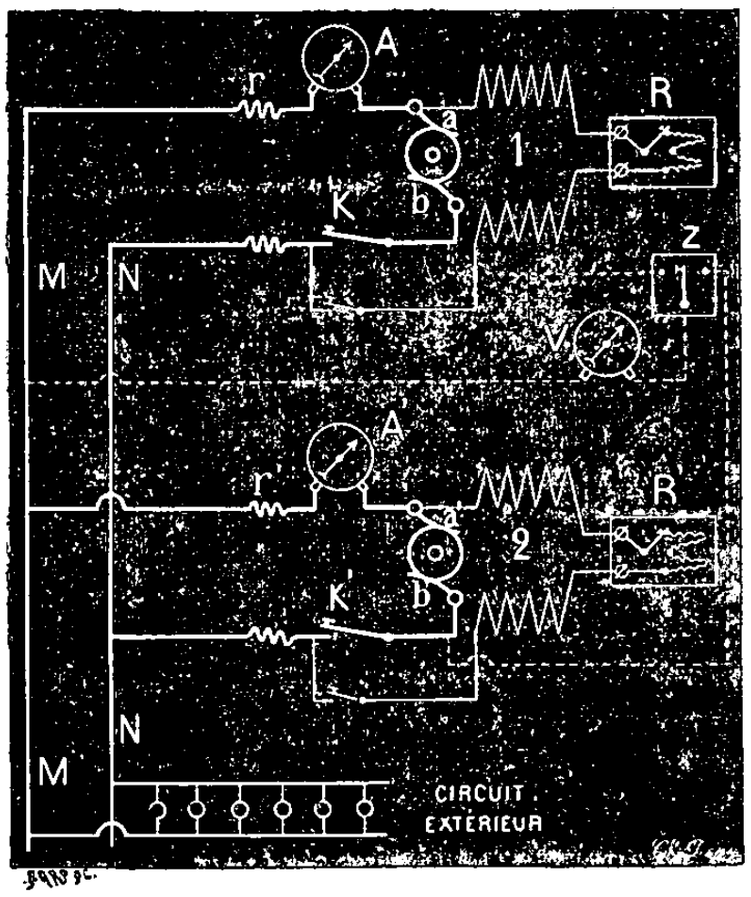


Fig. 3.

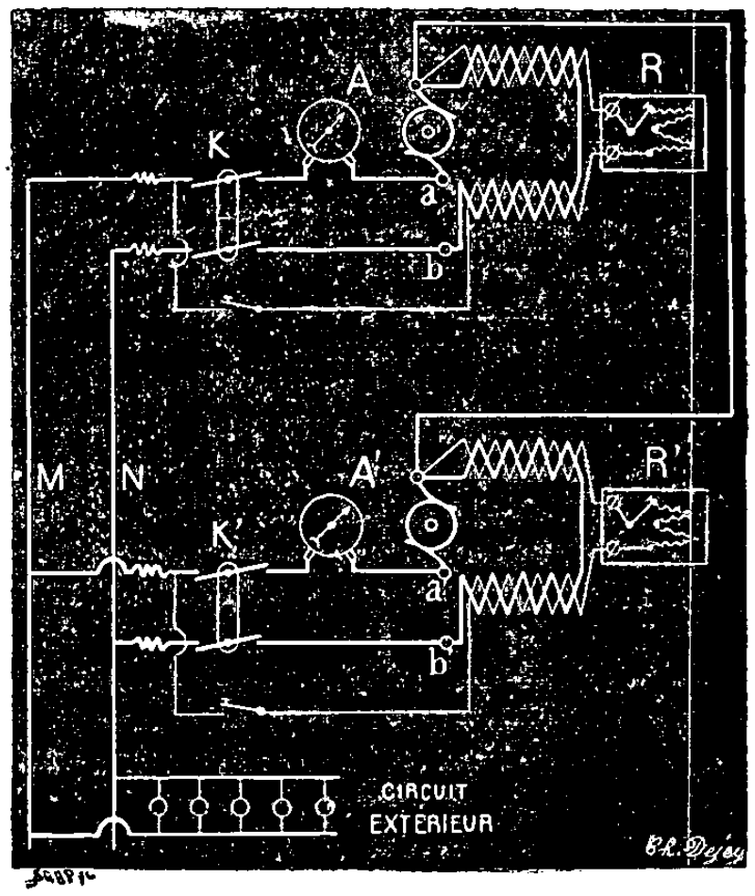


Fig. 4.

l'envers. Pour empêcher la variation des lampes pendant qu'on intercale une machine, on peut s'y prendre de différentes manières. Nous indiquerons ici deux méthodes qui donnent de bons résultats.

Les figures 3 et 4 montrent comment on réalise les communications. Ces figures se rapportent au cas de deux machines, mais il peut y en avoir évidemment un plus grand nombre.

Les balais des dynamos 1, 2 sont représentés (fig. 3 et 4) par les lettres *ab*, *a'b'*, les conducteurs principaux MN sont représentés par de gros traits. Les balais de même nom *aa'* sont reliés directement au conducteur principal M par l'intermédiaire des ampère-mètres AA'; les balais opposés *bb'* se rattachent à ces conducteurs par l'intermédiaire des interrupteurs KK'. L'enroulement des inducteurs se rattache directement, d'une part, aux balais *aa'*, d'autre part au conducteur principal derrière les interrupteurs KK'. On a intercalé sur ces circuits les rhéostats RR' qui servent à régulariser les potentiels et en outre des interrupteurs correspondants en fil fin. Pour mesurer la force électro-motrice il suffit d'un seul voltmètre V qu'on intercale, à l'aide du commutateur Z, successivement dans les divers circuits.

Lorsqu'on veut faire marcher toutes les dynamos ce qui n'arrive que dans les petites installations, on ferme avant la mise en marche tous les commutateurs. Quand les machines ont acquis leur vitesse normale, on diminue uniformément la résistance aux régulateurs RR', jusqu'à ce que la force électro-motrice soit devenue normale. On procède de la même manière lorsqu'on ne veut faire marcher qu'une machine. la n° 1 par exemple. Quand la consommation de la lumière augmente, ce qu'on reconnaît à l'ampère-mètre A et qu'on est sur le point d'atteindre le débit que la machine fournit normalement il faut intercaler une deuxième machine, la n° 2 par exemple. On fait marcher cette machine, aussitôt qu'elle a atteint sa vitesse normale on ferme l'interrupteur du fil fin *n*'' et à l'aide de la résistance R' on allumées au dehors; il faut donc que l'intensité du courant électrique soit en rapport avec la demande de lumière et, comme un seul dynamo ne peut pas suffire à un débit aussi variable, on en accouple plusieurs au fur et à mesure des besoins.

Le cas qui se présente dans la pratique est celui où l'on fait une distribution à potentiel constant et où, par conséquent, on accouple les dynamos en quantité ou en dérivation.

Ce cas se présente particulièrement dans le système d'Edison; le courant est continu et les dynamos sont enroulés en dérivation. La difficulté réside ici à intercaler une nouvelle machine dans le circuit, sans que les lampes déjà allumées changent d'intensité; il faut naturellement faire attention aux conditions dans lesquelles on introduit la machine dans le circuit, autrement les autres machines agiraient comme générateurs et la nouvelle comme récepteur, et elle tournerait à

s'arrange de façon à ce que la force de la machine 2 devienne égale à celle de la machine 1; c'est à ce moment qu'on ferme l'interrupteur K'. L'exécution de ces manœuvres qui paraissent assez simples exige de la part de l'opérateur une assez grande habitude pour éviter des oscillations dans la lumière au moment où l'on ferme les interrupteurs.

Lorsqu'il s'agit de machines à double enroulement on établit la communication de la manière suivante : les machines étant en circuit, c'est-à-dire les commutateurs K,K' (fig. 4) étant fermés, les balais *aa'* communiquent directement avec le conducteur principal M. Les balais opposés sont en communication avec les fils des électro-aimants inducteurs, comme cela est indiqué sur la figure; ces balais communiquent entre eux. Les gros fils des électro-aimants inducteurs aboutissent en *bb'* et sont en communication avec le conducteur principal N. Le fil fin traverse les rhéostats RR'; des interrupteurs indiqués sur la figure sont intercalés sur le parcours du fil fin.

Les commutateurs KK' sont bipolaires et permettent de mettre simultanément en circuit les deux conducteurs principaux partant de la dynamo.

Pour mettre les machines en marche, on procède d'après des règles analogues à celles qui ont été données plus haut. Si l'on veut que, dès le commencement, elles fonctionnent toutes simultanément, on ferme les interrupteurs des fils fins et les commutateurs KK', on insère toutes les résistances sur les rhéostats RR' et on met le train. Dès que le nombre de tours normal est atteint, on cherche à obtenir la force électro-motrice voulue en agissant sur les rhéostats RR'.

* **ACCUMULATEUR.** *T. de mécan.* Nom des appareils qui emmagasinent la puissance vive pour l'employer suivant des besoins déterminés. — V. *Dictionnaire*, MOTEUR HYDRAULIQUE, PILE ÉLECTRIQUE, § *Piles secondaires*.

Accumulateurs électriques. Le principe de ces appareils et la description de l'accumulateur Planté ont été indiqués (V. *Dict.*, PILE). Les applications des accumulateurs se sont beaucoup multipliées dans ces derniers temps, et on a réalisé de réels progrès dans leur construction; aussi indiquerons-nous avec quelques détails l'état actuel de la question. Nous passerons en revue les derniers résultats qu'on a obtenus.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. Les accumulateurs sont ou des *piles réversibles*, ou des *piles secondaires*, c'est-à-dire des piles capables de fournir un courant électrique lorsqu'elles ont été préalablement traversées en sens inverse par un courant d'une intensité convenable.

Dans le premier cas l'accumulateur n'est autre chose qu'une pile ordinaire, capable d'être régénérée par un courant électrique.

Comme exemple d'un accumulateur de ce genre, considérons une pile à oxyde de cuivre; l'électrode négative est formée par une lame de zinc; l'électrode positive par une lame de cuivre oxydée; elle est à un seul liquide et constituée par une solution de potasse caustique dans l'eau.

Cette pile fournit un courant électrique lorsqu'on réunit les deux électrodes à l'aide d'un conducteur métallique; elle peut être considérée comme épuisée lorsque l'oxyde de cuivre est réduit.

L'énergie électrique est fournie par la chaleur de combinaison ou de dissolution du zinc dans la potasse avec formation de zincate de potasse; une certaine partie de cette chaleur est employée à réduire l'oxyde de cuivre; l'excédent de la chaleur disponible peut être convertie en énergie électrique.

Prenons maintenant la pile épuisée et lançons-y, à l'aide d'une autre pile, un courant allant en sens inverse du courant, primitivement produit. Sous l'action de ce courant, le cuivre s'oxydera de nouveau et le zinc sera précipité de la solution de potasse. Si le zinc se dépose dans ces conditions en masse compacte sur la lame de zinc, on aura reconstitué, au bout de quelque temps, la pile dans son état primitif, et elle sera capable de fournir un courant électrique comme au début.

On pourrait chercher d'autres combinaisons, mais jusqu'à présent on n'est pas encore parvenu à construire des piles réversibles qui fournissent de bons résultats dans la pratique. La principale difficulté réside en ce que le dépôt du zinc s'opère assez mal, surtout après plusieurs opérations.

Les piles secondaires, ou *accumulateurs* dans l'acception ordinaire du mot, ont un principe différent. Ces piles ne peuvent fournir un courant qu'à condition d'avoir été préalablement traversées par un courant. Ce sont les seuls accumulateurs actuellement employés dans l'industrie électrique.

Comme cela a été indiqué (V. *Dictionnaire*, PILE), on utilise dans ces accumulateurs les effets de la polarisation des électrodes; le seul métal qu'on ait pu utiliser comme donnant des effets d'une certaine durée est le plomb, l'électrolyte étant de l'eau acidulée. Il est facile de se faire une idée approximative du désidératum qu'on pourrait atteindre théoriquement. Un accumulateur parfait devrait satisfaire à des conditions multiples dont l'une des plus importantes est d'avoir une grande capacité sous un faible poids. Il faut aussi, naturellement, que la force électro-motrice soit aussi élevée que possible.

Les accumulateurs en plomb ont une force électro-motrice de deux volts environ, et il n'est guère possible d'obtenir une valeur plus élevée. Les meilleures piles primaires, genre Grove-Bunsen, n'atteignent pas d'ailleurs cette force électro-motrice.

Considérons maintenant le débit. On sait qu'une pile primaire donne le maximum de débit lorsque la résistance du circuit extérieur est égale à la résistance de la pile, et il en est évidemment de même pour les accumulateurs. Mais on sait aussi que dans ces conditions le rendement n'est que d'un demi et que, pour augmenter ce rendement, il faut diminuer le débit, ou, ce qui revient au même, augmenter la résistance du circuit extérieur. Comme la question de rendement joue un rôle prépondérant dans la question des accumulateurs, on est amené à les faire travailler sur un circuit extérieur assez résistant, ce qui augmente nécessairement le poids des appareils;

d'ailleurs, lorsqu'on fait travailler les accumulateurs sur un circuit extérieur trop faible, ils se détériorent rapidement. Voyons maintenant quelle quantité d'électricité on pourrait emmagasiner théoriquement dans un kilogramme de substances actives : plomb et eau acidulée. On pourrait évaluer cette quantité en coulombs, mais il est plus facile de prendre comme unité l'ampère-heure, c'est-à-dire l'intensité d'un ampère pendant une heure, quantité d'électricité qui est égale à 3,600 coulombs.

Un ampère-heure dépose 1gr,19 soit 1gr,2 de cuivre ; comme l'équivalent de plomb est environ le triple de celui du cuivre, le dépôt correspondant de plomb serait de 3gr,6 environ. Il nous faudrait maintenant entrer dans des détails sur les réactions qui ont lieu dans les accumulateurs ; mais, sans nous occuper de cette question, nous admettrons, pour nous faire une idée de l'ordre de grandeur du poids des substances, que, lorsqu'on charge l'accumulateur, le plomb de l'électrode positive se change en peroxyde de plomb et que approximativement le poids de l'électrode négative doit être égal à celui de l'autre électrode. Pour avoir un ampère-heure, il faudrait donc un poids de plomb égal à $2 \times 3,6 = 7^{gr},2$ et, en tenant compte du poids perdu à cause des supports, il faudrait encore doubler ce chiffre, ce qui donnerait environ 15 grammes de plomb par ampère-heure, soit 60 à 65 ampères-heure par kilogramme de plomb. Les meilleurs accumulateurs construits jnsqu'à présent, fournissent au plus 10 à 25 ampères-heure par kilogramme de plaque ; on voit donc que, théoriquemant, il y aurait encore des progrès à réaliser.

Une autre donnée qu'on considère souvent, c'est le poids d'accumulateurs nécessaire pour fournir un cheval pendant une heure, ce qui correspond à 750 volts-ampères ou 10 volts pendant une heure. Prenons, pour fixer les idées, dix accumulateurs ayant une force électro-motrice de 2 volts ; ils devraient fournir un courant de 37 ampères pendant une heure. A 10 ampères-heure par kilogramme de plaques, il faudrait environ 4 kilos soit 40 kilogrammes pour les dix accumulateurs.

Disons maintenant un mot de l'usage qu'on peut faire des accumulateurs en général.

A première vue, on peut se demander quel avantage un accumulateur possède sur une bonne pile, puisqu'à poids égal la pile peut fournir une quantité plus considérable d'énergie, et qu'un accumulateur n'est qu'un réservoir d'électricité, ne fonctionnant qu'à la condition d'avoir été préalablement chargé. Cet avantage consiste d'abord en ce qu'on peut se servir pendant longtemps d'un accumulateur sans avoir besoin d'y toucher et que la manipulation d'une pile considérable serait tout à fait impraticable dans l'industrie. Puis l'énergie électrique fournie à l'aide d'une dynamo actionnée par une machine à vapeur revient infiniment meilleur marché que l'énergie fournie par la combustion du zinc, seul métal employé dans les piles.

C'est à ces deux considérations seules qu'est dû le grand développement de l'emploi des accumulateurs ; là où ces questions deviennent secondaires, on emploie de préférence des piles ordinaires.

Les accumulateurs peuvent être utilisés à différents points de vue.

Dans l'éclairage électrique industriel, les accumulateurs peuvent remplir trois offices bien différents :

1° En cas d'accident au moteur ou à la dynamo, les accumulateurs permettent de prolonger l'éclairage et de prévenir ainsi une extinction complète;

2° Les accumulateurs peuvent servir de frein électrique et atténuer ou anéantir les oscillations provenant de l'irrégularité du moteur ;

3° Ils permettent d'emmagasiner l'électricité pendant le jour lorsqu'il n'y a pas d'éclairage, et de se servir ainsi d'un moteur plus faible que celui qui correspond à l'éclairage maximum.

La première question est surtout importante lorsqu'il s'agit d'un théâtre où l'extinction complète peut amener des accidents sérieux. Les extinctions totales devenant de plus en plus rares avec le perfectionnement du matériel et du personnel chargé de l'entretenir, les accumulateurs n'auront que très rarement à remplir cet office. Lorsque l'éclairage a une certaine étendue, on a toujours plus d'une machine ou d'un moteur à sa disposition et dans ces conditions la crainte d'accidents devient tout à fait illusoire. D'ailleurs, lorsque l'accident provient d'un défaut dans la canalisation électrique, les accumulateurs ne peuvent pas contribuer effectivement à empêcher l'extinction, à moins d'avoir des conduites de secours, et alors une machine supplémentaire convient tout aussi bien que des accumulateurs.

Les accidents dont nous parlons résultent presque uniquement du glissement d'une courroie ou de l'échauffement de coussinets. Avec quelque attention et une répartition convenable des moteurs et des dynamos, on peut les éviter facilement.

Il convient, en outre, de faire remarquer que les accumulateurs ne peuvent pas servir lorsqu'on emploie les courants alternatifs dont l'usage commence tant à se développer depuis ces dernières années.

Le second mode d'emploi des accumulateurs, celui qui consiste à en faire des régulateurs de courant, a sa raison d'être dans des applications industrielles où la vitesse des moteurs est irrégulière, mais, dans de bonnes installations, on n'a pas besoin d'avoir recours à ce procédé dispendieux, et il n'existe guère de station centrale où l'on emploie les accumulateurs pour cet usage. Les progrès récents des moteurs à gaz à deux cylindres permettent, d'ailleurs, d'obtenir, même avec ces machines, une vitesse très uniforme et une lumière parfaitement fixe.

Le dernier mode d'emploi, qui consiste à charger les accumulateurs pendant le jour pour les utiliser, conjointement avec la dynamo, le soir, et actionner ainsi un plus grand nombre de lampes peut être avantageuse dans de certaines conditions ; c'est le mode le plus rationnel de l'emploi des accumulateurs.

Le principal obstacle à l'introduction des accumulateurs dans les installations d'éclairage électrique, consiste dans la faible durée de ces appareils, ce qui en augmente beaucoup le prix de revient de l'éclairage. Tandis qu'une bonne machine à vapeur ou une dynamo dure des années et pour ainsi dire indéfiniment, les accumulateurs doivent être renouvelés au bout de deux, trois à quatre ans, car au bout de ce temps, les plaques positives commencent à se fendiller et à se détruire.

Si les accumulateurs ne conviennent que dans certains cas aux installations fixes d'éclairage électrique, il n'en est pas de même pour les autres applications de l'électricité. Leur emploi permet souvent de résoudre des problèmes qu'on ne peut pas résoudre autrement. Pour la traction électrique des tramways, par exemple, les accumulateurs offrent le précieux avantage que l'on n'a pas besoin de poser des conducteurs aériens ou souterrains. Plusieurs lignes de tramways électriques, basées sur l'emploi des accumulateurs, sont actuellement en exploitation.

On a appliqué également les accumulateurs avec succès à l'éclairage des trains de chemins de fer ; ici la difficulté réside en ce qu'il faut éclairer les wagons pendant l'arrêt du train, ce qui ne permet pas d'emprunter directement l'énergie électrique au mouvement des roues.

Pour l'éclairage domestique en petit (sans le concours de dynamos), les accumulateurs permettent d'employer des piles du genre Daniell, par exemple, qui chargent les accumulateurs d'une manière continue. On peut réaliser ainsi un certain éclairage, donnant des résultats satisfaisants, ce qui serait difficile sans les accumulateurs, à cause du faible débit de la plupart des piles.

Accumulateurs genre Planté. Nous n'avons pas à revenir sur le principe de ces accumulateurs. Au point de vue pratique, ils ont l'avantage d'avoir une durée beaucoup plus considérable que les autres, mais par contre leur capacité n'est jamais bien considérable et ils exigent, d'ailleurs, une longue formation. C'est pour cette raison que le modèle, tel que l'avait proposé M. Planté, est peu employé dans l'industrie. Les inventeurs qui se sont efforcés de perfectionner le modèle de M. Planté ont tous cherché à augmenter la surface. A cet effet, on prend, soit des bandes de plomb soudées ensemble, soit des fils de plomb, soit de la grenaille de plomb, soit encore du plomb précipité par l'électrolyse.

Ces divers accumulateurs ne diffèrent que par les détails de construction; ces détails, qui n'ont pas d'intérêt réel au point de vue général, se trouvent dans des traités ou des publications spéciales.

La seule question réellement intéressante, au point de vue pratique, serait d'avoir des tableaux d'expériences comparatives indiquant nettement la capacité, le rendement et la durée de ces divers appareils. Ces tableaux ne se trouvent nulle part et les données fournies ne sont guère comparables entre elles; aussi est-il très difficile de se former une opinion sur le mérite relatif de ces accumulateurs.

Formation des accumulateurs. Cette formation est toujours assez lente, malgré les différentes formules qu'on a indiquées pour arriver plus rapidement au but. On a, d'ailleurs, dans presque toutes les usines, des tours de main spéciaux qu'on tient secrets.

Le moyen suivant donne de bons résultats. Après avoir bien décapé le plomb, on le laisse séjourner, pendant un jour ou deux, dans une solution d'acide nitrique, étendue de moitié de son volume d'eau, puis on le lave et le débarrasse soigneusement de toute la poudre blanche qui peut adhérer à la surface. Une fois les éléments mis en place, on les charge à l'aide d'un courant faible, moitié ou quart du courant de charge en régime normal. On peut employer, à cet effet, des éléments Daniell, ou utiliser une dérivation prise sur un circuit parcouru par un courant constant ; au commencement, on intervertit les pôles après chaque charge et décharge, mais ensuite on n'intervertit ces pôles que trois ou quatre fois; on constate ainsi que la capacité augmente assez rapidement. Il faut que l'électrode positive soit d'une belle couleur noir-bleuâtre. Lorsqu'on veut construire des éléments de ce genre, il faut établir avec soin les contacts entre les électrodes et les bornes terminales. Le plomb possède une certaine porosité pour les liquides, tels que l'eau acidulée, qui le mouillent facilement; il faut enduire les extrémités, qui doivent être très longues, d'un mastic spécial, de M. Planté, qu'on applique à chaud. Ce mastic possède la propriété d'empêcher que les liquides ne viennent détériorer la borne qui sert de prise de contact.

Les autres genres d'accumulateurs se forment d'nne manière analogue, mais dans la plupart d'entre eux, il ne faut pas intervertir le sens de la charge; dans la pratique, d'ailleurs, on les livre tout formés.

Accumulateurs genre Faure. Ces accumulateurs diffèrent des précédents en ce que, pour faciliter la formation et augmenter la capacité, on a recouvert les électrodes d'oxyde de plomb. Actuellement on perfore les plaques ou on les fond en forme de grillages (fig. 5), et on introduit des pastilles dans les ouvertures. Quelquefois, on applique directement les oxydes sur les électrodes. Pour

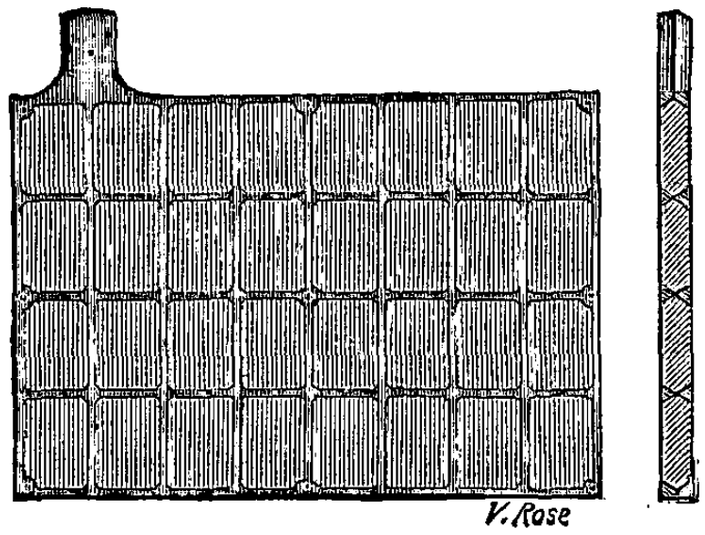


Fig. 5.

l'électrode positive, la pâte est formée de minium; pour l'électrode négative, on prend de la litharge. En dehors de la formation bien plus rapide, on arrive ainsi à une capacité beaucoup plus grande. Tandis que cette capacité n'excède pas 4 ampères-heure par kilogramme de plomb pour un accumulateur Planté bien formé, on peut arriver ici à 10 ampères-heure et même beaucoup plus.

Ce genre d'accumulateur (fig. 6) est à peu près le seul employé actuellement dans la pratique industrielle. Les autres genres d'accumulateurs n'ont pas dépassé, croyons-nous, la période d'expérimentation.

Nous allons entrer maintenant dans quelques

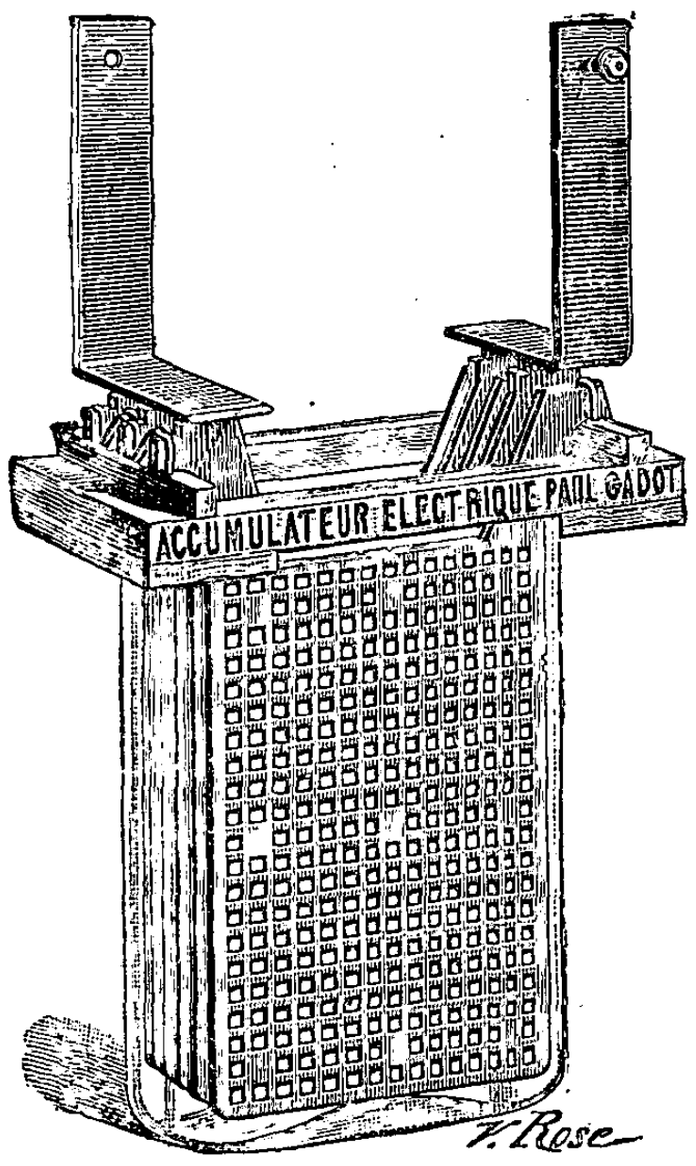


Fig. 6.

détails relatifs à l'entretien des accumulateurs et sur la manière de s'en servir.

Entretien et maniement des accumulateurs genre Faure. Cet entretien est assez minutieux et l'on peut dire que la durée de ces appareils dépend, en grande partie, des soins qu'on apporte à leur entretien. Règle générale, il ne faut jamais pousser la charge trop loin, mais, par contre, il ne faut jamais non plus les décharger complètement.

Supposons qu'on ait à installer une batterie d'accumulateurs ; voici comment il faut s'y prendre. On installe les appareils bien isolés, dans un local spécial, pourvu d'une bonne ventilation et où il n'y ait pas de lumière à nu, car les accumulateurs dégagent pendant la charge une quantité notable de gaz tonnant (oxygène et hydrogène mélangés) et il est arrivé déjà plusieurs accidents du fait d'explosion de ce gaz. Les éléments étant en place et les communications établies, il faut introduire l'eau acidulée. On verse, à cet effet, un volume d'acide sulfurique dans six volumes d'eau, et on doit obtenir, après refroidissement, une liqueur dont la densité soit égale à 1°,16. On a grand avantage à prendre de l'eau aussi pure que possible, de l'eau de pluie ou au besoin de l'eau distillée, et de l'acide sulfurique, soit au soufre, soit pur, ce qui vaut mieux.

Pour la charge, on se sert d'une machine enroulée en dérivation ; il faut environ 2ᵛ,5 par élément ; quant à l'intensité de courant, elle doit être comprise entre 0°,5 et 1 ampère par kilogramme de plaque.

La charge d'un accumulateur exige ainsi au moins huit à dix heures et bien plus lorsqu'ils sont neufs ou complètement épuisés. On constate que les accumulateurs sont chargés, lorsqu'il se produit un dégagement continu de gaz sur les électrodes et lorsque la force électro-motrice monte jusqu'à 2ᵛ,5. On a d'ailleurs, dans la densité, un autre moyen de contrôle, et actuellement certains accumulateurs sont pourvus d'aréomètres. Lorsque la densité de l'eau acidulée au début est de 1,16 environ, l'accumulateur est chargé lorsque cette densité devient à 1,22 ; on peut, en connaissant la densité, juger à quel point les accumulateurs sont chargés.

Il faut, en toute circonstance, que la force électro-motrice totale d'une série d'accumulateurs soit au moins le double du nombre des éléments, autrement on peut être sûr qu'il y a des éléments défectueux et il faut mesurer individuellement la force électro-motrice de chacun d'eux pour chercher l'élément en mauvais état. Cet élément est mis à part, nettoyé, changé d'eau acidulée et essayé à nouveau ; le défaut vient presque toujours d'un court circuit causé par la chute d'une particule d'oxyde. Il est, d'ailleurs, utile de changer, tous les trois ou six mois, l'eau acidulée des éléments.

Quelquefois il se forme du sulfate de plomb sur les électrodes ; dans certains cas, on a pu réduire ce sulfate en poussant plus loin l'intensité du courant de charge.

* **ACÉTALINIDE.** Syn. : *phenylacétamide.* On obtient l'acétanilide industriellement, en chauffant l'acide acétique cristallisable avec de l'aniline et distillant le produit. La réaction s'effectue d'après l'equation atomique :

$$\underset{\text{Aniline}}{AzH^2C^6H^5} + \underset{\text{Acide acétique}}{CH^3COOH} = \underset{\text{Acétanilide}}{C^6H^5AzH(COCH^3)} + H^2O$$

L'acétanilide est un corps blanc cristallisé en lames magnifiques, fusible à 113°, volatil sans décomposition à 235°, peu soluble dans l'eau froide, assez soluble dans l'eau bouillante, l'alcool, l'éther, la benzine, le sulfure de carbone et les huiles essentielles. Ses propriétés fébrifuges en font un agent assez employé en thérapeutique, sous le nom d'*antifébrine*.

On emploie l'acétanilide dans l'industrie des matières colorantes.

ACÉTATE. *T. de chim.* On désignait autrefois les acétates comme des combinaisons d'acide acétique avec les bases. Cette définition manque

de généralité et ne peut s'appliquer aux acétates organiques. Aujourd'hui, on définit les acétates comme des corps résultant de la substitution d'un métal ou d'un radical alcoolique à l'hydrogène basique de l'acide acétique. Les premiers sont les acétates métalliques : les seconds, les acétates organiques ou éthers acétiques.

ACÉTATES MÉTALLIQUES

Les acétates métalliques sont neutres, acides ou basiques. Mais comme l'acide acétique est monobasique, c'est-à-dire qu'il ne renferme qu'un atome d'hydrogène capable d'être remplacé par un métal, on considère : les *sels acides* comme acétates neutres, dans lesquels l'acide acétique joue le rôle d'eau de cristallisation ; les *sels basiques,* comme les acétates neutres combinés avec des hydrates ou des oxydes.

Les acétates dont la base est faible se dissocient à l'ébullition. Ils sont tous décomposés au rouge.

Les acétates de potasse et de soude *secs*, chauffés avec l'oxychlorure de phosphore, dégagent du chlorure d'acétyle, si l'acétate est en excès et si on fait refluer le chlorure d'acétyle on obtient l'anhydride acétique.

Acétate d'alumine. L'alumine que l'on obtient en précipitant un aluminate alcalin par un courant d'acide carbonique, ce qui arrive dans le traitement de la bauxite, est insoluble dans l'acide acétique. Si on veut la dissoudre dans cet acide, il faut la dissoudre d'abord dans un acide fort et la reprécipiter par un alcali ou mieux un carbonate alcalin. Ainsi préparée, elle est très pure et donne une solution d'acétate très utile dans les essais.

Quand on chauffe une solution concentrée d'acétate d'alumine préparée par l'alun et l'acétate de plomb, elle se prend en masse gélatineuse qui se redissout par refroidissement. L'acétate pur, au contraire, commence à se décomposer à 40° et à 100° il ne reste que des traces d'alumine en dissolution. Il s'est précipité un acétate basique, soluble seulement dans les alcalis.

Les acétates d'alumine jouent un rôle important dans la teinture et l'impression des tissus. La solution d'acétate neutre est également employée pour imperméabiliser les tissus : une étoffe imprégnée puis séchée se mouille difficilement et ne se laisse pas pénétrer par l'eau.

Acétate d'étain. Se prépare en dissolvant l'étain ou mieux le protoxyde d'étain dans l'acide acétique. La solution d'acétate d'étain a été proposée pour remplacer, dans certains cas, le protochlorure d'étain dans l'industrie des matières colorantes (*Société industrielle de Mulhouse,* avril 1887).

Acétate de potasse. On le prépare en dissolvant le carbonate de potasse dans l'acide acétique. Sel cristallisé en paillettes blanches, très solubles dans l'eau. La solution saturée bout à 169° et renferme une partie de sel pour 0,125 d'eau.

L'acétate de potasse fondu anhydre, est un déshydratant énergique, fréquemment employé dans les recherches chimiques.

Acétate de soude. On l'emploie comme l'acétate de potasse fondu et sec comme déshydratant et dans la préparation des éthers acétiques.

L'acétate de soude est employé pour le chauffage des voitures, vagons, etc. Si on enferme l'acétate cristallisé dans un vase métallique, qu'on chauffe le tout à 80° et qu'on abandonne ensuite au refroidissement, la température baisse peu à peu jusqu'à 59°. A ce moment l'acétate de soude commence à se solidifier et dégage sa chaleur latente. Tant que dure la solidification le vase reste à la même température. Des bouillottes échauffées de la sorte peuvent rester chaudes pendant vingt à vingt-deux heures.

Acétate d'urane. On le prépare en fondant les cristaux d'azotate d'urane, puis calcinant légèrement pour obtenir un oxyde rouge orange. Ce résidu sec pulvérisé est redissout à chaud dans l'acide acétique étendu d'un peu d'eau. L'acétate cristallise en croûtes par refroidissement. Les eaux mères contiennent du nitrate indécomposé. L'acétate d'urane doit être entièrement soluble dans l'eau à chaud. On l'emploie dans la préparation des liqueurs titrées qui servent au dosage de l'acide phosphorique. Il est également employé dans l'industrie des toiles peintes. En imprimant une couleur composée d'alizarine et d'acétate d'urane et vaporisant, on obtient sur le tissu une belle nuance grise, qui résiste au bain de savon bouillant. En mordançant le coton à l'acétate d'urane, on obtient ensuite dans la cuve d'alizarine, suivant le travail, des tons bruns ou violets. — A. D.

***ACÉTIMÈTRE, ACÉTIMÉTRIE.** *T. de chim.* L'acétimétrie est une méthode qui permet de déterminer rapidement la teneur en acide acétique réel, des acides acétiques du commerce et des vinaigres. L'essai se fait au moyen d'un tube de verre gradué appelé *acétimètre.*

On se sert d'une liqueur alcaline (liqueur de Réveil et Salleron) composée de 43 grammes de borax et 11 grammes de soude caustique dissous dans 1 litre d'eau distillée ; le tout coloré avec de la teinture de tournesol ; 20 centimètres cubes de cette liqueur neutralisent exactement 4 centimètres cubes d'acide sulfurique au 1/10°.

L'acétimètre porte à sa partie inférieure un premier trait marqué 0. Au-dessus sont gravées 25 divisions qui représentent la richesse acide du vinaigre.

Pour faire l'essai, on prend 4 centimètres cubes de vinaigre à l'aide d'une pipette jaugée et on les introduit dans l'acétimètre qu'ils occupent jusqu'au 0. On y ajoute petit à petit, en agitant, la liqueur acétimétrique jusqu'à ce que le liquide ait pris une teinte violacée. La saturation est alors complète et le chiffre correspondant au niveau du liquide indique la quantité d'acide acétique pur $C^2H^4O^2$ contenue dans 100 centimètres cubes de vinaigre. On peut également titrer l'acide acétique par la méthode générale de titrage des acides dite *acidimétrie.*

* **ACÉTONE.** *T. de chim.* On obtient dans l'industrie des quantités considérables d'acétone dans la fabrication de l'aniline, lorsqu'on distille le mélange d'acétate de fer et d'aniline provenant de la réduction de la nitrobenzine.

L'acétone est le premier terme d'un groupe très important de la chimie organique, les *acétones*. Une des propriétés fondamentales de ces produits, est de former avec les bisulfites alcalins des combinaisons cristallisées. C'est sur cette réaction qu'est basée la préparation de l'acétone pure.

On traite par un excès de bisulfite de soude en solution concentrée le produit brut commercial. Il se sépare des cristaux qu'on lave à l'éther et qu'on distille ensuite avec de l'eau et du carbonate de soude.

L'acétone est un dissolvant assez employé. Elle dissout facilement les résines, les matières grasses, le camphre, le coton poudre, etc.

* **ACÉTYLACÉTIQUE** (éther). *T. de chim.* Syn. : *acide éthydiacétique.* On l'obtient en chauffant, à refus, 1 kilogramme d'éther acétique *pur* et 100 grammes de sodium en petits morceaux jusqu'à dissolution complète du métal. Dans la masse liquide encore chaude, on ajoute 550 grammes d'acide acétique à 50 0/0, puis après un demi-litre d'eau. Il se forme deux couches : la couche supérieure lavée avec un peu d'eau est soumise à une série de distillations fractionnées. La portion recueillie entre 175 et 185 est de l'éther acétylacétique sensiblement pur.

Le résidu de la distillation se prend en masse cristalline par refroidissement; c'est de l'acide déhydracétique.

Avec les proportions indiquées on obtient 175 grammes d'éther acétylacétique pur.

C'est un liquide incolore, bouillant à 180°, d'odeur agréable rappelant celle de la fraise, sa solution colore en violet le perchlorure de fer. L'éther acétylacétique est employé avec la phénylhydrazine à la préparation de l'*antipyrine*. — V. ce mot. — A. D.

* **ACÉTYLE** (Chlorure d'). *T. de chim.* Le chlorure d'acétyle fait partie d'un groupe de produits organiques nommés *chlorures d'acides*. Il représente l'acide acétique dans lequel un groupe oxhydryle OH est remplacé par un atome de chlore Cl

CH^3COOH acide acétique
CH^3COCl chlorure d'acétyle

Le chlorure d'acétyle prend naissance dans l'action des chlorures et oxychlorures de phosphore sur l'acide acétique et les acétates. On le prépare facilement en ajoutant peu à peu 9 parties d'acide acétique à 7 parties de trichlorure de phosphore. On peut sans inconvénient opérer sur des quantités notables, par exemple mettre le trichlorure de phosphore dans une tourie et ajouter l'acide acétique par fractions de 1 litre à la fois.

Le mélange se trouble et ne tarde pas à se séparer en deux couches. Le chlorure d'acétyle constitue en grande partie la couche supérieure. La couche inférieure contient surtout de l'acide phosphoreux avec de l'acide acétylphosphoreux et un peu de chlorure d'acétyle.

On décante la couche supérieure et on la distille dans un appareil en verre, ou plus en grand dans une chaudière émaillée avec couvercle et serpentin en plomb. On recueille ce qui passe jusqu'à 60°. Pour avoir un produit pur, on peut le distiller une seconde fois sur un peu d'acétate de soude sec.

Le chlorure d'acétyle est un liquide incolore fumant à l'air, il bout à 50°,9, densité 1,138. Traité par l'eau, il se dissout d'abord lentement en donnant de l'acide chlorhydrique et de l'acide acétique; en même temps la température s'élève et à un moment donné ce qui reste non dissous se décompose brusquement avec projection de liquide.

Comme tous les chlorures d'acides, le chlorure d'acétyle se prête à de nombreuses réactions par double décomposition, et sert à l'obtention d'une foule de composés acétylés. C'est ainsi qu'il est employé en assez grande quantité pour la fabrication de la vaniline artificielle. — A. D.

ACIDE. Le développement que nous avons donné au *Dictionnaire*, nous a conduit à faire l'étude des divers acides industriels dans le cours de l'ouvrage et dans l'ordre alphabétique. Cette méthode, que nous suivrons au *Supplément*, nous a semblé plus rationnelle, parce qu'un seul article *acide*, renfermant tous les acides dont il importe d'exposer la nature et la fabrication, n'offre pas, à notre sens, toute la clarté désirable, en ce que beaucoup d'entre eux se trouvent ainsi séparés des corps qui s'y rattachent.

Nous avons donc adopté complètement l'ordre alphabétique. C'est ainsi que le lecteur trouvera l'acide arsénique à ARSENIC, l'acide phosphorique à PHOSPHORE, l'acide salicylique à SALICYLIQUE (acide), etc.

Mais avant l'étude particulière de chacun de ces acides, quelques généralités sont indispensables sur la constitution et les propriétés fondamentales de ces produits si utiles à l'industrie.

Nous avons vu, tome I, page 14, que les acides sont des composés hydrogénés, dans lesquels l'hydrogène est uni à un radical électro-négatif. En présence d'un hydrate basique le métal de l'hydrate se substitue à l'hydrogène de l'acide et il y a formation d'eau. Cette attraction réciproque des acides et des bases est due aux propriétés électro-positives du radical des bases.

$$HCl + NaOH = NaCl + H^2O$$

Acide chlorhydrique — Soude — Chlorure de sodium — Eau

$$C^2H^3O^2.H + KOH = C^2H^3O^2.K + H^2O$$

Acide acétique — Potasse — Acétate de potasse

Une autre propriété fondamentale des acides est de former des chlorures par substitution de Cl à OH, lesquels chlorures régénèrent l'acide initial lorsqu'on les traite par l'eau.

$$AzOCl + H^2O = HCl + AzOOH$$

Chlorure de nitrosyle — Acide azoteux

$$C^2H^3O.Cl + H^2O = HCl + C^2H^3O.OH$$

Chlorure d'acétyle — Acide acétique

L'oxygène fortement électro-négatif développe ou accroît les propriétés basiques de l'hydrogène des acides; plus il y a d'oxygène dans le radical, plus l'acide est puissant, ainsi H^2S (acide sulfhydrique) est un acide faible, H^2SO^3 (acide sulfureux) est déjà très acide, H^2SO^4 (acide sulfurique) est un acide énergique.

Maintenant, qu'appelle-t-on *atomicité* et *basicité* d'un acide ?

L'*atomicité* est représentée par le nombre d'atomes d'hydrogène remplaçables par un radical négatif quelconque, qui n'est pas forcément un métal.

La *basicité* est représentée par le nombre d'atomes d'hydrogène remplaçables par un métal.

En effet, tous les atomes d'hydrogène d'un acide, même ceux qui sont détachés du radical, ne sont pas remplaçables par des métaux.

Ainsi, dans l'acide phosphoreux PH^3O^3, deux atomes d'hydrogène seulement sont basiques et remplaçables par le potassium, le troisième est dit *typique* et peut être remplacé par un radical électro-négatif, l'éthyle, par exemple.

L'acide lactique contient deux atomes d'hydrogène, dont un basique et l'autre typique.

De sorte que l'atomicité et la basicité peuvent être égales, mais jamais la dernière ne peut surpasser la première. Par conséquent, nous pouvons avoir des acides mono, di, tri... atomiques qui sont en même temps mono, di, tri .. basiques et d'autres d'atomicité et basicité différentes, comme l'acide phosphoreux.

Les acides qui renferment les éléments de l'eau peuvent se déshydrater et se transformer ainsi en acides anhydres ou anhydrides. Quand ces anhydrides renferment encore de l'hydrogène, ils ont encore les fonctions acides, mais ils ont perdu l'atomicité correspondante à l'hydrogène de l'eau éliminée.

D'après ce qui précède, nous voyons que les acides monoatomiques, nécessairement monobasiques, ne peuvent donner qu'une seule série de sels, qu'une seule classe d'éthers et ne peuvent former d'anhydride par simple déshydratation. On doit avoir recours à des moyens détournés, comme pour la préparation de l'anhydride acétique.

$$\underset{\text{Chlorure d'acétyle}}{CH^3COCl} + \underset{\text{Acétate de soude}}{CH^3COONa} = NaCl + \underset{\text{Anhydride acétique}}{\begin{matrix}CH^3CO\\CH^3CO\end{matrix}\Big\}O}$$

Les principaux acides monoatomiques sont les *acides chlorhydrique, hypochloreux, perchlorique, azotique, métaphosphorique, arsénique* et *antimonique.*

L'acide lactique est le principal acide diatomique monobasique.

Les acides diatomiques bibasiques donnent des sels neutres et acides.

SO^4H^2	SO^4HNa	SO^4Na^5
Acide sulfurique	Sulfate acide de soude	Sulfate neutre de soude

deux séries d'éthers correspondants, neutres et acides.

$SO^4H(C^2H^5)$	$SO^4(C^2H^5)^2$
Acide sulfovinique	Sulfate neutre d'éthyle

Ils donnent directement des anhydrides par déshydratation.

$$SO^4H^2 - H^2O = SO^3$$

Anhydride sulfurique

Les principaux acides de cette classe sont les *acides sulfureux, sulfurique, chromique, stannique.* Enfin, les *acides phosphoreux*, déjà mentionnés, *phosphorique*, *borique* sont triatomiques; l'*acide silicique* est tétratomique; on ne connaît pas d'*acides pentatomiques.* L'*acide malique* est hexatomique, etc.

Ces considérations un peu théoriques nous ont semblé indispensables, en raison des applications de plus en plus importantes de la chimie théorique à la pratique industrielle. — A. D.

* **ACIDIMÉTRIE.** *T. de chim.* Opération qui consiste à déterminer la richesse d'un acide au moyen d'une liqueur alcaline d'un titre connu, la saturation étant indiquée par une matière colorante spéciale appelée *indicateur.*

Les liqueurs alcalines titrées sont de deux sortes :

1° Les liqueurs dites *normales*, c'est-à-dire contenant par litre un poids d'alcali égal à son équivalent. Les liqueurs normales-décimes se préparent en portant à 1 litre 100 centimètres cubes de la liqueur normale.

2° Les liqueurs dites *arbitraires* préparées de telle sorte que 1 centimètre cube corresponde à 1 centigramme ou à 1 milligramme de l'élément dosé. Les premières sont de beaucoup les plus employées. La seule liqueur normale alcaline se préparant directement est à base de carbonate de soude : on dissout dans l'eau 53 grammes de carbonate de soude pur et anhydre et on porte exactement le volume à 1 litre. Les autres liqueurs, plus employées, préparées avec la potasse ou la soude caustique se titrent avec des acides titrés dont la préparation sera indiquée à l'article ALCALIMÉTRIE. Le lecteur trouvera à ce mot tous les détails sur la préparation des différentes liqueurs employées, le mode opératoire et le rôle des indicateurs.

ACIER (V. le *Dictionnaire*). Les plus grands progrès réalisés dans la métallurgie, depuis l'origine de ce *Dictionnaire*, l'ont été surtout du côté de l'*acier.* Nous avons cherché à mettre les lecteurs au courant de l'actualité, chaque fois que l'occasion s'en est présentée, mais, le sujet a pris une telle importance, que nous croyons utile, à l'occasion de l'Exposition universelle de 1889, de présenter un travail d'ensemble résumant toute la question, en insistant sur les nouveautés les plus récentes.

L'acier, dans ses usages industriels, se présente sous plusieurs formes. Tantôt, c'est du fer allié à une certaine proportion de carbone et qui acquiert des propriétés précieuses par l'adjonction de substances étrangères ; tantôt, c'est un métal se rapprochant du fer pur et où l'état fondu, par lequel il est passé, lui communique

une homogénéité remarquable, d'où dérive sa douceur et sa résistance.

Il est donc devenu nécessaire de classer et de définir l'acier, en passant en revue l'ensemble des méthodes qui permettent d'obtenir ce précieux métal, sous toutes ses formes usuelles.

Pour le métallurgiste, comme pour les gens du monde, l'acier est une variété de fer qui, par un traitement spécial appelé *trempe* et dont le principe est un refroidissement subit, acquiert de l'élasticité et de la dureté. — V. TREMPE.

Par cette *élasticité*, l'acier est propre à faire des ressorts qui, après une déformation temporaire, reprennent leur position d'équilibre.

Par la *dureté*, l'acier peut donner des outils tranchants, dont la découverte a caractérisé une des époques les plus récentes de la civilisation et à laquelle on a donné, improprement, le nom d'*âge de fer*.

C'est dire que l'acier est de première importance dans le monde.

Pour le chimiste, l'acier, susceptible de prendre la trempe et de jouir des propriétés que nous venons de définir, est formé de fer avec une petite proportion de carbone.

Mais à côté de ces *aciers de trempe*, les méthodes nouvelles d'affinage ont donné lieu à un produit qui a passé par l'état fondu et qui ne prend pas la trempe. Ce métal, qui tend à remplacer, avec avantage, le fer dans la majeure partie de ses emplois, porte improprement le nom d'*acier* et nous aurons l'occasion d'en reparler.

Pendant longtemps on a cru que l'*acier de trempe* n'était pas uniquement composé de fer et d'une petite proportion de carbone. On croyait qu'il y avait, en outre, quelque chose de *sui generis* que ne renfermaient pas toutes les matières ferrugineuses, dont on cherchait la transformation en acier ; et, on y avait été conduit par cette considération pratique, que tous les fers soumis au traitement pour acier, ne donnaient pas toujours un métal convenable. On en avait conclu qu'il fallait une *propension aciéreuse*, que possédaient seules certaines espèces de minerais.

L'analyse chimique nous a montré que cette manière de raisonner, qui n'expliquait rien, était vicieuse. Si tous les minerais ne donnent pas d'acier, ou tout au moins, de bon acier, c'est qu'ils renferment des substances étrangères, des impuretés qui communiquent au métal des propriétés fâcheuses, tels sont : le phosphore, le soufre, l'arsenic, etc., ou que ces minerais ne renferment pas des éléments épurateurs, comme le manganèse, qui permettrait l'élimination du soufre.

Occupons-nous d'abord du rôle du carbone vis-à-vis du fer.

La solubilité du carbone dans le fer est très limitée ; quand il n'y a pas de corps étrangers en présence, tels que le manganèse ou le chrome, qui favorisent cette solubilité, elle ne dépasse pas environ 4 0/0. C'est-à-dire que cinq équivalents de fer et un de carbone, constitueraient une dissolution saturée, sans que nous admettions, pour cela, que le carbure Fe^5C

Fer.	$5 \times 28 =$	140	85,9 0/0
Carbone. . . .	$6 \times 1 =$	6	4,1
		146	100.0 0/0

existe forcément. En tout cas, il n'a pas été isolé davantage que les autres carbures, plus ou moins complexes, que l'on a proposés pour représenter cette affinité du carbone pour le fer.

La dissolution du carbone dans le fer est accompagnée d'un certain refroidissement, ce qui indique, d'après les principes thermo-chimiques, une affinité très modérée.

Considérons la série continue des dissolutions de carbone dans le fer, partant de zéro et finissant à 4 0/0 ou 40 millièmes de carbone, nous aurons un ensemble de corps plus ou moins utiles et qu'il y a lieu de classer.

Le *fer* renferme moins de 2 millièmes de carbone et ne doit pas prendre sensiblement la trempe. — V. *Dictionnaire*, FER.

L'*acier* aura de 2 à 24 millièmes de carbone et devra prendre la trempe.

La *fonte* comprendra toutes les variétés entre 20 et 40 millièmes de carbone. — V. *Dictionnaire*, FONTE.

Ces divisions sont forcément un peu arbitraires, mais elles sont nécessaires pour fixer les idées.

Si des substances étrangères viennent à intervenir, nous avons alors au lieu de *composés binaires* de fer et de carbone, des *composés ternaires*, formés de fer, de carbone et d'un autre corps, et qui peuvent rentrer dans les catégories ci-dessus, suivant leur composition ; ainsi, nous pourrons avoir des *fontes manganésées* ou des *aciers manganésés* tout comme des *fontes siliceuses* ou des *aciers siliceux*, suivant les proportions de carbone en présence.

La découverte d'uu composé de fer et d'iridium, qui prenait, sans avoir de traces de carbone, les propriétés caractéristiques des aciers, conduisit Chevreul à considérer l'acier, en général, comme un état particulier du fer produit par l'union de ce métal avec un ou plusieurs corps, dont la nature peut varier. Pour lui, l'acier est du fer qui se durcit par la trempe et l'on doit distinguer :

1° Des aciers formés de fer et de carbone ;

2° Des aciers formés de fer, de carbone et d'un troisième corps ;

3° Des aciers sans carbone.

Voilà donc les idées élargies sur ce qu'il faut entendre par l'*acier* ; mais cette classification ne correspond qu'à ce que nous avons appelé, plus haut, les *aciers de trempe*. Nous ne pouvons y faire entrer *les aciers qui ne trempent pas* et nous allons voir comment ils se sont introduits.

Nous avons dit ce que c'était que la *fonte*, c'est le terme extrême de la série carburée, qui commence au fer, en passant par l'acier au carbone, ou en traitant la fonte par *affinage*, c'est-à-dire en cherchant à lui enlever son carbone ; si la méthode employée donne des produits fondus, on peut,

avec l'appareil Bessemer, avec le four Martin-Siemens, par exemple, s'arrêter à un *métal fondu* renfermant de 2 à 5 millièmes de carbone, sans que rien soit notablement changé dans la manière d'opérer ; on ne peut donc distinguer, sans un essai physique ou chimique, du métal à 5 millièmes de carbone, qui est de l'acier, d'avec celui qui a moins de 2 millièmes de carbone et qui n'est pas de l'acier.

Ainsi, les rails en métal fondu, obtenus par les procédés Bessemer ou Martin-Siemens, ont 2 ou 3 millièmes de carbone et ne trempent pas d'une manière notable ; ce n'est donc pas de l'acier ; et, cependant, tout le monde dit des *rails d'acier*, des *tôles d'acier*, au lieu de *tôles en fer doux fondu*, *rails en fer doux fondu*.

On a cherché à réagir contre cette appellation vicieuse, et, à l'occasion de l'Exposition de Philadelphie, en 1876, une commission internationale a essayé de réglementer cette classification, en appelant *fer fondu, fer soudé*, le fer, suivant qu'il a été obtenu par fusion ou par soudage, et de même pour l'*acier fondu* ou l'*acier soudé*, suivant leur origine, en prenant la *trempe* pour base de la distinction entre le fer et l'acier.

Il est à craindre que ces efforts ne soient stériles ; car, malgré plusieurs siècles de protestations, nous voyons bien l'Amérique ne pas porter le nom de celui qui l'a découverte.

L'acier des premiers âges de la civilisation n'était ni fondu ni homogène, mais il acquérait, par la trempe, la dureté et l'élasticité qui faisaient sa valeur. Nous ne sommes pas fixés bien exactement sur la manière dont cet acier était primitivement obtenu. Etait-ce un produit direct de la réduction des minerais de fer sous l'action du charbon de bois? Ou bien, produisait-on d'abord du fer, que l'on carburait ensuite dans une opération spéciale ? Ce que nous pouvons affirmer, c'est que les monuments de l'Egypte et de l'Assyrie n'ont pas pu être construits sans l'aide de l'acier trempé. Le fer, étant sujet à s'oxyder, disparaît plus facilement que le cuivre ou les autres métaux ; c'est pourquoi nous en retrouvons si peu de restes et son état de décomposition ne permet pas facilement de juger si c'était du fer ou de l'acier.

Il y a plusieurs méthodes pour obtenir l'acier ; nous allons les passer rapidement en revue, en cherchant seulement à les caractériser en quelques mots.

A. Réduction du minerai. Le minerai de fer, ramené à ses éléments principaux, est un composé de fer et d'oxygène ; en éliminant l'oxygène par le contact du charbon, on rend le fer libre.

Si cette action réductrice par l'intermédiaire du carbone s'arrête au *fer métallique*, on obtient un métal mou, malléable, soudant et sur lequel nous ne nous étendrons pas davantage ; c'est le *fer*, que tout le monde connaît. Si une partie du carbone employé reste alliée au fer, on obtient de l'*acier*, et plus particulièrement, l'*acier naturel*.

Cet acier, que l'on produisait, autrefois, soit dans les *foyers catalans*, soit dans les *stuckofen*, était plutôt un mélange de fer doux, d'acier mou et d'acier dur, que le triage, par la couleur et la grosseur du grain, ne permettait pas toujours de classer ; on n'avait donc qu'un produit, sans homogénéité, qui ne servait guère que pour les instruments aratoires et d'autres outils grossiers. C'est très probablement ainsi qu'opéraient les anciens, avant les perfectionnements apportés par la carburation ultérieure ou *cémentation* (V. Cémentation). Quelle que fut l'incertitude du produit, l'ouvrier avait cependant quelques moyens à sa disposition, pour diriger son travail dans le sens de l'acier plutôt que dans celui du fer. Pour l'acier, par exemple, on cherchait à diminuer l'action oxydante, en supprimant l'emploi des minerais menus (qui agissaient trop énergiquement sur le charbon de bois) et en recouvrant le fer de charbons embrasés.

B. Cémentation du fer. C'est, sans doute, dès la découverte du fer que l'on connut sa propriété de se durcir quand on le chauffe, en vase clos, avec des matières charbonneuses. La difficulté de produire directement l'acier par la réduction des minerais a dû faire préférer cette nouvelle méthode, d'autant plus que la dureté, que l'on peut atteindre par la cémentation est beaucoup plus élevée. Les anciens connaissaient certainement ce procédé et les armuriers du moyen âge l'employaient couramment. Réaumur ne s'expliquait pas très bien encore, au siècle dernier, le phénomène qui se passe dans la cémentation. Méconnaissant l'action dominante du carbone, il faisait intervenir l'influence des *soufres et des sels* dans une opération qui nous semble maintenant si simple ; c'est que les matières charbonneuses, au sein desquelles on chauffait le fer pour le transformer en acier, étaient mélangées d'autres substances salines ou terreuses, qui obscurcissaient la réaction, tout en ayant la prétention, plus ou moins fondée, de la faciliter.

La cémentation du fer donne des produits, en général, peu homogènes, et auxquels, comme nous le dirons plus loin, on fait subir des opérations de *soudage* ou de *fusion* ; c'est donc comme matière première de ces traitements ultérieurs, que nous avons vu, à l'Exposition de 1889, plusieurs échantillons de *fer cémenté*, car il est rarement employé seul.

L'usine d'Assailly (Compagnie des hauts fourneaux, forges et aciéries de la Marine et des Chemins de fer) avait exposé quelques cassures de fer cémenté, à différents degrés de carburation, de 0,7 à 1,5 de carbone. Elles étaient de l'aspect ordinaire, blanc à facettes plus ou moins larges, avec cavités intérieures et ampoules à l'extérieur. On sait que ces cavités sont produites par l'action de la scorie interposée dans le fer sur le carbone qui pénètre peu à peu la barre. Un de ces échantillons soumis à une double cémentation a changé de grain et de couleur ; la teneur en carbone est montée de 1,5 à 2 0/0 et, en même temps, il s'est déposé des noyaux de graphite ; c'est une sorte de *fonte truitée* obtenue par absorption de carbone; il serait intéressant de savoir si, en prolongeant encore l'opération, on arriverait à une fonte tout à fait grise.

La cémentation peut s'opérer sur l'acier doux. Dans ce cas, il y a augmentation de la teneur en carbone, mais il ne se forme ni cavités intérieures, ni ampoules superficielles, puisqu'il n'y a pas de scorie interposée qui puisse former de l'oxyde de carbone par réaction de l'excès d'oxygène dissous, sur le carbone absorbé. En général, quand on soumet à la cémentation une barre d'acier homogène, il y a une certaine relation entre l'aspect de la cassure cémentée, son grain plus ou moins gros, plus ou moins lâche et la fragilité de l'acier qui lui a donné naissance. C'est un renseignement pratique qui n'a rien d'absolu.

C'est la signification qu'il faut donner à la série des barreaux cémentés que l'on observe dans l'exposition Holtzer pour les aciers complexes dont nous parlerons plus loin (*aciers ternaires* : aciers au cuivre et au carbone, aciers au chrome et au carbone, aciers au tungstène et au carbone, etc.; *aciers quaternaires* : aciers au chrome, au tungstène et au carbone, aciers au manganèse, au silicium et au carbone, etc.). Ces barreaux d'*acier cémenté* sont sans cavités et sans ampoules et sont de grain variable avec la nature et la proportion des substances étrangères qu'ils renferment ; leur cassure est généralement blanche.

Un ancien ouvrier, M. Berthomieu, a exposé une série, non pas de barreaux cémentés, mais d'objets cémentés de toutes formes et de toute nature, qui sont remarquables par l'absence d'ampoules superficielles et de gauchissements. Les fabricants ne donnent pas d'explications sur leur procédé, mais nous pensons que l'élément carburant est, tout entier, formé de rognures et de déchets de cuir. C'est une méthode analogue à celle que l'on emploie pour la carburation des limes et qui porte le nom impropre de *trempe en paquet*, tandis que c'est une véritable *cémentation graduée*.

C. Affinage de la fonte. 1° *Affinage au bas foyer*. La découverte de la fonte, c'est-à-dire du produit extrême de la carburation du fer, dans la réduction des minerais, est relativement moderne. Elle est le résultat de l'agrandissement et de la surélévation des fourneaux qui servaient, primitivement, au traitement des minerais de fer.

La facilité avec laquelle on pouvait, en passant par l'intermédiaire de la fonte, opérer la réduction complète des minerais de fer les plus pauvres, a fait, de ce nouveau produit, la matière première de toute la métallurgie du fer.

L'*affinage* (V. Affinage) ou expulsion du carbone de la fonte, est devenu alors la vraie méthode de production du fer et, par suite, de l'acier.

En prenant des précautions particulières, en ménageant le départ du carbone, on a pu, au lieu d'arriver jusqu'à la décarburation totale de la fonte, s'arrêter avant la production du fer et on a obtenu l'*acier de forge* ou *acier de fusion*, que l'on a appelé aussi *acier naturel*. Cet acier n'est pas homogène, il renferme des parties à divers états de carburation, mais il présente par cela même une résistance au choc, souvent plus grande que certains aciers fondus, par suite du fer interposé entre les particules d'acier. Il contient aussi de la scorie mélangée au métal.

Pendant longtemps, l'*acier de forge* a été la source la plus abondante de production de l'acier, conjointement avec l'*acier cémenté*.

Ces deux sortes d'acier n'étaient ordinairement pas employées dans leur état naturel ; on leur faisait subir généralement, un *raffinage*, pour leur donner plus d'homogénéité et plus de cohésion. Etirés en barres minces, que l'on réunissait et que l'on soudait ensuite, ces aciers étaient de meilleure qualité. On répétait deux et trois fois cette opération du raffinage, par paquetage, soudage et corroyage ; on avait alors l'acier *une fois, deux fois corroyé*.

2. *Puddlage pour acier*. Quand l'Anglais Cort eut simplifié l'affinage de la fonte par l'isolement du combustible et du métal et l'emploi des fours à réverbère, il était naturel que l'on cherchât à appliquer ce perfectionnement à la production de l'acier de forge, obtenu jusqu'à présent seulement par le travail coûteux et lent du bas foyer.

La masse, relativement grande, sur laquelle on opérait au four à puddler, la surface de métal exposée à l'oxydation et que protégeait plus ou moins efficacement le bain de scories, la nature spéciale des fontes, etc., créèrent des difficultés qui ne permirent la réussite du *puddlage pour acier* qu'un demi-siècle, au moins, après la découverte du *puddlage pour fer*.

— Quoique la première réussite semble due à un Français (Bréant, 1824), puis aux usines Mayr (Carinthie, 1835), ce n'est que vers 1850, que cette nouvelle méthode, rapide et économique de produire l'acier en plus grandes masses que par les anciens procédés, se développa sérieusement; dès 1845, Morel, Petin et Gaudet, dans le département de la Loire, obtenaient de bons résultats; dix ans plus tard, cette industrie était introduite en Westphalie par les ouvriers français et y prenait un développement considérable. L'ère de l'acier commençait.

L'*acier puddlé* était représenté à l'Exposition par une très belle série de barres, à carburation graduée, de l'usine d'Assailly (Société des hauts fourneaux, forges et aciéries de la Marine et des Chemins de fer) ; mais les plus beaux échantillons sont ceux de la maison Holtzer. Ces produits, remarquablement homogènes, sont surtout *très soudants*, malgré leur teneur en carbone relativement élevée. Quoique les conditions, qui donnent à un acier la propriété d'être soudant, ne soient pas encore bien connues, il est à remarquer qu'en général, quelque doux que soit un acier fondu, il soude difficilement, quoi qu'on dise, tandis que l'acier puddlé, moins homogène, moins pur que l'acier fondu, se soude très pratiquement, quelle que soit sa teneur en carbone. Il semble que la présence de la scorie, interposée entre les grains du métal, permette au moment de la soudure, le décapage des surfaces et facilite leur union intime, dans l'acier puddlé; tandis que dans l'acier fondu, l'absence de scorie laisse les surfaces oxydées et d'un rapprochement difficile.

D. Fusion de l'acier. La consommation de l'acier puddlé, tel qu'il sortait des fours, se limitait à la

réalisation de certaines parties du matériel des chemins de fer ; comme pour les aciers, non homogènes, obtenus par les méthodes anciennes, on recourut à la fusion pour augmenter la qualité et régulariser le degré de carburation.

Cette fusion se fait dans des creusets chauffés, soit au milieu du coke, soit dans des fours à gaz. La fusion ayant lieu en vase clos, à l'abri de l'air, on est maître de faire des mélanges, qui agissent sur le degré de carburation, ou sur la qualité même du métal.

Il y a, depuis quelques années, une tendance à produire, au creuset,de l'acier fondu, extra-doux, ou plutôt du véritable *fer doux fondu.*

L'usine d'Assailly exposait du fer puddlé fondu au creuset, ayant la composition suivante :

Carbone..	0.150
Silicium..	0.120
Phosphore.	0.022

Holtzer aussi exposait du *fer doux fondu* d'une malléabilité extrême, se moulant parfaitement, d'une résistance au choc considérable (après recuit, sans doute), mais sur la composition chimique duquel nous n'avons pu obtenir de renseignements. Ce dernier produit est une nouveauté, comme propriétés et comme aspect, car le problème, qui consiste à fondre au creuset et sans l'altérer du fer doux, est un des plus difficiles de la métallurgie. Il est possible que la réussite tienne à éviter la carburation, en incorporant au besoin du silicium.

E. Procédés dérivant de la fusion de l'acier. Du moment qu'il est établi que l'acier n'est qu'un fer renfermant une certaine proportion de carbone, il s'est présenté plusieurs procédés pour obtenir, sous forme homogène et à l'état fondu, de l'acier répondant, plus ou moins, suivant les matières premières employées,aux besoins de l'industrie. C'est ainsi que l'on peut obtenir de l'acier par les opérations suivantes :

1° *Fusion du fer, mélangé de matière charbonneuse.* Souvent, au lieu de faire des additions carburantes, on se sert de creusets où le graphite entre en proportion notable ; mais, vu la facilité avec laquelle le graphite se dissout dans le fer, cette manière d'opérer est très incertaine. Les additions carburantes employées sont la suie, le charbon de bois, etc. ;

2° *Fusion d'un mélange de fonte et de minerai de fer.* Si l'on considère une fonte pure, comme composée de fer et de carbone et un minerai de fer pur, comme formé de fer et d'oxygène, il n'est pas douteux qu'on ne puisse, en mélangeant convenablement ces deux éléments, arriver à réduire le minerai par la fonte, en s'arrêtant à un degré de carburation convenable. Cette manière d'opérer a donné naissance au procédé Uchatius, qui a été employé pendant quelque temps en Autriche ;

3° *Fusion d'un mélange de fonte et de fer.* Le carbone étant déjà incorporé au fer, dans la fonte, cette matière est éminemment propre à la répartition homogène et régulière du carbone dans le fer soumis à la fusion ;

4° *Fusion d'un mélange de minerai et de charbon.* La difficulté d'une semblable manière d'opérer est dans la quantité de carbone à employer. Il en faut pour opérer la réduction, il en faut aussi pour carburer le produit, mais on peut craindre d'obtenir de la fonte. Aussi cette méthode n'est-elle guère employée. En général, on préfère les moyens qui donnent, ou *les produits les plus purs,* ou *les produits les plus économiques pour une pureté suffisante.*

Par l'affinage, on élimine la majeure partie des impuretés de la fonte, on doit donc rechercher, pour la fabrication des produits de choix, le *fer* ; et, pour assurer un contrôle sur la carburation, la *cémentation* est encore le moyen le plus sûr, car c'est une opération lente, agissant de proche en proche et que l'on peut surveiller.

Aussi, la cémentation des fers de la plus grande pureté, suivie de la fusion au creuset, est restée la formule de fabrication des aciers de première qualité. En dehors de cette manière d'opérer, il est préférable d'employer les méthodes récentes permettant d'obtenir, économiquement, l'acier en grandes masses. Il nous reste à en parler.

F. Acier Bessemer. L'opération Bessemer consiste dans le passage, au travers de la fonte liquide, d'un énergique courant d'air. L'oxyde de fer, produit par cette oxydation,agit ensuite, dans leur ordre d'avidité pour l'oxygène, sur les divers éléments qui constituent la fonte : silicium, carbone, manganèse. L'action est si rapide, que la chaleur produite par la combustion de ces différents corps, n'a pas le temps de se dissiper au dehors par rayonnement et le métal obtenu, quel que soit son peu de fusibilité, reste à l'état liquide. Comme la fonte Bessemer doit remplir certaines conditions de composition chimique, il y a lieu d'arriver jusqu'à la décarburation complète après élimination de tous les éléments autres que le fer, qui peuvent se trouver en présence. Pour obtenir ensuite le degré de carburation voulue, il est nécessaire d'enlever l'excès d'oxydation que présente le bain et d'ajouter la quantité de carbone que l'on désire. C'est ce que l'on obtient avec une addition de fonte manganésée ; le manganèse réduit l'oxyde de fer en dissolution et le carbone qui l'accompagne se dissout dans l'acier

Le Bessemer a été pour la production de l'acier fondu, à tous les degrés de dureté, un élément puissant de vulgarisation. C'est grâce à lui que l'on a pu employer aux chemins de fer (rails, essieux, bandages), et aux constructions navales (tôles, cornières, etc.), ce nouveau métal qui a pour lui l'homogénéité, la résistance et le bon marché.

Les aciers fins, destinés à l'outillage et pour lesquels la qualité et la permanence de la trempe sont des questions de premier ordre, qui ne viennent qu'après la considération de prix, continuent à se faire par les anciennes méthodes de la cémentation du fer et de sa fusion au creuset. Le procédé Bessemer n'en reste pas moins la merveille de la métallurgie moderne et un élément de civilisation qu'on ne saurait méconnaître ; grâce à lui, les chemins de fer se

construisent aujourd'hui d'une manière presque indestructible pour leur voie courante et l'on a maintenant des rails d'acier pour la moitié du prix auquel se vendaient, il y a trente ans, les rails de fer, dont la durée n'était que d'une dizaine d'années.

L'acier Bessemer était peu représenté au Champ-de-Mars ; les exposants ne donnant pas de renseignements sur les méthodes qu'ils emploient pour obtenir leurs différents produits.

La Société des forges de Stenay (Ardennes) exposait des aciers obtenus, uniquement, avec un convertisseur Bessemer destiné à la fabrication en petit.

Ce genre de convertisseur, imaginé par M. Walraud, puis, modifié, plus ou moins, par M. Robert, présente les caractères suivants :

1° Il est de faible capacité; ce qui, au premier abord, semble un avantage intéressant, puisque cela permet d'opérer en petit ; ceci est important pour les fondeurs, qui n'ont pas toujours une quantité de commandes suffisantes pour alimenter une grosse production ; mais, en réalité, dans une opération qui ne vit que par sa chaleur propre et par celle que produisent les réactions chimiques qui s'y passent, plus on opère sur une grande masse, plus les chances de refroidissement sont diminuées et plus on peut espérer une température élevée du produit obtenu. Inversement, dans un convertisseur de petites dimensions, il faut obvier aux pertes par rayonnement au moyen d'artifices tirés de la composition de la fonte traitée : haute teneur en silicium, haute température de la fonte sortant du cubilot, et fondue avec excès de coke, etc. ;

2° La soufflerie, au lieu d'opérer par le fond du convertisseur, ce qui demande une pression de vent capable de vaincre la résistance qu'oppose une colonne élevée d'un métal d'une densité supérieure à 7, a lieu sur le côté et à une assez petite distance de la surface. On peut donc marcher avec une faible pression, ce qui permet, dans certains cas, d'utiliser des machines soufflantes de faible puissance. L'affinage de la fonte a lieu par un mouvement gyratoire de l'oxyde produit dans l'insufflation près de la surface, et qui agit sur le silicium, le carbone et le manganèse de la fonte, dans une sorte de tourbillon plus ou moins rapide. Naturellement, avec cette disposition, l'oxyde n'a pas le temps de se réduire, aussi bien que dans le Bessemer ordinaire à insufflation par le fond ; une grande partie se fait jour à la surface et produit une fumée rousse caractéristique se traduisant par un déchet, qui est environ le double de celui que l'on observe d'habitude. D'un autre côté, par la présence même de cet oxyde en excès, l'affinage semble très complet, la durée de la réaction étant prolongée ; on ne paraît pas craindre d'obtenir, comme au Bessemer ordinaire, du métal chargé de silicium par excès de température du bain, et par dissociation de la silice ; aussi les produits ne sont-ils généralement pas sans soufflures, ce qui, pour des moulages, est un inconvénient notable, malgré la douceur indéniable du métal.

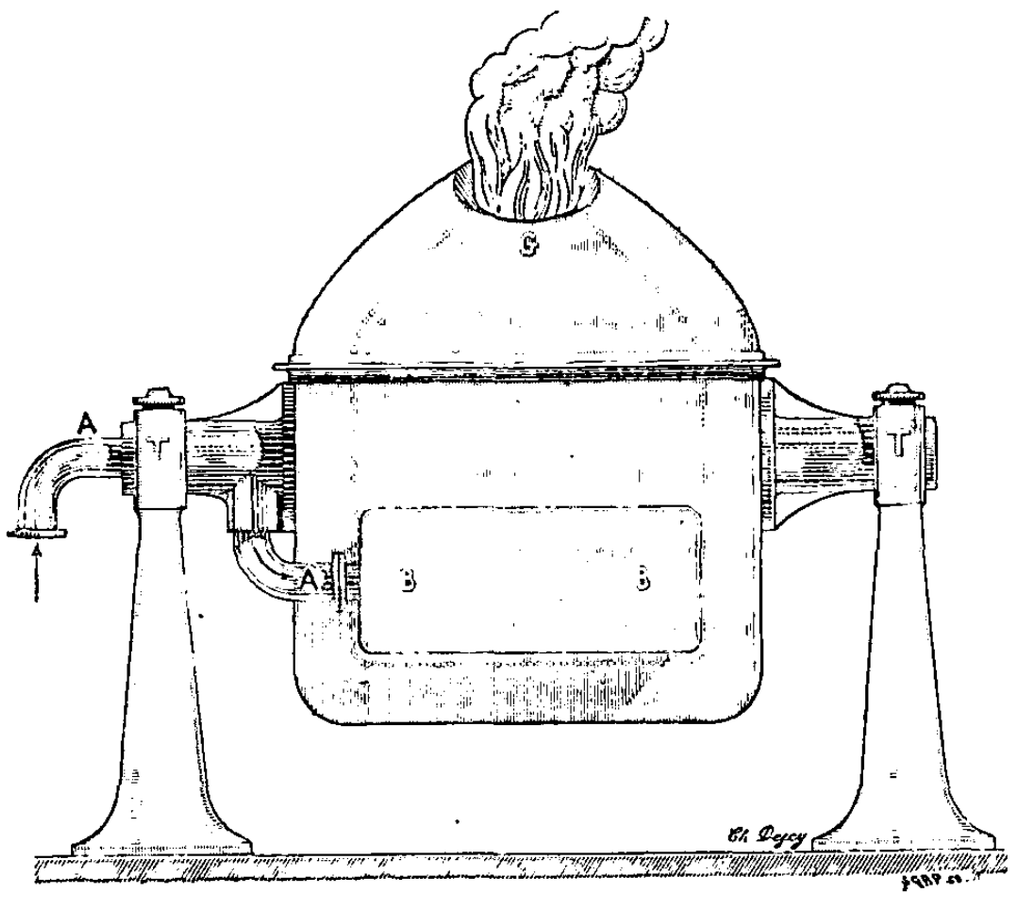


Fig. 7. — *Convertisseur Robert.*

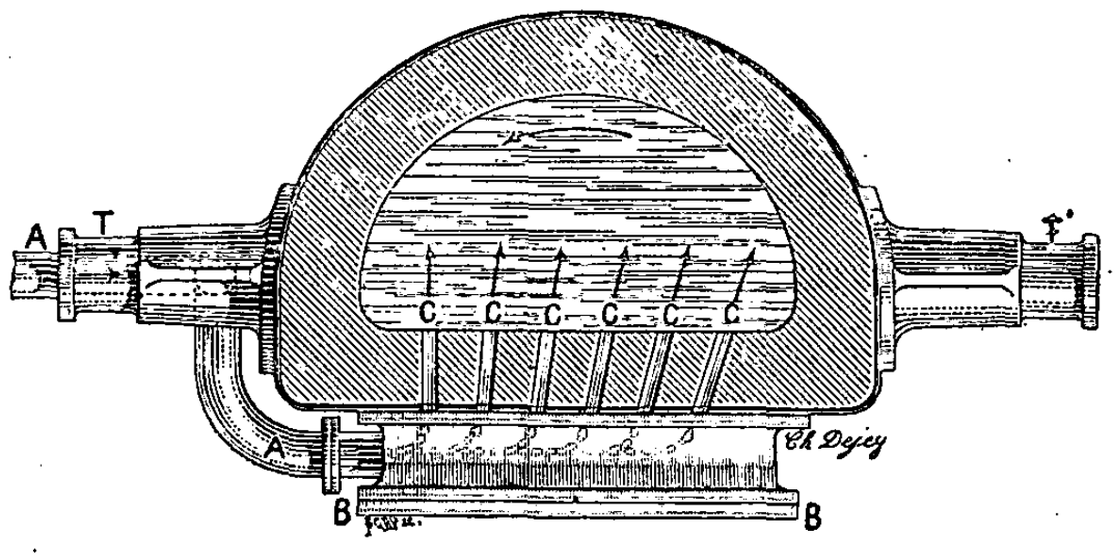


Fig. 8. — *Coupe au niveau des tuyeres.*

A Arrivée du vent par le tourillon *T*. — *B* Boîte à vent. — *C* Tuyères d'inclinaison croissante pour produire un brassage du bain. — *G* Gueulard.

Il serait intéressant d'appliquer ce mode de soufflage près de la surface, à des convertisseurs traitant 10 tonnes à la fois. On aurait du métal très doux, sans avoir besoin, sans doute, de fonte initiale aussi chaude et aussi chargée en silicium ; mais alors, on opèrerait plus économi-

quement sur sole, avec un déchet trois fois moindre et la possibilité de déphosphorer qui a bien son avantage.

Nous donnons (fig. 7 à 9) plusieurs vues et une élévation du convertisseur Robert.

G. Acier sur sole. Les perfectionnements si remarquables apportés par les frères Siemens, et dont le principe est d'utiliser au chauffage de l'air et des gaz, qui doivent produire la combustion dans les fours, les chaleurs perdues de toute opération industrielle, sont un nouvel élément économique dont la fabrication de l'acier devait profiter.

Sur la sole d'un four à réverbère, où l'air et le gaz sont chauffés, sans dépense, à une température voisine de 800° avant de se combiner, on peut obtenir, d'une manière excessivement avantageuse, les réactions diverses que le creuset permettait seul de réaliser jusqu'alors.

Aussi voyons-nous dans la fabrication de l'acier sur sole, s'appliquer la plupart des formules employées dans le creuset, à l'exception de la fusion de l'acier cémenté, réservée plus spécialement aux aciers fins.

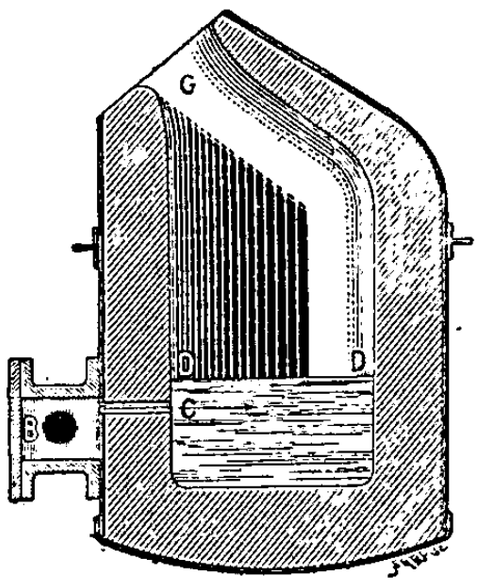


Fig. 9.

D Niveau du bain. — Pour les autres lettres, voir les figures précédentes.

1° *Fonte et fer ou acier.* Dans un bain de fonte, on dissout peu à peu des riblons de fer ou d'acier; le carbone de la fonte, qui résiste difficilement à l'action, toujours un peu oxydante des produits de la combustion, se dissout dans la masse et l'on arrive à l'éliminer complètement. Il faut alors procéder à une réduction de l'oxyde de fer en dissolution dans le bain, tout comme dans l'opération Bessemer et recarburer au degré voulu, par l'action combinée du manganèse et du carbone. On arrive ainsi à tous les degrés de dureté voulus et dans des conditions économiques remarquables.

2° *Fonte et minerai.* A un bain de fonte aussi peu siliceuse que possible, on ajoute environ 25 0/0 de minerai riche; sous l'action de l'oxygène du minerai, le carbone de la fonte se brûle en produisant de l'oxyde de carbone ou de l'acide carbonique, suivant les circonstances, pendant qu'une quantité correspondante de fer se trouve réduite et passe dans le bain.

Dans ces deux manières d'opérer, par les riblons ou par le minerai, ce qu'il y a surtout de caractéristique c'est la lenteur de l'affinage et, par suite, la facilité avec laquelle on est maître de l'opération. Dans le Bessemer, au contraire, tout est accéléré et, en moins d'une demi-heure, on affine jusqu'à 10 tonnes de métal d'un coup; il est donc plus facile, quand on opère sur sole, de faire des prises d'essai successives et de corriger ce qu'il peut y avoir d'exagéré dans le sens de l'affinage ou de la carburation. C'est donc une méthode qui, malgré son prix, généralement plus élevé que dans l'affinage Bessemer, tend à se développer de plus en plus; elle a l'avantage d'utiliser, très économiquement, tous les déchets de fabrication, fer, acier, mélanges de fer et de fonte, d'acier et de fonte.

Dans la fusion au creuset, le métal est soustrait à l'action de l'air; il peut, tout au plus, absorber du silicium provenant de la réduction de la silice en excès dans la pâte argileuse du creuset, sous l'action du carbone de l'acier. Il peut encore dissoudre quelques gaz de la combustion qui traverseraient le vase par porosité.

Dans le procédé Bessemer, le procédé Martin-Siemens et leurs dérivés, le métal est soumis à l'action oxydante de l'air et en réalité, la décarburation et l'épuration, qui constituent ce mode d'affinage, n'ont lieu que par la réaction de l'oxyde de fer produit, sur les autres substances renfermées dans le métal : silicium, manganèse, carbone, etc., le fer est réduit et ces impuretés s'oxydent.

Il est donc naturel que l'acier fondu par les procédés Bessemer, Martin-Siemens et leurs dérivés, se trouve, à la fin de l'opération, *saturé d'oxyde de fer*. Le métal, qui en résulte, est *rouverain* et il ne pourrait ni se marteler ni se laminer, si on ne prenait soin d'expulser cet oxyde de fer par *réduction*.

On emploie le plus généralement dans ce but une addition de manganèse métallique, sous forme de fonte manganésée. — V. *Dictionnaire*, Ferromanganèse, Spiegel.

Le manganèse, étant plus oxydable que le fer, réduit l'oxyde de fer en s'oxydant lui-même, et comme l'oxyde de manganèse formé est insoluble dans le métal fondu, il passe dans la scorie à l'état de silicate de manganèse. Quant au fer, il est très vraisemblablement réduit à l'état métallique et s'ajoute au poids de l'acier. Il y a, en effet, deux manières d'expliquer l'action du manganèse dans l'addition réductrice finale de la fabrication de l'acier par affinage de fonte liquide avec produit liquide. M. Valton qui, le premier, a donné l'explication de l'action réductrice du manganèse dans l'addition finale de l'opération Bessemer, suppose que l'oxyde de fer en dissolution est celui qui est le plus stable à cette haute température, c'est-à-dire l'oxyde magnétique $Fe^3 O^4$; il admet alors que le rôle du manganèse consiste simplement, dans la transformation de cet oxyde composé, en protoxyde non soluble dans le métal et qui passerait dans la scorie avec le protoxyde de manganèse formé :

$$Fe^3O^4 + Mn = 3FeO + MnO.$$

Une autre manière de voir, de beaucoup postérieure et qui a pris son origine en Allemagne, prétend qu'en présence du fer en excès, il ne peut y avoir d'autre oxyde que le protoxyde Fe O et que la réaction donne lieu à du fer métallique,

qui s'ajoute au métal et à du protoxyde de manganèse qui passe dans la scorie :

$$FeO + Mn = MnO + Fe.$$

Quoi qu'il en soit le carbone, qui accompagne ce manganèse dans le spiegel ou dans le ferromanganèse, concourt partiellement à la réduction de cet oxyde de fer, comme il est facile de le reconnaître à la flamme d'oxyde de carbone qui se dégage, mais la majeure partie de ce carbone passe dans le métal qu'il carbure.

L'inconvénient de cette addition finale de fonte plus ou moins riche en manganèse, c'est que l'on ajoute à l'acier toutes les impuretés qne celui-ci renferme. Comme il faut, en pratique, 1 0/0 de manganèse métallique, cela correspond à une addition finale de 1/80 du poids du bain, si on emploie du ferromanganèse à 80 0/0 de manganèse, et par conséquent on ajoute au bain d'acier 1/80 des impuretés que renferme cette fonte. C'est en général négligeable. Il n'en serait plus de même si on avait en vue un acier plus dur et que l'on employât du spiegel à 5 0/0 de manganèse; on ajouterait, alors, au métal 1/5 ou 20 0/0 des impuretés que renferme ce spiegel, comme silicium, par exemple, ce qui pourrait avoir des inconvénients, quand on a en vue un métal très pur.

Certaines usines avaient essayé de supprimer l'addition finale réductrice, en partant de matières à 3 ou 4 0/0 de manganèse. Au Bessemer, on pourrait terminer l'opération et éviter la présence de l'oxyde de fer, en laissant, au moment de l'élimination dn carbone, quelques millièmes de manganèse non oxydé. Il fallait des conditions spéciales pour que ces 3 ou 4 0/0 de manganèse en présence dans la fonte, ne fussent pas une aggravation de prix de revient, supérieure à l'emploi de 1 0/0 de manganèse métalliqne ajouté à la fin.

Au four Siemens, cette manière de faire, en partant d'un bain initial surchargé de manganèse, ne pouvait même pas réussir, à cause des additions de matières ferrugineuses non manganésées et de la durée des opérations, le manganèse finissant par s'oxyder en totalité avant la décarburation et il fallait revenir à l'addition finale de manganèse, si simple et si sûre.

Au point de vue chimique, il n'est pas douteux que, sauf des inconvénients pratiques, que nous ne pouvons prévoir, tous les réducteurs de l'oxyde de fer, comme l'hydrogène, l'oxyde de carbone, le carbone, etc., devraient pouvoir remplacer le manganèse métallique. Nous croyons même que certaines usines emploient avec succès le carbure de fer, à la fois comme réducteur et comme carburant, pour la fabrication de certains aciers que l'on veut avoir très purs. La difficulté semble alors d'obtenir ce carbure de fer, économiquement et dans des conditions de pureté absolue.

M. Darby, directeur des aciéries de Brymbo (pays de Galles), se sert de carbone comme réducteur et comme carburateur; ce carbone, de préférence du graphite de cornues à gaz, séché et pulvérisé, ou du charbon de bois en poudre, est renfermé dans un entonnoir A (fig. 10), dont le fond porte une soupape que l'on fait mouvoir, facilement, par la chaîne H. En même temps, par le chenal C, arrive l'acier sortant du convertisseur ou du four. Tous deux se rendent dans une *poche à filtration* D, ou l'acier dissout le carbone en présence et *filtre* au-dessus de celui qui a échappé à la première action dissolvante; cette poche, étant percée de trous (en général, pour une coulée de dix tonnes, 70 trous de 125 millimètres de diamètre), l'acier carburé et privé d'oxygène se rend dans la poche ordinaire E, où le mélange s'achève et le bain d'acier s'homogénise. La plaque de terre réfractaire, qui forme le fond de la poche à filtration D, peut servir plusieurs fois.

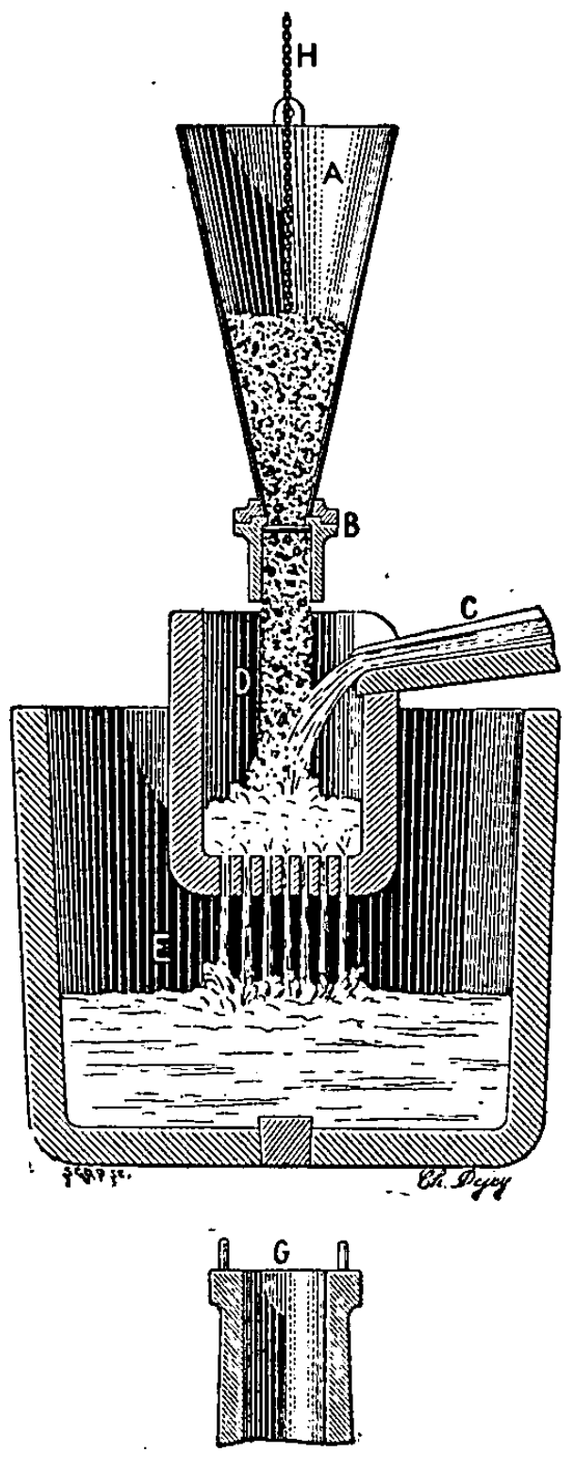


Fig. 10.

On sait que la dissolution du carbone dans le fer se fait avec un léger refroidissement. En pratique, la température du bain d'acier est tellement élevée que ce refroidissement théorique est invisible.

Voici quelques exemples d'aciers obtenus par cette méthode :

Carbone.	0.212	0.320	0.430
Soufre.	0.020	0.014	0.020
Phosphore	0.063	0.041	0.047
Manganèse.. . . .	0.000	0.155	0.195

Ils sont remarquables par l'absence complète du silicium et leur faible teneur en manganèse.

On voit quelle variété de procédés permet d'obtenir de l'*acier qui trempe* ou même de l'*acier qui ne trempe pas*.

Nous allons maintenant passer en revue les principaux types d'aciers, en insistant plus particulièrement sur ce que l'Exposition de 1889 nous a montré de plus intéressant ou de plus nouveau.

L'acier pur, composé, pour ainsi dire, uniquement de fer et de carbone, est ce que l'on pourrait appeler l'*acier primitif;* car c'est celui qui a servi de modèle aux autres genres d'acier, c'est celui, d'ailleurs, dont l'emploi est le plus considérable.

La gamme des aciers à base de *carbone seul*, passe par tous les degrés de carburation, mais les qualités les plus courantes renferment moins de 1 0/0 de carbone. Il est presque impossible d'avoir une série complète d'aciers, dans lesquels tous les éléments, autres que celui que l'on considère, soient rigoureusement négligeables ou restent tout à fait constants. Il y a des raisons de fabrication pour qu'il en soit ainsi; par exemple, les aciers les plus doux s'obtiennent dans des circonstances qui favorisent l'élimination presque complète du silicium et du phosphore; les aciers durs, au contraire, quand ils ne sont pas produits au creuset, par la fusion d'aciers cémentés, sont carburés par l'addition de fonte manganésée, qui apporte, outre une proportion de manganèse, qui n'est pas négligeable, du silicium en quantité notable.

On en trouve un exemple dans les produits exposés en 1889 par la Compagnie des hauts fourneaux, forges et aciéries de la Marine et des Chemins de fer. L'usine du Boucau, près Bayonne, a envoyé une série complète de ses aciers, divisés en neuf numéros de dureté, avec quatre nuances intermédiaires. L'ensemble des analyses qui accompagnent ces échantillons révèle une quantité de manganèse, de silicium et de phosphore, qui croît avec la teneur en carbone; quoique ces corps étrangers restent, sauf le manganèse, dans des limites très acceptables, on peut craindre que les résultats ne soient influencés par la présence du manganèse, dont la teneur est légèrement supérieure à celle du carbone. Il y a là, comme nous le disions plus haut, une raison de fabrication.

Numéros de dureté	Carbone	Manganèse	Silicium	Phosphore	Résistance à la traction par millim. carré	Allongement pour 100 sur 200 millimèt.
1	0.85	0.90	0.15	0.06	100k	7.00
2	0.75	0.80	0.14	0.06	85	9.50
2½	0.66	0.75	0.15	0.06	78	13.50
3	0.63	0.75	0.14	0.06	75	14.50
3½	0.56	0.68	0.11	0.06	68	16.00
4	0.51	0.65	0.10	0.06	63	17.00
4½	0.46	0.65	0.10	0.06	59	18.50
5	0.40	0.60	0.07	0.06	57	19.70
5½	0.36	0.50	0.07	0.06	54	20.00
6	0.30	0.45	0.06	0.06	50	21.00
7	0.25	0.35	0.03	0.02	44	24.00
8	0.18	0.35	0.01	0.01	37	28.00
9	0.10	0.25	0.01	0.01	34	32.00

Nous donnerons encore la série des aciers au carbone, exposée en 1889 par la Compagnie de Châtillon-Commentry :

Teneur en carbone	Résistance à la traction — Limite d'élasticité	Résistance à la traction — Charge de rupture	Résistance à la traction — Allongement p. 100 sur 100 millim.
0.2	18	30.5	34
0.3	26.75	44	24
0.4	27.5	49.5	20
0.5	30	54	25
0.6	33	60	18
0.7	37	64	16
0.8	38	66	17
0.9	38	69	16.5
1.0	39	75	17
1.1	40	80	14
1.2	45	86	12.5
1.3	49	90	10

La plupart des aciers pour outils sont des aciers ordinaires au carbone, et les plus fins sont obtenus par cémentation de fers de Suède et fusion au creuset. Ils renferment, en général, une proportion de silicium qui n'est pas négligeable et qui peut s'élever jusqu'à 5 et 6 millièmes. Ce silicium est le résultat de l'action réductrice du carbone de l'acier sur la silice de la pâte du creuset; il ne semble pas nuire, d'une manière sensible, à la qualité des aciers; tout au plus peut-il demander un peu de soin au forgeage.

Le nombre des corps étrangers que l'on associe au carbone, pour constituer certaines qualités d'acier, s'augmente de jour en jour. Parmi les résultats les plus intéressants, il faut citer ceux que donne le *chrome*.

Berthier, dans ses essais par la voie sèche, avait signalé, il y a longtemps déjà, la dureté que le chrome communique à l'acier. En 1878, deux usines avaient exposé des produits chromés. La Compagnie de Terrenoire avait obtenu, au haut-fourneau, une fonte chromée ayant :

Carbone	4.75
Manganèse	13.20
Fer	57.43
Chrome	25.30

Cette *fonte chromée*, à laquelle on a donné, plus tard, le nom de *ferrochrome* (V. *Suppl.*, FERROCHROME), est la matière première qui sert à produire les *aciers chromés*.

La Société J. Holtzer, de Firminy, avait exposé, en 1878, des aciers chromés, dont nous avons déjà parlé. — V. *Dictionnaire*, ACIER.

Ces aciers, caractérisés (quand ils sont trempés convenablement) par une grande dureté, accompagnée d'une grande résistance, sont appelés à jouer un rôle des plus importants dans le matériel de guerre ; ils peuvent également trouver place dans l'outillage des usines.

La Société J. Holtzer, qui a été la première à produire des *aciers chromés* en France, en fabrique trois qualités.

La marque B[I] (très dur) est, après trempe, l'acier le plus dur que l'on connaisse. Avec une mèche de cet acier on peut percer l'acier au wolfram, au foret, sans que le trou diminue sensiblement de diamètre. Il convient à des outils travaillant sans

choc, dont l'extrémité seule a besoin d'être trempée comme les outils de tours, de raboteuses, de lames d'alésage, etc.

Il faut chauffer cet acier au rouge cerise en faisant porter la chaleur notablement en arrière de la pointe en A comme le montre la figure 11.

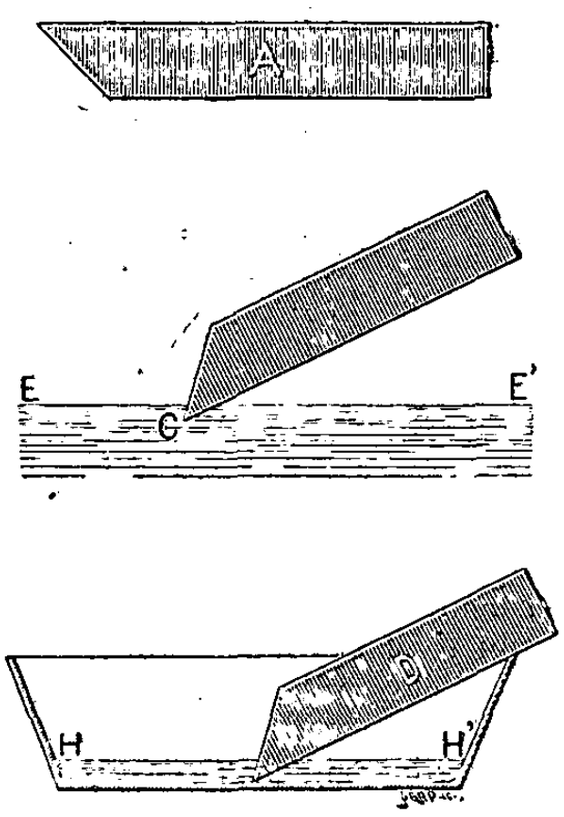


Fig. 11 à 13.

A Point en arrière du tranchant qu'il faut faire chauffer au rouge. — *C* Position de la pointe dans l'eau — *EE'* Niveau de l'eau. — *D* Position de l'outil dans le vase du refroidissement. — *HH'* Niveau de l'eau.

Quand la chaleur s'est communiquée au tranchant, on plonge la pointe dans de l'eau froide et d'une faible profondeur en la faisant monter et descendre de quelques millimètres (fig. 12). pour que la transition de la partie trempée à celle qui ne l'est pas ne se fasse pas trop brusquement.

Avant refroidissement complet, on retire l'outil et on le met dans un vase ne renfermant que quelques millimètres d'eau (moins d'un centimètre) comme le montre la figure 13 et on le laisse refroidir. On ne doit pas le faire recuire.

L'acier chromé B^2 est moins dur, il convient pour burins, et pour les outils qui doivent être trempés en entier. On le forge au rouge cerise clair et on le trempe, sans avoir besoin des précautions indiquées plus haut ; on le recuit au jaune orangé.

Enfin, l'acier chromé B^3 est de bonne dureté et convient pour de gros outils trempés en entier, comme des lames de cisailles. On le trempe au jaune orangé et on le recuit au jaune.

En résumé, l'acier chromé demande à être trempé à une température un peu plus élevée que les aciers ordinaires.

Si la trempe a été faite à la température convenable le grain est fin, mais la cassure n'est pas vitreuse ; elle le serait si la trempe était insuffisante. Si la trempe avait été faite à une température trop élevée, le grain serait trop apparent et l'outil pourrait s'égrener. C'est surtout dans les applications militaires que les aciers chromés se sont montrés remarquables. Tant qu'on n'a eu à percer que des cuirassements en fer, les projectiles en fonte dure ou *fonte trempée* ont été à peu près suffisants, quoique dans le tir oblique, la fragilité du métal se montrât d'une manière marquée.

On fit un pas en avant avec les obus en *acier coulé* et trempés à l'huile sans aucun forgeage, fabrication inaugurée par la Compagnie de Terrenoire ; leur qualité supérieure et leur bon marché relatif leur firent remplacer complètement la fonte trempée, car ils résistaient parfaitement au tir oblique.

Par l'introduction des cuirassements en fer, recouverts d'acier (type *compound*) ou par l'emploi des plaques homogènes en acier, on arriva à l'emploi des projectiles en acier forgé et trempé.

Les premiers projectiles en acier chromé forgé et trempé furent fabriqués par Jacob Holtzer et C^ie^ et les essais eurent lieu en France en juillet 1882. Trois obus de 34 centimètres, du poids de 420 kilogrammes, furent tirés sur une plaque en fer de 40 centimètres d'épaisseur et sous une incidence de 18°. Les résultats dépassèrent ce qui avait été obtenu jusqu'à présent et, dès 1884, la marine française adopta pour son approvisionnement de projectiles, le métal chromé.

Tous les projectiles, jusqu'au calibre de 34 centimètres inclusivement, sont essayés actuellement sur plaque en acier ; un lot n'est admis en recette que si deux projectiles traversent entièrement et si l'un d'eux reste entier ; toutefois, si le premier traverse entier et sans fente, le second n'est pas tiré.

Les marines étrangères se sont émues de cette supériorité des projectiles français et avec l'autotorisation du gouvernement, nos fabricants, Holtzer, Firminy, Saint-Chamond, etc., purent traiter avec des usines anglaises pour leur apprendre la fabrication et la trempe des projectiles en acier chromé.

On peut regretter que l'on n'ait pas conservé à la France cette avance dans la production de ces projectiles de perforation, de qualité vraiment supérieure ; mais le gouvernement français n'a rien fait pour s'en conserver le monopole, et il a même laissé enseigner notre artillerie, système de Bange, au gouvernement anglais, en remplacement des systèmes Whitworth et Armstrong. Le matériel de guerre devient ainsi un article de commerce, où chaque fabricant conserve sa liberté entière.

Un autre emploi intéressant de l'acier chromé, ce sont les *tôles pour plastrons de cuirasses*. Ces cuirasses ont une épaisseur de 4 millimètres sur le busc et 2 millimètres seulement, sur les côtés, elles ne sont pas pénétrées à courtes distances par le fusil Gras, modèle 1874, avec balle en plomb durci ; mais elles ne résisteraient pas à une distance de 10 mètres, à la balle du fusil Lebel tirant avec une vitesse de 600 mètres. Il faudrait, pour plus de sécurité, porter leur épaisseur à près de 6 millimètres.

Voici les conditions de recette pour les tôles d'acier chromé, de 4 millimètres d'épaisseur, destinées à servir d'abris aux servants des pièces Hotchkiss de la marine.

Limite d'élasticité	70	kil.
Charge de rupture	100	
Allongement p. 100 (mesuré sur 200 millim.)	10	
Contraction p. 100 de la section	55	

Ces tôles, malgré leur raideur apparente,

laissent percer, cintrer, plier *à froid*. Le pliage peut même être poussé jusqu'à ce que le rayon de courbure soit égal à leur épaisseur.

Ces boucliers ne peuvent abriter que contre le tir de la mousqueterie ordinaire. Lorsqu'on vise la protection contre les canons revolvers, il y a lieu d'employer une qualité spéciale d'acier chromé, qui répond aux conditions suivantes, pour épaisseur de 15 millimètres :

Limite d'élasticité	80 à 90 kil.
Charge de rupture	100 à 110
Allongement p. 100 (mesuré sur 100 m.)	10 à 12
Contraction p. 100 de la section	55 à 58

On s'en sert pour abris de tourelles de cuirassés. On peut les travailler à froid ; mais elles supportent le cintrage au rouge sombre. A cause de la trempe et du recuit qu'elles doivent subir, on ne les fait qu'à la dimension de 1 mètre sur 2.

Pour quelques types de cette nature de tôles et, pour différentes conditions de tir, les vitesses minima de pénétration sont :

Epaisseur	Projectile	Canon	Vitesse
15m/m	37m/m acier, poids 510 grammes	Hotchkiss	311 m.
20	37m/m acier, poids 510 grammes	—	373
30	47m/m acier, poids 1k,130	—	445
50	47m/m acier, poids 1k490	—	560

Voici quelques résultats de traction sur aciers chromés Holtzer :

Nature	Limite d'élasticité	Charge de rupture	Allongement p. 100 sur 100m/m	Contraction de section p. 100
Forgé	44k,7	77.5	19.5	63
Trempé	—	110.3	9.5	55
Autre trempe.	107.0	133.6	8.0	43
Forgé	45.4	76.8	18.3	59
Trempé	—	95.7	13.0	59
Autre trempe.	—	137.0	6.0	31
Forgé	39.2	65.7	22.5	59
Trempé	76.8	87.6	6.0	18
Autre trempe.	—	149.6	0.5	0
Forgé	39.0	66.4	26.5	53
Trempé	74.8	86.2	12.2	30
Autre trempe.	112.2	121.6	6.5	26

Il est regrettable que les autres exposants n'aient fourni aucun renseignement sur leurs aciers chromés, et qu'ils se soient contentés d'envoyer des obus ayant pénétré des blindages plus ou moins épais en fer ou en acier, ou quelques tôles d'abris.

A ce point de vue, l'Exposition de 1878 était plus instructive et la Compagnie de Terre-Noire avait ouvert la voie d'une manière aussi libérale que méthodique. Nous ne pouvons supposer que ce soit dans un but patriotique, pour éviter de renseigner les autres puissances sur nos moyens de défense, puisque la plupart de nos industriels ont cédé aux étrangers tout ou partie de leurs procédés.

En général, les aciers chromés renferment 1 0/0 de carbone et quant à la teneur en chrome elle varie de 1 à 1,5 et même 4 0/0, suivant l'usage auquel on les destine. On les obtient par addition de ferrochrome ou alliage carburé de fer et de chrome où la teneur de ce métal peut aller jusqu'à 65 0/0.

Les *aciers au wolfram* ou *tungstène* peuvent acquérir, avec une forte proportion de carbone, une dureté telle qu'ils n'aient pas besoin de trempe. Leur avantage, c'est de pouvoir s'échauffer pendant le travail, sans perdre de leur dureté, puisqu'elle ne tient pas à la température du recuit, comme les aciers ordinaires au carbone ; par conséquent, les aciers au tungstène peuvent être, sans inconvénient, employés pour des tours rapides.

Leur manipulation demande quelques soins, il ne faut pas découper les barres à froid, mais bien à chaud, pour les avoir de longueur. L'acier doit être chauffé graduellement et à cœur, au rouge cerise clair, presque au jaune. On le forge alors rapidement et à petits coups, mais en ayant soin de le réchauffer quand la température descend au-dessous du rouge cerise et en évitant de le battre au rouge sombre ou même à froid, comme on fait pour les aciers ordinaires. L'outil étant fini, on le réchauffe au rouge cerise, on le laisse refroidir librement à l'air. Quand il est froid on le *meule* sans le tremper.

On peut produire aussi des aciers à faible dose de tungstène et qui peuvent supporter certaines trempes. Tels sont les aciers exposés par J. Holtzer et Cie.

Aciers au tungstène.

Nature	Limite d'élasticité	Charge de rupture	Allongement p. 100 sur 100m/m	Contraction de section p. 100
Forgé	29k,3	54.8	23.5	46
Trempé	63.4	82.1	10.2	40
Autre trempe.	95.0	126.0	2.5	3
Forgé	33.4	65.4	17.0	33
Trempé	73.5	94.5	8.5	24
Autre trempe.	—	152.0	4.5	4
Forgé	44.0	74.8	9.0	—
Trempé	71.8	99.0	8.3	27
Autre trempe.	—	150.0	2.8	1
Forgé	44.0	72.8	3.5	—
Trempé	76.0	96.4	2.0	—

L'association du chrome et du tungstène à l'acier carburé peut donner aussi des résultats intéressants (V. le tableau en tête de la page 28).

Un nouvel élément d'aciération, le *cuivre*, a fait son apparition dans ces derniers temps. Il a été essayé par J. Holtzer, le Creusot et Châtillon-Commentry.

Aciers au chrome et au tungstène.

Nature	Limite d'élasticité	Charge de rupture	Allongement p. 100 sur 100m/m	Contraction de section p. 100
Forgé	39.9	67.0	20.8	30
Trempé	73.5	82.1	7.0	33
Autre trempe.	133.6	143.5	2.5	6
Forgé	46.0	72.5	17.5	33
Trempé	86.9	96.4	6.2	15
Autre trempe.	136.0	149.6	1.8	7
Forgé	50.8	80.6	14.5	24
Trempé	93.8	104.2	5.0	13
Autre trempe.	139.0	148.0	—	—

Voici quelques résultats d'*acier au cuivre* tirés de l'exposition de J. Holtzer.

Nature	Limite d'élasticité	Charge de rupture	Allongement p. 100 sur 100m/m	Contraction de section p 100
Forgé	30k,7	54k,8	22.5	51
Trempé	70.1	77.5	17.5	59
Forgé	46.0	59.0	18.6	50
Trempé	100.0	122.3	6.2	24
Autre trempe.	85.5	115.2	11.0	37
Forgé	30.7	54.8	22.5	59
Trempé	66.8	85.5	14.50	50
Autre trempe.	—	110.0	2.0	3
Forgé	33.4	48.2	23.7	76
Trempé	36.7	53.5	19.0	73
Forgé	35.4	50.0	23.5	60
Trempé	34.1	50.0	8.2	6
Autre trempe.	—	65.4	15.0	59

Le cuivre semble, comme le chrome, augmenter la dureté, mais sans donner de fragilité.

Ces résultats, obtenus avec le cuivre, sont d'autant plus intéressants que, jusqu'à présent, ce métal avait une assez mauvaise réputation dans la métallurgie du fer; on lui reprochait de rendre le fer ou l'acier *rouverains*, c'est-à-dire de gêner le laminage ou l'étirage, en produisant des criques. Une étude plus soignée de l'influence du cuivre sur le fer et l'acier établit deux cas distincts, suivant que le cuivre est introduit à l'état de sulfure ou à l'état métallique. L'affinité du soufre pour le cuivre étant considérable, ainsi qu'on le sait, le sulfure de cuivre n'est pas décomposé par le fer et le soufre, qui accompagne ce cuivre, rend le fer cassant à chaud. Quand le cuivre, au contraire, est introduit à l'état métallique et sans mélange de soufre, c'est un *élément de durcissement et d'aciération*, qui ne nuit pas à la malléabilité du métal.

En fondant de la fonte de bonne qualité avec de l'oxyde de cuivre, on a pu obtenir aisément un alliage ayant la composition suivante :

Cuivre.	7.55
Carbone.	2.72
Manganèse.	0.29
Silicium	0.03

Phosphore.	0.13
Soufre	0.19
Fer.	89.00

Cet alliage, blanc, fragile, cristallin et très dur, était ensuite refondu au creuset, avec du métal Bessemer basique d'une grande pureté; on obtenait ainsi des aciers à différentes teneurs en cuivre, qui se laminaient parfaitement et donnèrent les résultats suivants :

Numéros	Cuivre	Carbone	Charge de rupture	Allongement p. 100
1	0.847	0.102	29k,0	10
2	2.124	0.217	55.0	5
3	3.630	0.380	73.0	5
4	7.171	0.712	86.0	—
5	4.10	0.183	66.0	—
6	4.44	traces	52.5	—

Le *silicium* a été considéré, il y a déjà longtemps, comme un élément d'aciération, mais sans qu'on l'ait prouvé. C'était plutôt le fait d'une généralisation de l'influence durcissante de certains corps ajoutés à l'acier au carbone. Cette influence avait été niée plus tard, par suite de l'indifférence du silicium en présence du fer doux. C'était une question de proportion. Il est prouvé maintenant que des aciers à 6 millièmes de carbone, qui ne prendraient pas une trempe suffisante pour constituer de bons aciers à outils, le peuvent indubitablement, quand la teneur en silicium varie de 1 à 1,50/0. Nous pourrions citer une usine de Sheffield qui n'emploie pas d'autres aciers pour alimenter un atelier de rabotage et de nombreux tours, menés par 200 ouvriers.

Le martelage de ces aciers demande quelques précautions, mais la trempe n'en a pas besoin et il est nécessaire de les faire à peine *revenir*, c'est-à-dire qu'ils peuvent n'avoir, pour ainsi dire, besoin d'aucun recuit.

Un mélange nouveau, comme élément d'aciération, c'est l'association du *silicium* et du *manganèse*.

L'exposition Holtzer nous en a montré un exemple (V. le tableau en tête de la page 29).

Quant aux aciers à haute dose de manganèse, ils présentent aussi des propriétés remarquables, malheureusement ils sont rebelles à l'emploi des outils et on ne sait comment les travailler à froid.

Ils ont été obtenus, pour la première fois, par M. Hadfield, de Sheffield, qui a essayé toutes les teneurs jusqu'à 21 0/0. On a pensé que leur dureté excessive à l'outil pourrait être corrigée par une diminution dans leur teneur en carbone; mais, comme ils sont obtenus par l'addition à un bain d'acier, de ferromanganèse à haute teneur, et que cet alliage est toujours fort carburé, il est impossible, en pratique, d'obtenir des aciers pauvres en carbone et riches en manganèse. Il faudrait, pour cela, produire du manganèse métallique ou des

Aciers au silicium et au manganèse.

Nature	Limite d'élasticité	Charge de rupture	Allongement p. 100 sur 100m/m	Contraction de section p. 100
Forgé	13k,5	97k,8	10.5	43
Trempé	33.2	67.9	14 0	23
Forgé	31.3	64.0	21.5	43
Trempé	83.5	112.2	13.0	39
Forgé	33.4	64.7	23.0	51
Trempé	97.8	113.6	10.0	39
Forgé	46.9	70.7	22.5	55
Trempé	53.4	80.2	18.5	55
Autre trempe.	118.8	126.0	10.7	47
Forgé	54.2	100.0	10.8	19
Trempé	103.4	112.3	7.8	31
Autre trempe.	125.4	139.9	2.3	11
Forgé	46.1	68.7	22.0	59
Trempé	107.0	120.0	10.5	39

alliages de fer et de manganèse sans carbone, ce que l'on ne sait pas faire actuellement.

Ces aciers ne sont pas attirables à l'aimant et pourraient rendre des services dans la construction des machines dynamo, s'ils étaient plus faciles à travailler.

Des aciers de ce genre ont été exposés par J. Holtzer et Cie.

Aciers au manganèse.

Nature	Limite d'élasticité	Charge de rupture	Allongement p. 100 sur 100m/m	Contraction de section p. 100
Forgé	32k,6	68.7	20.8	42
Trempé	84.2	108.4	8.5	37
Forgé	40.1	75.5	16.0	36
Trempé	93.8	114.8	10.0	41
Forgé	40.1	72.1	19.0	51
Trempé	102.8	123.5	7.5	31
Forgé	38.7	69.4	23.5	50
Trempé	109.6	124.0	8.0	33
Forgé	41.4	81.3	29.0	26
Trempé	43.5	86.0	28.0	29
Autre trempe.	37.2	96.4	41.5	37
Forgé	27.7	36.0	36.0	73
Trempé	36.7	48.2	24.5	73
Autre trempe.	44.7	61.4	15.0	76

Un autre métal, dont il a été parlé souvent et qui semble devoir jouer un rôle plus important que le manganèse dans la fabrication des aciers à haute résistance, c'est le *nickel*. Il n'était représenté à l'Exposition que dans les produits de la société « le Ferronickel, » qui avait étudié, depuis plusieurs années, l'influence que ce métal peut exercer sur les propriétés du fer et de l'acier.

Dans une communication, faite récemment, en Angleterre, par une aciérie importante, la *Steel Cie of Scotland*, le nickel apparaît comme un élément que l'on peut introduire d'une manière pratique dans la constitution de l'acier. On fait, sur la sole d'un four Siémens, une opération ordinaire avec fonte et minerai ou avec fonte et riblons et on ajoute, à la fin de la charge, du nickel métallique aussi pur que possible. On termine la charge avec du spiegel, ou de préférence, du ferro-manganèse, pour éviter l'excès de la carburation. On obtient un métal, qui se lamine bien et qui, sans être trempé, présente une grande résistance.

Une propriété remarquable de ces aciers, c'est de résister, même avec une assez faible dose de nickel, à l'oxydation; on sait, cependant, que les objets nickelés par dépôt galvanique, ne sont pas aussi inoxydables qu'on le prétend, ce qui tient à ce que la couche de nickel est excessivement mince et ne protège pas suffisamment le fer contre l'action de l'air humide.

On peut objecter à ce nouveau genre d'acier que le prix du nickel est élevé. Mais en modifiant légèrement le traitement des minerais oxydés on pourrait obtenir un alliage de fer et de nickel, le *ferro-nickel*, dans des conditions relativement économiques.

Voici quelques résultats obtenus en Angleterre :

Nature	Composition			Limite d'élasticité	Charge de rupture	Allongement p. 100	Contraction de section p. 100
	Nickel	Carbone	Manganèse				
Forgé. .	1.0	0.42	0.58	50.5	90.0	11.0	24.0
Recuit. .	—	—	—	47.0	87.0	18.7	45.0
Forgé. .	3.0	0.35	0.57	49.4	80.2	20.3	37.0
Recuit. .	—	—	—	44.0	76.0	20.3	42.0
Forgé. .	5.0	0.30	0.30	47.0	73.0	10.0	22.5
Recuit. .	—	—	—	44.0	67.0	17.5	18.5
Forgé. .	25.0	0.82	0.52	34.5	74.5	43.5	60.0
Recuit. .	—	—	—	23.7	66.0	40.0	43.6
Forgé. .	49.4	0.35	0.57	32.3	59.0	12.0	24.0
Recuit. .	—	—	—	33.0	58.0	20.0	29.0

Ces aciers au nickel sont susceptibles de prendre la trempe; ils peuvent alors atteindre 125, 145 et même 160 kilogrammes par millimètre carré, avec 7 0/0 d'allongement.

Avec moins de 4 0/0 de nickel, il n'est pas difficile d'obtenir un acier ayant, avant trempe:

Limite d'élasticité	45 kil.
Charge de rupture.	80
Allongement p. 100	20

On voit quelle variété d'aciers on tend à fabriquer. Déjà le chrome et le tungstène donnent des produits qui sont passés dans la pratique et qui rendent de grands services. Il faut espérer que le nombre de ces aciers ternaires s'augmentera encore et que les tentatives, que nous avons signalées, se transformeront en fabrication courante.

Nous devons signaler l'introduction de plus en plus grande de l'acier doux dans la fabrication du fer-blanc. Les produits sont plus malléables, les déchets moindres et la consommation d'étain

est réduite par l'emploi d'une matière moins poreuse.

Un produit qui se fait de plus en plus en acier doux, c'est le rond laminé pour tréfilerie ou *machine*.

Il y a quelques années, c'est de Westphalie que nous recevions, sous forme de billettes, la matière première de cette fabrication et les laminoirs de Creil consommaient des quantités importantes de ces aciers allemands. Aujourd'hui, cet établissement, puissamment outillé, lamine des aciers déphosphorés provenant des aciéries de l'Est.

Les aciéries de Longwy, imitant cet exemple, ont fait monter un train à machine, d'après le meilleur type allemand. On pouvait voir à l'Exposition de 1889, un paquet de rond machine de 670 mètres de longueur et du poids de 175 kilogrammes. Pour laminer un semblable échantillon, il a fallu que la barre fut en prise dans 12 cannelures à la fois et le moteur a dû développer une force de près de 1,000 chevaux. Un autre paquet pesant 68 kilogrammes a donné un rond de 575 mètres de longueur.

Un semblable train peut laminer, par poste de 12 heures, 20 à 30 tonnes de machine suivant l'échantillon. Il est desservi par trois fours à réchauffer et constitue un engin puissant de laminage.

La *machine* est la matière première du tréfilage et les fils d'acier tendent à entrer, de plus en plus, dans la consommation, à cause de la grande résistance que l'on peut leur communiquer par la trempe; il y a donc là une porte ouverte à une grande consommation d'acier. — V. *Supplément*, Câbles, Fils.

La clouterie également tend, de plus en plus, à se faire en métal extra doux remplaçant le fer de Suède.

Nous terminerons ce que nous avions à dire sur l'acier en général, par quelques considérations relatives aux progrès réalisés par la trempe, dans ces dernières années.

Pendant longtemps, on n'a connu que les trempes, qui nécessitaient un recuit plus ou moins avancé (V. Recuit, Trempe); la trempe à l'eau, la plus ancienne des trempes, était rarement employée de *toute sa force;* il fallait presque toujours *faire revenir* le métal, c'est-à-dire détruire par un recuit, à une température plus ou moins élevée, ce que le refroidissement brusque avait de trop excessif, pour éviter l'aigreur et la fragilité.

La trempe à l'huile n'a été d'abord appliquée qu'à certains objets qui ne demandaient pas une grande dureté, tels que les outils à travailler le bois ou des pièces qui devaient être trempées dans toute leur masse; souvent on se dispensait de faire *revenir* les aciers trempés à l'huile, au moins les plus minces.

Firth et Cie, de Sheffield, semblent avoir, les premiers, appliqué la trempe à l'huile aux objets de grandes dimensions en acier moyennement dur, et destinés à l'artillerie, tubes, frettes, etc. De là, cette pratique est passée sur le continent. Mais cette trempe, qu'il faut souvent faire suivre d'un recuit, serait trop vive encore pour certaines qualités d'acier.

Le chauffage, dans un bain de plomb fondu, de pièces destinées à une trempe ultérieure, à l'eau ou à l'huile, était connu depuis longtemps. On l'appliquait, notamment à des fils d'acier, pour obtenir un chauffage homogène et non oxydant.

La *trempe au plomb*, imaginée par la Compagnie

Trempes comparatives. Limite d'élasticité. Aciers carburés.

Carbone	Etat naturel	Trempé		
		au plomb	à l'huile	à l'eau
0.2	18k,0	18k	26k	34k
0.3	26.7	30	32	36
0.4	27.5	32	39	41
0.5	30.0	36	46	50
0.6	33.0	37	49	57
0.7	37.0	43	52	62
0.8	38.0	44	54	65
0.9	38.0	46	56	66
1.0	39.0	51	57	75
1.1	40.0	56	66	82
1.2	45.0	69	81	90
1.3	49.0	81	82	82

Trempes comparatives. Charge de rupture. Aciers carburés.

Carbone	Etat naturel	Trempé		
		au plomb	à l'huile	à l'eau
0.2	30k,5	31k	34k	45k
0.3	46	50	50	56
0.4	49.5	62	57	61
0.5	54	60	69	74
0.6	60	63	72	79
0.7	64	70	80	89
0.8	68	75	84	97
0.9	69	76	87	99
1.0	75	83	91	108
1.1	80	91	102	115
1.2	86	106	115	120
1.3	90	110	110	121

Trempes comparatives. Allongements p. 100 sur 100 millimètres de long.

Carbone	Etat naturel	Trempé		
		au plomb	à l'huile	à l'eau
0.2	34k	31k	30k	28k
0.3	24	22	24	21
0.4	20	21	22	18
0.5	21	20	19.5	15
0.6	18	17	17	13
0.7	16	16	16	16
0.8	17	14	13	11
0.9	16.5	15	13	10
1.0	17	11	11	10.5
1.1	14	12	9.5	7
1.2	12.5	10	9	7
1.3	10	10	9	5

de Châtillon-Commentry, consiste en ceci : on chauffe au rouge vif un morceau d'acier, on le plonge dans un bain de plomb, maintenu notablement au-dessus de son point de fusion, et on l'y laisse refroidir. Il en résulte une trempe douce, qui ne nécessite pas de recuit.

Nous donnons page 30 les tableaux comparatifs des résultats obtenus sur une série d'aciers à teneurs en carbone variant de 0,2 à 1,3 0/0 par la trempe au plomb, à l'huile et à l'eau, avec quelques diagrammes (fig. 14 et 15) relatifs aux limites d'élasticité et aux charges de rupture.

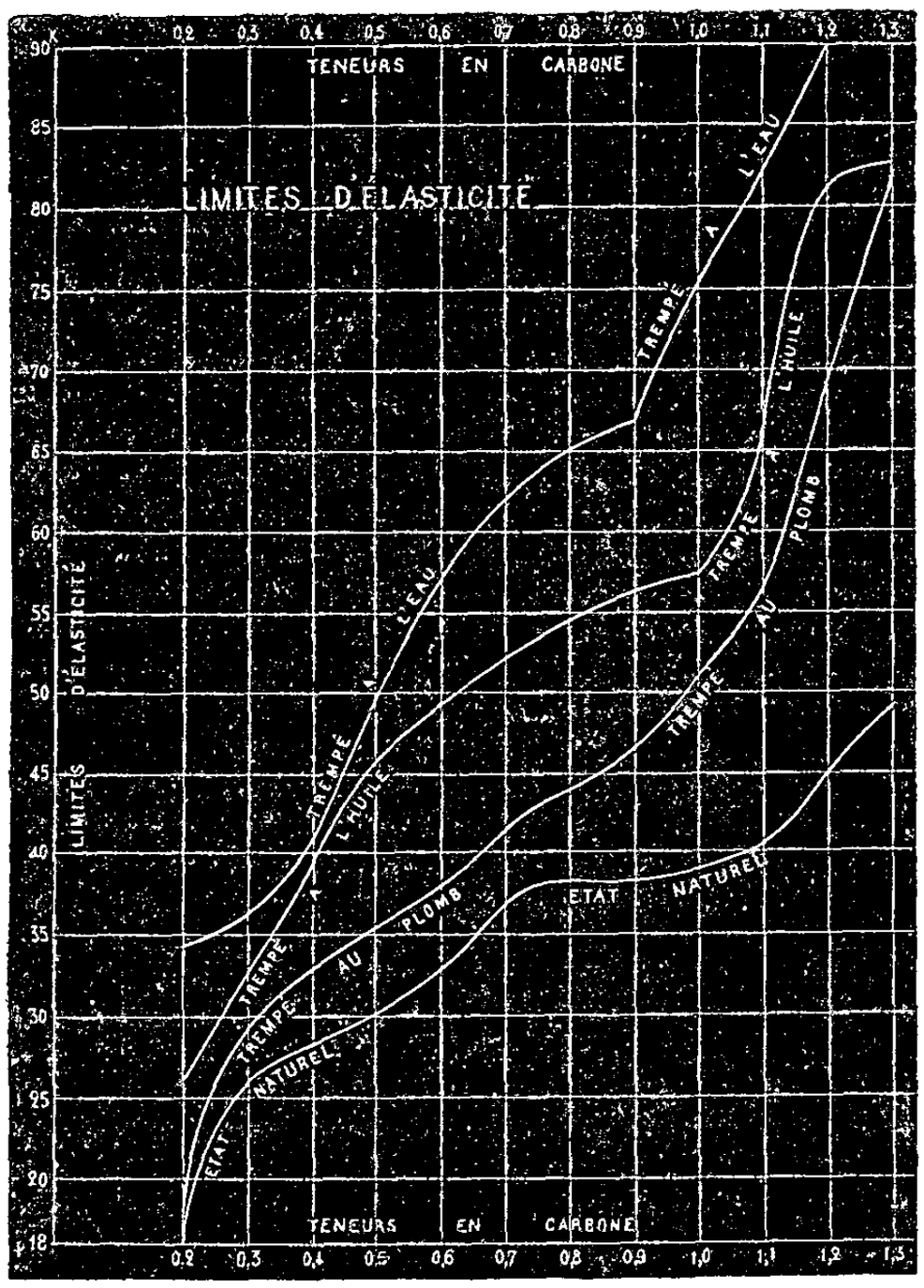


Fig. 14.

Même pour les nuances douces, la trempe au plomb, malgré la température à laquelle on agit (le plomb fond à 435° et on maintient le bain légèrement au-dessus de cette température), élève la *limite d'élasticité* mais moins que la trempe à l'huile et moins encore que la trempe à l'eau. Ceci résulte clairement du tableau et du diagramme que nous donnons ici. Pour les aciers plus carburés, l'effet de l'immersion dans un bain de plomb est plus sensible.

En général les aciers carburés acquièrent une trempe douce, accompagnée d'une élévation de la charge de rupture et d'une diminution d'allongement ; il en résulte, au choc, une certaine raideur ; et, fait important, dont nous verrons l'application plus tard, il faut un plus grand nombre de coups de mouton pour amener la rupture, que si l'acier n'avait pas subi de traitement. Il y a *augmentation de résistance au choc.*

L'influence de la trempe au plomb sur des aciers de différente nature a été aussi étudiée.

Pour les aciers chargés en silicium, ou *aciers siliceux*, les essais sont peu nombreux. On constate une augmentation de limite d'élasticité, variant de 17 à 32 0/0, une augmentation de charge de rupture de 16 0/0 en moyenne avec diminution d'allongement de 30 0/0. Malgré cet effet produit, la résistance au choc n'est pas augmentée, mais les flèches sont moindres, il y a plus de raideur.

Les *aciers manganésés* ne sont pas beaucoup affectés par la trempe au plomb, sauf pour l'allongement, qui est diminué de moitié. Il y a une augmentation de la limite d'élasticité, variant de 12 à 17 0/0 et pour la charge de rupture, de 16 à 23 0/0.

Au choc, ces aciers se comportent comme les aciers siliceux, la résistance reste la même, avec plus de raideur.

Les *aciers chromés*, à cause de leur haute carburation et de la proportion notable de chrome qu'ils renferment (de 1,5 à 2 0/0), demandaient à être expérimentés avec plus de précaution ; on a fait suivre la trempe au plomb d'un recuit au rouge sombre. Malgré ce recuit à une température supérieure de 200° au moins à celle à laquelle avait eu lieu l'immersion dans le plomb fondu, on a constaté des effets sensibles. La limite d'élasticité s'est trouvée augmentée de 10 à 18 0/0, la charge de rupture de 10 à 22 0/0, quant à la diminution d'allongement, elle a été de 21 0/0 en moyenne. L'essai au choc a permis de constater plus de raideur et une plus grande résistance, puisqu'il a fallu un plus grand nombre de coups pour amener la rupture.

Enfin, pour les *aciers cémentés et corroyés*, la trempe au plomb a donné une augmentation de limite d'élasticité de 21 0/0 et de charge de rupture de 17 0/0. Quant à l'allongement, il a diminué de 20 0/0 pour les nuances ayant plus de 1 0/0 de carbone. Rien de remarquable au choc.

En résumé, tous les aciers sont sensibles à la trempe au plomb, qui agit moins énergiquement que la trempe à l'huile et que la trempe à l'eau, mais on obtient, en général, plus de raideur au choc et souvent plus de résistance.

Une des applications les plus remarquables de la trempe au plomb, semble être l'amélioration des blindages.

On sait que le besoin s'est fait sentir, dès le début de cette fabrication, de rendre le grain ho-

ACIE

mogène et de détruire les facettes cristallines produites au laminage ou au forgeage. Tant qu'on a fait les blindages en fer, la trempe à l'eau a parfaitement rempli le but. Avec les plaques d'acier doux, la trempe à l'huile a dû remplacer la trempe à l'eau, qui donnait des fêlures; mais avec des nuances d'acier plus carburé, on ne pouvait employer aucune de ces deux méthodes; la trempe de plomb, qui est encore plus douce que la trempe à l'huile, est venue heureusement combler cette lacune.

Quand il s'agit de pièces énormes, le refroidissement ne se transmet pas immédiatement dans toute la masse; les molécules extérieures sont à un état de rigidité, tandis que le centre est encore à une température élevée; il en résulte des tensions qui peuvent amener des ruptures.

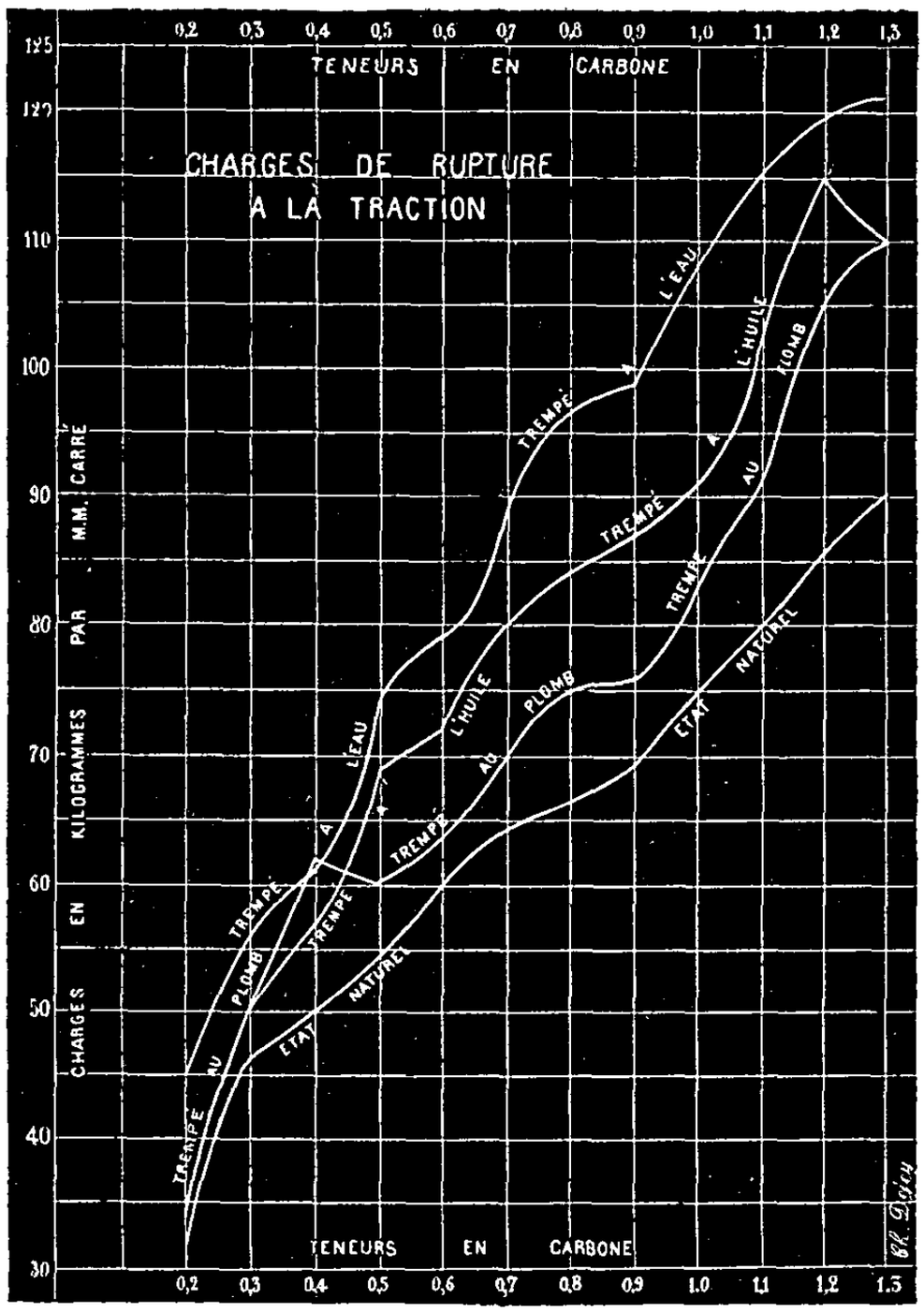


Fig. 15.

Un bain métallique, excellent conducteur de la chaleur, ne donnant pas de vapeurs qui viennent gêner le refroidissement ou de flammes superficielles qui élèvent partiellement la température, se trouve donc remplir les meilleures conditions. Il n'est point étonnant que l'on arrive à produire des pièces saines par immersion dans un bain de plomb; quant à la modification moléculaire, elle se comprend par cette considération que c'est entre la chaleur du rouge vif et une température inférieure au rouge sombre que l'effet sensible de la trempe se produit. C'est expliqué, par ce fait, qu'un acier trempé de toute sa force, reste trempé après le recuit à une température inférieure à 500°; l'effet que l'on voulait produire et qui s'est maintenu, est donc celui qui correspond à la chute de température entre le rouge vif et les environs de 500°. Ce sont précisément les conditions remplies par la trempe au plomb.

La conductibilité du bain, l'homogénéité de température à laquelle on arrive, permettent un arrangement moléculaire qui s'opère librement, si on a soin de maintenir l'immersion un temps suffisamment long.

La Compagnie de Châtillon-Commentry a fait, à son polygone, une série d'essais de tir sur des plaques de différente nature et dont les résultats mettent bien en lumière les bons effets de la trempe au plomb.

Les plaques avaient les dimensions uniformes suivantes :

Longueur	1m,500
Largeur	0m,735
Epaisseur	0m,276

Le projectile était un boulet cylindro-conique de 95 millimètres, en fonte dure, du poids de 11k,400; pour les quatre premiers coups tirés, comme c'est l'usage, aux quatre coins d'un losange de 2 calibres de côté, soit 19 centimètres et de 19 centimètres de diagonale verticale. Les coups suivants étaient tirés avec un même projectile en acier chromé, martelé et trempé; ils se logeaient, successivement, dans les premières empreintes et dans le même ordre.

Voici les résultats :

1° *Plaque en fer de la qualité blindage pour navire, pour comparaison.*

Pénétration moyenne des quatre premiers coups 132 millimètres.

Pénétration moyenne des quatre coups suivants 198 millimètres.

Au septième coup une fente transversale se déclarait sur toute l'épaisseur et la plaque s'est brisée, au huitième coup, en deux fragments nettement séparés.

2° *Plaque mixte ordinaire, acier et fer.*

Pénétration moyenne des trois premiers coups 95 millimètres. Rupture au quatrième coup, une fente transversale s'étant produite au troisième coup.

3° *Plaque mixte ordinaire trempée au plomb.*

La pénétration des quatre premiers coups n'a pu être constatée, les ogives des projectiles étant restées dans les empreintes, mais elles étaient faibles, car celles du cinquième et du septième coup, superposées au premier et au troisième n'ont été que de 65 et 72 millimètres.

Au neuvième coup une fente traversant la

plaque s'est produite et la rupture s'est effectuée au dixième coup. Le grain était plus fin et présentait plus d'arrachements que la plaque non trempée.

4° *Plaque en acier laminé dur.*

Pénétration des quatre premiers coups 105 millimètres. Rupture au cinquième coup.

5° *Plaque en acier laminé dur trempé au plomb.*

Pénétration des quatre premiers coups 95 millimètres. Rupture au sixième coup (défaut de la plaque dans un coin).

6° *Plaque en acier laminé doux.*

Pénétration des quatre premiers coups 112 millimètres. Rupture au sixième coup.

7° *Plaque en acier laminé doux trempé au plomb.*

Pénétration 111 millimètres. Rupture au septième coup.

Cet acier n'avait que 0,30 de carbone, la trempe au plomb n'a pas pu agir très énergiquement.

8° *Plaque en acier doux coulé.*

Rupture au cinquième coup. Pénétration moyenne des quatre premiers coups 119 millimètres.

9° *Plaque en acier coulé doux trempé au plomb.*

Pénétration des premiers coups 113 millimètres. Rupture au septième coup.

On voit que ces premières expériences indiquent une amélioration sensible dans la résistance au tir.

Nous terminerons par le compte rendu résumé de l'essai d'une plaque d'acier doux trempé au plomb, fait à Gâvres le 3 décembre 1887.

Longueur.	2m,003
Largeur.	1m,392
Epaisseur	0m,084
Diamètre du projectile.. . . .	16 cent.
Poids..	45 kil.
Vitesse.	186,50

C'est une plaque de pont.

Elle a reçu cinq projectiles, quatre au sommet d'un carré de 25 centimètres de côté et le cinquième au centre.

Aucune fente ne s'est produite à l'arrière, ce qu'on n'avait jamais vu, même pour les essais classés comme très satisfaisants et les artilleurs ont considéré ce résultat comme très remarquable.

Mais le grand avantage de cette trempe douce, c'est de pouvoir s'appliquer aux aciers assez fortement carburés sans amener de criques ou de tapures, ce qui est d'une grande importance pour les blindages et les grosses pièces d'acier forgé dont on veut détruire la structure cristalline. Un autre effet remarquable de la trempe au plomb, c'est ce qui se passe avec les moulages d'acier; ils acquièrent un grain fin, avec plus de résistance.

La Compagnie de Terrenoire avait essayé, soit par un recuit, soit par une trempe à l'huile, de produire des aciers moulés résistant au choc aussi bien que des aciers laminés ou martelés. Le grain était bien modifié, mais le changement moléculaire n'allait pas jusqu'à communiquer au métal une grande résistance; du moins, sous l'action des projectiles, des plaques de blindage montraient assez de fragilité. Avec la trempe au plomb, il y a une amélioration considérable, à laquelle on ne pouvait vraiment s'attendre.

Les moulages d'acier, qui ne faisaient qu'apparaître en 1878, sous la brillante impulsion de la Compagnie de Terrenoire, étaient représentés, en 1889, par des échantillons nombreux et fort remarquables.

Aucun renseignement n'est donné sur leur mode de fabrication, qui, vraisemblablement, repose sur l'emploi du siliciure de fer et du manganèse à dose plus ou moins forte, indiqué en 1878, par l'usine de Terrenoire.

Tout au plus, pourrait-on trouver deux exceptions possibles, le *fer fondu au creuset*, de J. Holtzer, dont le grain et la douceur sont vraiment remarquables, pouvant renfermer de l'aluminium et l'*acier moulé* des fabricants de fonte malléable, qui est un acier très dur et très fluide, adouci par les recuits au minerai.

Dans ces dernières années, on a appliqué l'addition d'aluminium, à très faible dose, à la fabrication des aciers doux; c'est ce que l'on appelle le *métal initis*. Quel que soit le mode d'action de l'aluminium, l'effet est à peu près indiscutable et les produits obtenus fort remarquables.

Cette industrie, née en Suède, ne s'est pas encore développée, comme elle mériterait de l'être, soit par suite des exigences des propriétaires du brevet, soit par l'inexpérience des fabricants qui ont adopté cette méthode. On explique cette action de l'aluminium sur la prévention des soufflures, soit par un abaissement du point de fusion de l'acier, soit par l'irréductibilité de l'alumine produite, tandis que la silice et l'oxyde de manganèse, qui seraient le résultat d'une addition de ferrosilicium ou de silicospiegel, pourraient être entraînés dans le métal et réduits par le moule avec dégagement d'oxyde de carbone. — V. *Supplément*, MOULAGE.

Il nous resterait à montrer comment la *déphosphoration*, qui n'existait pas encore en 1878 au point de vue industriel puisqu'elle n'était pas sortie du domaine des expériences, a fait depuis cette époque des pas de géant, bouleversant les situations et les avantages de fabrication qui semblaient les mieux établis, et en en créant d'autres dont la concurrence avec les anciens établissements est redoutable.

A l'Exposition de 1889, on peut regretter que la déphosphoration qui est réellement, avec les aciers chromés, un des faits métallurgiques les plus considérables de cette génération, et, en tout cas les plus importants depuis 1878, n'ait pas été représentée avec toute l'étendue et la mise en scène qu'elle mérite. On en voit les produits un peu partout, plus ou moins avoués, plus ou moins déguisés, on n'en trouve la véritable exposition nulle part.

L'importance du sujet nous engage à le traiter à part. — V. *Supplém.*, DÉPHOSPHORATION. — F. G.

* **ACONITINE.** *T. de chim.* L'aconitine a été l'objet de nouvelles études et C.-R. Alder Wright a

donné un procédé de préparation permettant d'obtenir un produit très pur (*Journ. chem. Soc. London*, 1877, t. I, p. 143). L'aconitine cristallisée est en tables anhydres très solubles dans l'alcool, l'éther, la benzine, surtout le chloroforme, insoluble dans l'eau et le pétrole lourd ou léger. Précipitée de ses sels, elle constitue une poudre blanche, légère, contenant de l'eau qui se dégage à 100°.

Sa saveur est faiblement amère. L'aconitine possède une faible réaction alcaline et forme avec les acides des sels définis.

L'aconitine est un poison violent; prise à doses convenables, c'est un sédatif puissant employé pour combattre les douleurs nerveuses et le rhumatisme articulaire aigu. On l'emploie ordinairement à la dose de 0,0002, la dose maxima ne devant pas dépasser 0,003 en vingt-quatre heures.

* **ACROLÉINE.** *T. de chim.* Syn. : *Aldéhyde acrylique*. Liquide incolore très volatil dont les vapeurs irritent d'une façon épouvantable les yeux et les organes respiratoires. C'est ce corps qui prend naissance quand on soumet à l'action de la chaleur les corps gras ou la glycérine. On l'obtient à l'état de pureté en déshydratant la glycérine au moyen du bisulfate de potasse fondu.

* **ACTINISME.** *T. de phys.* Nom que l'on donne à tout phénomène relatif aux radiations lumineuses, calorifiques, chimiques ou phosphorogéniques,

* **ACTINOMÈTRE.** *T. de phys.* Instrument destiné à mesurer la chaleur des rayons solaires. Le premier appareil de ce genre, imaginé par Pouillet, porte le nom de *pyrhéliomètre*. — V. ce mot au *Dictionnaire*.

Il permettait de déterminer en valeur absolue la chaleur émise par le soleil à la surface de la terre.

M. Violle s'est servi, pour mesurer la chaleur émise à la surface du soleil, d'un actinomètre dont la pièce principale est un thermomètre à boule noircie, enfermée dans une double enveloppe sphérique, exposée aux rayons solaires. Il a trouvé que la température moyenne à la surface du soleil est d'environ 2,500°.

M. Crova réserve le nom d'*actinomètre* à son instrument, dont le but est d'évaluer seulement des rapports de la chaleur des rayons solaires, en différentes saisons et heures du jour. Il laisse le nom de *pyrhéliomètre* aux instruments qui donnent cette mesure en *valeur absolue*. De sorte que, pour transformer en valeur absolue les résultats obtenus par les actinomètres, il faut connaître, par des expériences comparatives, la relation entre l'actinomètre employé et un pyrhéliomètre (V. *Annales de chimie et de physiq.*, 5e série, t. X, p. 303; t. XI, p. 433; t. XIX, p. 168. *Journal de physique*, 2e série, t. I, p. 305; t. IV, p. 185). — V. *Dictionnaire*, CHALEUR RAYONNANTE, exp. de M. Mouchet et de M. Pifre.

On connaît un grand nombre d'actinomètres de diverses sortes : les uns, employés en photographie pour estimer l'activité chimique de la lumière; les autres servant à mesurer l'intensité de la lumière solaire ou celle des lumières artificielles. On peut les grouper en cinq systèmes, fondés :

1° Sur l'altération chimique de l'iodure ou du chlorure d'argent et leur coloration plus ou moins intense par la lumière :

2° Sur la combinaison du chlore et de l'hydrogène;

3° Sur la réduction de composés métalliques, chlorure d'or, nitrate d'urane, perchlorure de fer, etc.;

4° Sur la production d'un courant électrique mesurable à l'aide d'un galvanomètre;

5° Sur l'intensité de la phosphorescence (V. pour les détails, la *Photographie*, par Davanne, p. 142).

L'*actinomètre photographique enregistreur* de M. Roscoë sert à évaluer la puissance photographique des rayons lumineux, par la teinte comparative que prend une bande de papier sensible soumis à l'action de ces rayons pendant un temps mesuré, au moyen d'une horloge électrique qui déplace par saccades (sous une plaque métallique percée d'un trou de 4 millimètres de diamètre) la bande de papier impressionnable (V. *Annales de chim. et de phys.*, 5e, t. XVII, p. 398 et 464).

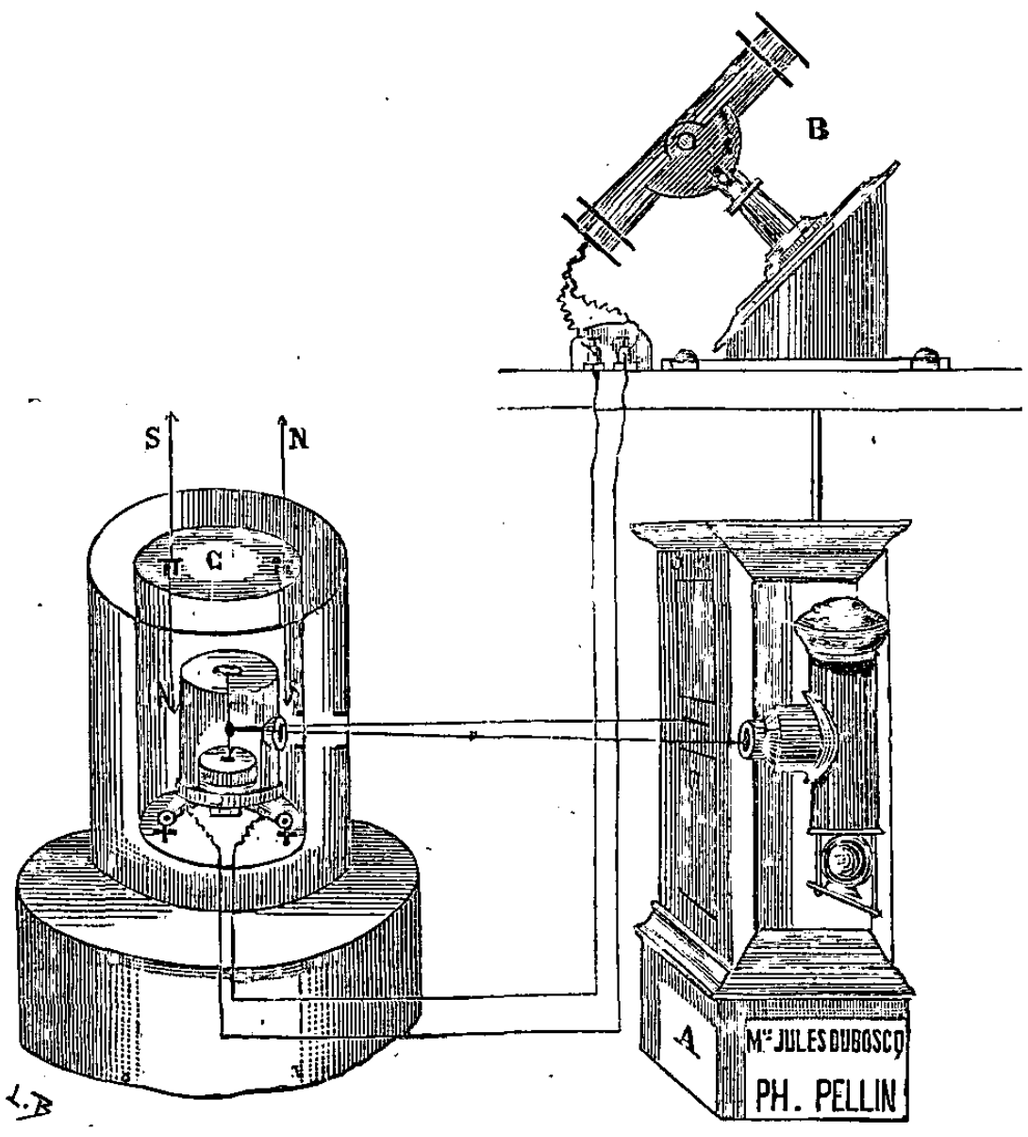


Fig. 16.

Au moyen de son actinomètre photographique, M. Roscoë a fait de nombreuses expériences qui montrent que l'activité de la lumière suit en général la même marche que la sérénité du ciel.

La figure 16 représente : A, l'enregistreur Mascart construit par M. Pellin, il est composé d'une horloge faisant descendre un châssis contenant une feuille de papier sensible; ce papier se présente devant la fente de l'enregistreur et reçoit le rayon lumineux venant de la lampe et réfléchi par le miroir du galvanomètre C; B actinomètre proprement dit, composé d'une pile faite avec deux soudures fer et maillechort, monté équatorialement, de manière à recevoir le soleil dans son axe pendant toute la journée. La pile est reliée par un conducteur flexible à une ligne souterraine mise en communication avec le galvanomètre C à miroir, et entouré d'une double enceinte en tôle qui annule le champ terrestre; deux aiguilles aimantées NS dont les pôles sont opposés, sont mobiles verticalement dans l'enceinte et forment le champ directeur, dont on peut aussi faire varier l'intensité et la direction.

Les photographes donnent le nom de *rayons actiniques* (ce qui est un pléonasme) aux radiations capables de produire les meilleurs effets photochimiques ; on sait que ce sont les rayons les plus réfrangibles, violets et ultra-violets, qui jouissent de cette propriété au plus haut degré; en sorte que le foyer actinique ou chimique ne coïncide pas avec le foyer lumineux, ce à quoi les photographes intelligents savent remédier. — C. D.

Actinomètre électrique. Cet appareil consiste en une petite pile électrique qui est mise en activité lorsqu'on l'expose à des rayons d'une nature déterminée.

L'actinomètre électrique de M. Minchin est formé de deux feuilles d'étain plongées dans une solution alcoolique de nitrate d'ammoniaque. Les rayons bleus de la lumière solaire ou de la lumière du magnésium qu'on fait tomber sur l'une des lames, provoquent un courant électrique très faible, qu'on peut mesurer à l'aide d'un galvanomètre de réflexion.

Pour totaliser l'effet pendant un temps déterminé, on charge un condensateur au moyen de l'électricité produite; il suffit de mesurer à l'aide du courant de décharge, la quantité totale d'électricité emmagasinée pour obtenir une quantité proportionnelle à l'effet actinique pendant le même temps.

Actinomètre électro-chimique. Cet appareil, proposé par MM. Gouy et Rigollot, se compose de deux plaques de cuivre, dont l'une est chauffée à l'aide d'un bec Bunsen, jusqu'à ce qu'elle devienne d'un brun homogène après la disparition des couleurs d'irisation. Ces lames sont plongées dans une solution de chlorure de sodium ; la lame oxydée devient positive par rapport à l'autre lorsqu'elle est éclairée par un rayon de lumière. L'effet disparaît immédiatement dans l'obscurité. Un galvanomètre de faible résistance permet de mesurer la force électro-motrice développée.

L'*actinomètre électro-chimique* de M. Ed. Becquerel est fondé sur l'impressionabilité par la lumière d'une couche de sous-chlorure d'argent violet, déposé sur deux lames d'argent pur. Ces lames sont plongées dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique et mises en rapport avec un galvanomètre très sensible, dont les indications donnent la mesure comparative des effets de la lumière sur la matière impressionnable (Ed. Becquerel, *La lumière, ses causes et ses effets*).

* **ADIABATIQUE.** *T. de phys.* On sait que l'état physique d'un corps est défini en thermodynamique par trois éléments qui sont sa température t, sa pression p et son volume v, entre lesquels existe une relation qui dépend de la nature du corps et qu'on appelle son équation caractéristique :

$$f(p,v,t)=o$$

Toute modification dans l'état physique du corps consiste en une modification des valeurs de ces trois éléments ; mais en vertu de l'équation précédente, il suffit de connaître les variations de deux d'entre eux. Si le corps se modifie d'une manière continue, les deux éléments choisis pour variables indépendantes varieront d'une manière continue, mais de telle sorte qu'à chaque valeur de l'un d'eux correspondra une valeur bien déterminée de l'autre, c'est-à-dire que ces deux éléments seront liés par une équation qui caractérise la modification considérée. Parmi toutes les modifications que peut recevoir l'état physique d'un corps, il en est une particulièrement remarquable, c'est celle qui s'opère sans que le corps absorbe ou dégage de chaleur. Une pareille modification est dite *adiabatique*.

On peut représenter graphiquement l'état physique d'un corps en représentant sur un plan, par des coordonnées, les deux éléments choisis pour variables indépendantes. Alors l'état physique du corps sera représenté par un point de ce plan, et toute modification correspondra à un déplacement de ce point, c'est-à-dire qu'elle sera représentée par une ligne. Le plus souvent, on prend p et v pour variables, et la modification sera représentée par une courbe définie par une équation :

$$\varphi(p,v)=o$$

On nomme *ligne adiabatique* la ligne qui représente une modification adiabatique.

D'après les principes de la thermodynamique, si l'on indique par U l'énergie intérieure du corps, laquelle est une fonction de son état physique, c'est-à-dire de p et v, on a :

$$dQ=\frac{dU}{dp}dp+\left(\frac{dU}{dv}+\frac{1}{E}p\right)dv,$$

De sorte que l'équation différentielle des lignes adiabatiques, définies par $dQ=o$ est :

$$\frac{dU}{dp}dp+\left(\frac{dU}{dv}+\frac{1}{E}p\right)dv=o.$$

On voit que pour déterminer l'équation de ces lignes, il faudrait connaître la fonction U. Or cette fonction, ainsi que l'équation caractéristique $f(p,v,t)=o$ n'est connue que pour les gaz d'après les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, et l'expérience de Joule. Nous avons donné au mot

Chaleur, § *Equivalent mécanique*, les développements qui conduisent à l'équation des lignes adiabatiques des gaz parfaits :

$$pv^{\frac{c}{c'}} = k$$

où c et c' sont les chaleurs spécifiques sous pression et sous volume constants.

La forme de cette courbe rappelle à peu près celle d'une branche d'hyperbole équilatère asymptote aux deux axes de coordonnées.

Pour les solides et les liquides, la forme des lignes adiabatiques ne présente guère d'intérêt pratique. Nous ferons seulement remarquer que, d'après les principes de la thermodynamique, la fonction U pourrait se déduire de la chaleur spécifique à pression constante, supposée connue en fonction de la température, jointe à l'équation caractéristique. La chaleur spécifique est susceptible de mesures assez précises ; il en est de même de la loi qui lie v et t en supposant la pression constante et qui équivaut à la connaissance du coefficient de dilatation à toute température ; mais pour achever de déterminer l'équation caractéristique, il faudrait aussi connaître la relation entre la pression et le volume, et c'est là ce que l'expérience n'a pas encore pu donner d'une manière suffisamment précise pour les liquides et les solides. — V. Chaleur, § *Equivalent mécanique*. — M. F.

I. **ADHÉRENCE, ADHÉSION.** Quoique le premier de ces mots désigne un état et le second une action, on les confond souvent dans le langage.

C'est par un effet *d'adhérence* que de l'eau reste attachée à la main qu'on vient de retirer du liquide. Il en est de même avec tout corps qui peut être *mouillé* par le liquide dans lequel on l'a trempé. Dans ce cas la force d'adhérence est supérieure à la force de cohésion du liquide.

Un disque métallique horizontal est soutenu en équilibre à l'un des bras d'une balance ; on en approche un vase contenant du mercure, jusqu'au contact du liquide et du disque. Si l'on veut détacher celui-ci, on mettra des poids dans le bassin opposé de la balance, jusqu'à ce que le disque se sépare. Mais celui-ci n'emportera pas de liquide avec lui, la force d'adhérence étant ici plus faible que la force de cohésion du liquide.

C'est par adhérence que le mortier et les pierres des maisons se soudent fortement, en constituant un ensemble compact et solide. Il en est de même des fragments de verre ou de porcelaine qu'on réunit au moyen d'une colle appropriée.

On produit quelquefois l'*adhésion* entre deux corps solides, en les comprimant fortement l'un contre l'autre. Ainsi, les deux parties d'une balle de plomb que l'on vient de couper peuvent, par compression, se souder solidement l'une à l'autre.

On réussit de même avec deux morceaux de caoutchouc fraîchement coupés.

C'est par adhésion de l'eau contre les parois des ajutages courts, biconiques, affectant la forme de la veine liquide, que le débit peut être augmenté d'un quart, comparativement à celui que donnerait un ajutage cylindrique de même diamètre. Au contraire, pour les tubes longs, sinueux ou présentant des parties de diamètres différents, l'adhésion diminue le débit du liquide.

Les gaz adhèrent de même aux parois des vases et mettent obstacle à la production du vide complet qu'on veut y faire. L'adhésion et l'adhérence se produisent dans le vide. Mais la pression atmosphérique intervient la plupart du temps dans le phénomène.

C'est ainsi que deux disques de verre, contre lesquels on a mis une légère couche d'huile adhèrent fortement entre eux, même dans le vide.

L'*adhérence magnétique* se constate par l'effort qu'il faut faire pour détacher un portant de l'aimant qui le retient.

Les *poulies magnétiques*, imaginées par M. Nicklès, sont fondées sur l'adhérence magnétique et sur les propriétés des *aimants circulaires* (1). C. D.

II. **ADHÉRENCE.** *T. de ch. de fer.* L'adhérence est le coefficient de frottement de glissement, résistance qui se développe au contact des rails, à la circonférence des roues motrices d'une locomotive circulant sur une voie ferrée. Cette réaction horizontale et proportionnelle au poids utile de la machine, dépend de la nature et de l'état physique des surfaces en contact. Lorsque le poids à remorquer dépasse la valeur de cette réaction, les roues glissent au lieu d'avancer, et la locomotive *patine* sur place.

R étant la résistance du train, P le poids de la machine, il faut donc, pour que le train circule, que l'on ait :

$$R < \frac{1}{n} P$$

$\frac{1}{n}$ étant le coefficient de frottement ou l'adhérence ; dans ces conditions, on voit que le but à atteindre est d'augmenter, autant que possible, la valeur de l'adhérence.

Or, ce coefficient peut varier dans des limites très étendues, selon l'état des rails et, par conséquent, selon l'état de l'atmosphère ; voici quelles sont les valeurs qui résultent d'expériences récentes :

Temps très sec.	1/6
Beau temps.	1/6
Forte pluie	1/7
Temps brumeux	1/8
Brouillard intense ou neige	1/9
Rails gras (souterrains)	1/10
Chute des feuilles	1/13

En conséquence, dans les circonstances ordinaires, on admet que l'adhérence = 1/7 ou 14 0/0.

Quand les machines tendent à patiner, par défaut d'adhérence, on répand du sable fin et sec sur les rails, immédiatement en avant des roues ; l'adhérence s'élève aussitôt à 1/4 et même à 1/3 ; le démarrage de la locomotive peut avoir lieu et l'on cesse alors l'emploi du sable.

Au début des chemins de fer, les ingénieurs, persuadés qu'on ne pouvait obtenir une adhérence

(1) *Les électro-aimants et l'adhérence magnétique*, par J. Nicklès, 1 vol. in-8°, Paris. 1860.

suffisante avec des rails lisses, avaient essayé de trouver la solution du problème dans l'emploi de machines légères, munies de roues à engrenages. Mais cette idée inexacte n'a pas tardé à faire place à la théorie absolument opposée, emploi des machines pesantes à roues couplées, utilisant la totalité de leur poids comme poids adhérent. Les rails à crémaillère n'ont plus été utilisés que dans quelques circonstances exceptionnelles, telles que les chemins à pente excessive, comme celui du Righi, par exemple. — M. C.

***ADMISSION TEMPORAIRE.** Le *Dictionnaire* a exposé comment certaines marchandises étrangères pouvaient être admises temporairement en franchise de droits en France, pour y être fabriquées ou y recevoir un complément de main-d'œuvre. Cette admission temporaire n'a lieu que sous certaines conditions et est soumise à diverses règles et formalités que nous allons brièvement rappeler ici :

— Le bénéfice de l'admission temporaire n'existe que pour les produits auxquels il a été accordé spécialement par décret.

Les marchandises importées temporairement doivent être réexportées ou réintégrées en entrepôt dans un délai fixé par la décision leur accordant cette faculté, mais qui, dans tous les cas, ne peut excéder six mois (Loi du 5 juillet 1836, art. 5).

L'entrée et la sortie des marchandises auxquelles le régime de l'admission temporaire est appliqué ne peuvent avoir lieu que par les bureaux des douanes désignés à cet effet. Ces marchandises doivent, à l'entrée et à la sortie, être déclarées dans les formes ordinaires; mais il faut, en outre, que les déclarations contiennent les indications spéciales exigées par les décrets qui ont permis l'application du régime de l'admission temporaire, et les vérifications sont faites en conséquence. C'est également par ces décrets qu'est fixé le rendement des marchandises admises temporairement, c'est-à-dire la quantité de produit fabriqué qui doit être réexportée pour telle portion de la matière brute importée.

L'admission temporaire n'a lieu que sous la garantie d'une soumission cautionnée. L'acquit-à-caution délivré en vertu de cette soumission est remis à l'importateur. Il doit être représenté au moment de la réexportation ou de la constitution en entrepôt des produits fabriqués.

Lorsque les produits fabriqués doivent être réexportés par des bureaux déterminés, il suffit, pour l'accomplissement de cette obligation, que ces produits aient été représentés et vérifiés dans ces bureaux. Les marchandises peuvent ensuite être dirigées sous passavant et plombage, sur le bureau par lequel le fabricant a intérêt à les faire sortir.

Les marchandises comprises dans un même acquit-à-caution peuvent faire l'objet de réexportations partielles. Dans ce cas, l'acquit-à-caution reste déposé au bureau à la première sortie et annoté au fur et à mesure des réexportations.

Si les intéressés demandent à effectuer le complément de leur expédition par un autre bureau compétent, les acquits-à-caution leur sont remis dûment revêtus de certificats constatant les opérations accomplies, et les réexportations subséquentes sont constatées par le nouveau bureau ou même successivement par plusieurs bureaux. Celui de ces bureaux où les opérations finales ont eu lieu fait le renvoi de l'acquit au bureau d'émission.

Les mêmes dispositions sont applicables aux réintégrations partielles en entrepôt.

Lorsque les marchandises sont présentées à la décharge de plusieurs acquits à-caution, la déclaration doit déterminer la proportion dans laquelle on entend opérer les importations sur ces acquits-à-caution, et il est procédé à l'apurement dans l'ordre indiqué par les intéressés.

Les produits constitués en entrepôt après fabrication ou main-d'œuvre sous le régime de l'admission temporaire se trouvent placés, pour les destinations qu'ils peuvent recevoir, dans les mêmes conditions que les autres marchandises entreposées. Lorsque, après la constitution en entrepôt ils sont consommés à l'intérieur, ils n'acquittent que le droit applicable à la matière première importée et d'après le tarif en vigueur au moment de la sortie d'entrepôt (Arrêt de la Cour de cassation du 27 juin 1870).

C'est surtout dans l'industrie métallurgique que l'admission temporaire a joué et joue encore un grand rôle. Le *Dictionnaire* a exposé en quoi consistait pour la réexportation, le système de l'*identique* et celui de l'*équivalent*; nous n'y reviendrons pas. On était alors sous le régime du décret du 9 janvier 1870 qui, tout en imposant l'identique pour le fer, admettait l'équivalent pour la fonte. Cette situation causait aux métallurgistes des zones frontières, grâce au trafic des acquits-à-caution, un préjudice considérable. Leurs réclamations devinrent si pressantes, que le ministre du commerce crut devoir en saisir le comité consultatif des arts et manufactures et le conseil supérieur du commerce et de l'industrie.

Ces deux assemblées, malgré une résistance très vive des représentants des métallurgistes du centre, se prononcèrent successivement pour l'extension aux fontes de toutes sortes, soit d'affinage, soit de moulage, du régime de l'identique avec convoyage à l'usine qui les met en œuvre, régime déjà appliqué aux fers. Mais à la suite de cet avis, un accord intervint pour n'imposer le transport à l'usine qu'aux fontes d'affinage et laisser les fontes de moulage sous le régime de l'équivalence. Cet accord a été consacré par le décret du 24 janvier 1888 qui fixa, en outre, le délai de réexportation à six mois. Tel est le régime actuel pour l'admission temporaire des métaux.

En dehors des métaux dont nous venons de parler et des sucres destinés au raffinage, dont nous parlerons plus loin, le régime de l'admission temporaire est applicable à un assez grand nombre de marchandises, dont nous allons donner la nomenclature avec quelques indications très succinctes (V. le tableau de la page 38).

Quant aux sucres destinés au raffinage, les conditions auxquelles est subordonnée leur admission temporaire, sont tout à fait distinctes de celles qui résultent pour les autres marchandises des dispositions de l'article 5 de la loi du 5 juillet 1836. L'admission temporaire des sucres pour le raffinage est exclusivement régie par la loi du 7 mai 1864 (art. 5 à 8), la loi de finances du 8 juillet 1865 (art. 27) et les lois du 15 février 1875 (art. 3), du 19 juillet 1880 (art. 15 à 24) et du 29 juillet 1884 (art. 6).

Peuvent seuls être admis temporairement en franchises de droits :

1° Les sucres non raffinés, de *toute qualité*, indigènes ou du crû des colonies françaises (ne sont considérés

Marchandises admissibles au régime de l'importation temporaire	Etat dans lequel elles doivent être représentées	Délai de réexportation
Blé-froment tendre ou dur	Farine de froment	3 mois.
	Biscuits de mer	6 mois.
— dur	Amidon	6 mois.
	Semoule, semoulette, farine ronde et grossants	3 mois.
	Pâtes alimentaires	6 mois.
Brome	Bromure de potassium	3 mois.
Cacao et sucre importés des pays hors d'Europe	Chocolat	4 mois.
et sucre indigène	Cacao torréfié, dit chocolat sans sucre	4 mois.
Chanvre brut teillé ou en étoupes	Cordes et cordages	6 mois.
Chapeaux de paille	Chapeaux apprêtés ou garnis	6 mois.
Chlorate de potasse	Chlorate de soude et chlorate de baryte	6 mois.
Coco (Amandes de) ou coprah et palmiste (am. de)	Huiles provenant des dites amandes	3 mois.
Crêpes de Chine unis en châles ou en pièces	Crêpes de Chine brodés, teints ou imprimés	6 mois.
Cylindres en cuivre pour la gravure	Cylindres gravés	40 jours.
Essence de houille	Aniline	6 mois.
Etain brut en saumons	Etain en lingots de 1 à 2 k. obtenus par la fusion	3 mois.
Fer laminé et ouvrages en fer et en tôle à galvaniser	Fer laminé et ouvrages en fer ou tôle galvanisés	2 mois.
Fils de coton, écrus, simples ou retors des nos 50 et au-dessus	Mousseline et tissus de soie et coton	6 mois.
Fils dits *de caret* en lin, chanvre, jute et végétaux, *filamenteux non dénommés de 2,000 mèt.* et moins au kilogramme	Cordages et ficelles	6 mois.
Girofle (clous et griffes)	Essence de girofle	3 mois.
Garance (Racine de), verte	Racine de garance moulue	6 mois.
— — sèche		
Graines d'arachide en cosse ou décortiquées	Huile d'arachide	6 mois.
— de colza d'Europe	— provenant de l'une ou de plusieurs de ces graines	6 mois.
— de moutarde		
— de navette		
— de lin	— de lin	6 mois.
— d'œillette	— d'œillette	6 mois.
— de ravison	— de ravison	6 mois.
— de sésame	— de sésame	6 mois.
— de coton	— de coton	6 mois.
— de niger	— de niger	6 mois.
— de marfourame	— de marfourame	6 mois.
— d'illipé pounanack	— d'illipé pounanack	6 mois.
— d'illipé siack	— d'illipé siack	6 mois.
Huiles brutes et graines grasses de toute espèce	— épurée de même espèce	3 mois.
Huile brute d'olive	— épurée d'olive	6 mois.
— de palme	Bougies stéariques, ou bougies stéariques et acide oléique, ou acide stéarique et acide oléique, ou acide stéarique ou chandelles, ou acide gras blanc	4 mois.
Iode de toute espèce	Iode cristallisé, iodure de potassium, iodoforme	3 mois.
Liège brut	Liège façonné	6 mois.
Orge	Malt (orge germé)	6 mois.
Planches de pin ou de sapin	Causes d'emballage	2 mois.
Plomb en masses brutes ou en saumons	Litharge ou minium	6 mois.
	Plomb affiné et lingots de plomb de 1 à 2 kilog.	6 mois.
	Plomb laminé, tuyaux, grenailles et balles de plomb	6 mois.
Potasse et carbonate de potasse	Prussiate de potasse cristallisé rouge ou jaune	6 mois.
Quinquina (Ecorce de)	Sulfate et autres sels de quinine	4 mois.
Riz en grains	Riz décortiqué et nettoyé	2 mois.
— en paille		
Suif brut	Bougies stéariques, ou acide stéarique ou chandelles, ou bougies stéariques et acide oléique, ou acide stéarique et acide oléique	6 mois.
Tartre brut	Crème de tartre ou acide tartrique	6 mois.
— en cristaux colorés	Crème de tartre ou acide tartrique cristallisé	6 mois.
Tissus foulards écrus en pièces et tissus de bourre de soie en pièces	Les mêmes tissus ou foulards imprimés	3 mois.
Tissus de soie mélangée de coton et d'autres matières	Les mêmes tissus, imprimés, teints ou apprêtés	2 mois.
Tissus de laine pure ou mélangée de coton soie ou poil en pièces	Les mêmes tissus, imprimés ou teints	4 mois.
Tissus de lin ou de chanvre purs ou mélangés, écrus, en pièces	Les mêmes tissus, teints ou imprimés	4 mois.
Zinc brut ou en saumons	Zinc laminé	3 mois.

comme sucres des colonies françaises que ceux pour lesquels il est justifié de la double condition de l'origine et du transport direct);

2° Les sucres étrangers non raffinés, de *toute qualité* (y compris les sucres titrant plus de 98°), *importés en droiture* des pays hors d'Europe.

Sont exclus du régime de l'admission temporaire, en vertu des dispositions de l'article 18 de la loi du 19 juillet 1880, les sucres étrangers importés des pays d'Europe. L'exclusion atteint par conséquent :

1° La totalité des sucres d'origine européenne venant d'un pays d'Europe;

2° Les sucres de provenance extra européenne importés par la voie des entrepôts d'Europe.

Les sucres déclarés pour l'admission temporaire sont pris en charge pour la quantité de sucre raffiné qu'ils sont présumés pouvoir fournir (loi du 19 juillet 1880, art. 18). Ce rendement s'établit par l'analyse polarymétrique. Il ne peut dépasser 90 0/0 ni descendre au-dessous de 65 0/0 et avec déduction, dans tous les cas, d'un déchet de fabrication de 1 1/2 0/0.

Les déclarations relatives aux admissions temporaires peuvent être reçues dans tous les bureaux ouverts à l'importation des sucres.

Le délai pour l'apurement des admissions temporaires est de deux mois (loi de finances du 8 juillet 1865, art. 27).

Les importateurs ont la faculté de se libérer de leurs engagements : soit par l'exportation ou la constitution en entrepôt de quantités correspondantes de sucres raffinés en pains ou agglomérés et de sucres candis; soit (la faculté de l'entrepôt étant interdite dans ce cas) par l'exportation directe de vergeoises ou de sucres raffinés autres que ceux spécifiés ci-dessus, ou de sucres en petits cristaux; soit par le paiement en numéraire, et avec intérêt de retard à compter de la date de l'obligation, du montant des droits sur les sucres soumissionnés.

Les sucres déclarés pour l'admission temporaire donnent lieu à des obligations cautionnées. L'apurement de ces obligations a lieu suivant les règles ci-après :

A. On admet à la décharge des comptes *pour leur poids effectif :*

1° Les sucres raffinés parfaitement épurés, durs et secs, présentés en pains ou à l'état d'agglomérés (par sucres raffinés agglomérés, on entend des sucres qui ne diffèrent des sucres raffinés en pains que par la forme du moule dans lequel l'opération s'est terminée, et qui ont été soumis à toutes les opérations qui constituent le raffinage effectif);

2°.Les sucres des mêmes qualité et état qui, après vérification, sont pilés ou cassés dans les établissements des douanes ;

3° Les sucres des mêmes qualité et état, pilés ou cassés dans les raffineries et *qui titrent 98 0/0 au moins*;

4° Les sucres en morceaux réguliers, sciés ou cassés dans les établissements libres, lorsque la régularité de leur forme et leur état de siccité permettent de constater qu'ils proviennent de sucres en pains ou agglomérés réunissant les conditions énumérées ci-dessus.

B. On admet à la décharge des comptes à raison de 100 kilogrammes de candi pour 107 kilogrammes de sucre raffiné, les sucres candis présentés en cristaux secs et transparents.

C. On admet à décharge des comptes pour la quantité de sucre raffiné en pains qu'ils sont reconnus présenter :

1° Les sucres raffinés qui ne remplissent pas les conditions obligatoires de pureté, de dureté et de siccité;

2° Les poudres et morceaux irréguliers provenant de sciage ou de cassage, dans les établissements libres, de sucres raffinés en pains ou agglomérés;

3° Les vergeoises;

4° Les sucres en grains ou petits cristaux, agglomérés ou non, d'un rendement de 98 0/0 au moins.

En outre des produits dont nous venons de parler et dont l'admission temporaire est permise par la loi (sucres pour le raffinage) ou par des décrets spéciaux, les directeurs des douanes sont autorisés à laisser importer temporairement les objets en *cours d'usage* qui sont présentés isolément et en *petit nombre* pour recevoir des réparations ou un complément de main-d'œuvre. Tels sont notamment les ustensiles, machines, instruments ou meubles à réparer, les glaces à étamer, les ouvrages en bronze à redorer, les coupons de tissus à reteindre ou à réapprêter, les livres à relier, ou les autres objets analogues importés en petit nombre.

L'admission a lieu moyennant la délivrance d'un acquit-à-caution et sous l'accomplissement des formalités nécessaires pour assurer la reconnaissance de l'identité des objets, et leur réexportation dans un délai qui ne doit jamais dépasser six mois.

On le voit, le régime de l'admission temporaire est actuellement applicable à un grand nombre de marchandises. Le gouvernement a toujours la faculté de l'étendre ou de le restreindre, suivant les intérêts de notre industrie et la politique économique qui lui paraît préférable. — L. B.

* **AD VALOREM**. *T. d'admin.* Les droits de douane sont perçus, soit suivant la valeur des marchandises (*ad valorem*), soit suivant le poids, la mesure, le nombre des objets importés; on les appelle, dans ce cas, *droits spécifiques*.

En réalité, c'est toujours la valeur d'une marchandise qui sert de base pour l'établissement d'un droit de douane, même spécifique. Dès que l'on connaît, en effet, quelle est la valeur normale d'un produit, dans quelle mesure il a besoin d'être protégé contre l'importation étrangère, il suffit, avec ces deux éléments, d'une simple opération d'arithmétique pour transformer en droit spécifique, un droit ad valorem.

Le mode de perception des droits ad valorem varie suivant les pays. Dans la plupart des Etats où ce système de taxation est encore employé pour un grand nombre de marchandises, notamment dans les Républiques de l'Amérique du Sud, le gouvernement publie chaque année un tableau d'évaluation des divers produits importés, donnant à chacun d'eux une valeur conventionnelle qui sert de base au calcul des droits à percevoir. Ce travail de revision de la valeur des marchandises portées au tableau du commerce est fait également en France par une commission, dite « des valeurs de douane, » instituée par un arrêté du 13 décembre 1848. Mais les évaluations de cette commission ne servent que pour dresser le bilan de notre commerce extérieur, et ne sont pas utilisées pour la perception des droits ad valorem qui se fait sur la déclaration de l'importateur.

La valeur à déclarer est celle que les marchandises ont dans le lieu et au moment où elles sont présentées à la douane. Elle doit comprendre ainsi,

outre le prix d'achat à l'étranger, les frais postérieurs à l'achat, tels que les droits de sortie acquittés aux douanes étrangères, le transport ou le fret, l'assurance, etc., en un mot, tout ce qui contribue à former, à l'arrivée en France, le prix marchand de l'objet (les droits d'entrée non compris) (loi du 4 floréal an IV, art. 1er, et arrêté du ministre des finances du 25 juin 1827).

Il n'y a aucune distinction à faire, pour la déclaration de la valeur, entre les marchandises destinées pour l'acquittement des droits et celles destinées pour l'entrepôt ou pour le transit (arrêt de la Cour de cassation du 30 avril 1836). Quand il s'agit de marchandises retirées de l'entrepôt ou qui ont donné lieu à des expéditions de transit ou de mutation d'entrepôt, le commerce a le droit de modifier la valeur primitivement déclarée. C'est, dans tous les cas, la valeur actuelle qui doit être portée sur la déclaration.

Pour l'appréciation des valeurs portées dans les déclarations, les employés des douanes sont autorisés à se faire représenter les factures originales (loi du 4 germinal an II, titre VI, art. 5). Mais ils ne peuvent exiger que le déclarant les fasse traduire ou qu'il en convertisse les énonciations en mesures, poids ou monnaies de France (arrêté ministériel du 25 juin 1827, art. 1er).

La loi du 4 floréal an IV, article 1er, donnant au service des douanes le droit de préemption pour les marchandises dont la valeur avait été inexactement déclarée. Ce droit a été supprimé par la loi du 7 mai 1881, article 4. C'est aux commissaires experts, institués près du ministère du commerce, qu'il appartient aujourd'hui de statuer sur les contestations relatives à la valeur des marchandises. Ces experts sont seuls compétents pour statuer sur ces contestations (arrêt de la Cour de cassation du 30 avril 1838). Leurs décisions sont définitives et les tribunaux ne peuvent, dans aucun cas, substituer leurs propres appréciations à celles des experts (arrêt de la Cour de cassation du 30 janvier 1839).

D'après les dispositions de la loi du 27 juillet 1822, les commissaires experts devaient s'adjoindre pour chaque affaire, et suivant sa nature, au moins deux négociants ou fabricants qui avaient voix consultative et dont la désignation était faite par le ministre du commerce. Aux termes de l'article 4 de la loi du 7 mai 1881, ces deux négociants ou fabricants sont aujourd'hui désignés l'un par la douane, l'autre par le déclarant et ils sont choisis sur une liste dressée chaque année par la Chambre de commerce de Paris. Si ces deux experts tombent d'accord, les commissaires experts enregistrent leur décision qui est définitive. En cas de désaccord, les commissaires experts remplissent le rôle de tiers-arbitre et décident en dernier ressort.

Les droits *ad valorem* ont presqué complètement disparu du tarif général français. Ils n'existent plus que pour les produits chimiques non dénommés, l'alizarine artificielle et les couleurs non dénommées.

Il en est de même pour les principaux pays d'Europe. En Allemagne il n'y a qu'un seule taxe *ad valorem*, celle relative aux voitures et aux traîneaux; en Angleterre, parmi les taxes peu nombreuses dont se compose le tarif, il n'en existe aucune qui soit établie suivant la valeur.

Ce qui a fait préférer les droits spécifiques aux droits ad valorem, c'est que ces derniers, malgré toutes les mesures prises, ont toujours donné lieu à des fraudes et à des contestations en douane. Trop souvent, les exportateurs étrangers délivraient des doubles factures, l'une pour l'acheteur de la marchandise, l'autre pour la douane. Il était, d'autre part, presque impossible aux vérificateurs des douanes d'apprécier, avec compétence, la valeur exacte des marchandises dont les qualités et les conditions de fabrication varient à l'infini.

Avec les droits spécifiques, au contraire, on a l'avantage de la fixité et de la simplicité dans la perception. Pour un grand nombre de produits, qui ne présentent pas de nombreuses variétés, c'est là, sans contredit, le mode de taxation préférable. Mais il est des produits dont la valeur dépend, en grande partie, de la main-d'œuvre et de la qualité des substances employées, et pour lesquels il est impossible d'établir une relation, même approximative, entre le poids ou la quantité, et la valeur. Si on considère, d'autre part, qu'avec les droits spécifiques, malgré leurs classifications nombreuses, on arrive parfois (pour les vins par exemple) à frapper plus lourdement les produits de moindre valeur, à l'usage des classes peu aisées, on verra que les droits ad valorem, malgré leurs inconvénients, peuvent avoir, dans certains cas, leur raison d'être. — L. B.

* **AÉROTHERME.** *T. techn.* On désigne ainsi les fours à pain, chauffés par un courant d'air chaud, inventés par le savant grammairien Lamare; leur emploi donne une cuisson régulière et économique.

* **AÉROPHONE.** *Instr. de mus.* Orgue à vapeur inventé par un artiste américain et qui est resté, croyons-nous, à l'état de curieuse invention. Cette machine, qui ne saurait prendre rang parmi les instruments de musique, était alimentée par un puissant moteur à vapeur et elle produisait une intensité de sons, de bruits plutôt, que produirait à peine un orchestre composé de mille musiciens.

* **ÆTITE.** *T. de minér.* Variété de peroxyde de fer hydraté, ou d'ocre jaune, qu'on rencontre dans les départements de l'Ain et du Gard; elle se présente en masses globuleuses de la grosseur d'un œuf, renfermant ordinairement un noyau central. On lui donne aussi le nom de *pierre d'aigle*, parce que d'après une ancienne et ridicule croyance, les aigles mettaient cette pierre dans leur nid pour faciliter la ponte.

AÉROSTATION. Depuis la publication de nos articles sur l'*aérostation* et la *navigation aérienne*, la solution de cet intéressant problème ne paraît pas avoir fait autant de progrès qu'on aurait pu l'espérer à la suite du beau succès des premières expériences des commandants Renard et Krebs. Nous exposerons à l'article NAVIGATION AÉRIENNE, l'état actuel de la question, nous bornant à dire

ici quelques mots des *aérostats* proprement dits qui sont abandonnés au gré des vents sans aucun essai de direction.

Depuis une dizaine d'années, les ascensions aérostatiques sont devenues extrêmement nombreuses; mais ce sont pour la plupart des ascensions de courte durée, et sans aucun intérêt industriel ou scientifique, entreprises uniquement à l'occasion de réjouissances publiques. Il y a cependant deux exceptions à faire. La première concerne un certain nombre d'ascensions effectuées, il y a quelques années, par M. Gaston Tissandier, dans le but d'obtenir des photographies de la surface terrestre vue d'une hauteur plus ou moins considérable. Ces photographies sont très remarquables et peuvent rendre de grands services à l'art de l'ingénieur et à l'art militaire, en facilitant la description d'une vaste étendue de terrain. Nous en avons déjà parlé au *Dictionn.* à l'art. Topographie.

La seconde est relative aux tentatives qui ont été faites pour traverser en ballon des bras de mer plus ou moins larges en profitant des vents favorables. Nous avouons n'être pas partisans de ces sortes d'expériences qui sont toujours extrêmement dangereuses et n'apportent rien de nouveau ni à la science ni à l'art; mais les aéronautes de profession paraissent y attacher une grande importance, et la réussite d'une entreprise de cette nature est comptée par eux comme un très grand succès. Aussi un assez grand nombre d'ascensions ont-elles été effectuées sur les côtes de la Manche et de la Méditerranée, non sans être suivies quelquefois de lamentables catastrophes.

—Les plus célèbres de ces ascensions sont celles de l'aéronaute Lhoste qui est parvenu le premier à traverser la Manche de France en Angleterre. On sait que la traversée inverse avait été effectuée, pour la première fois, par Blanchard, le 7 janvier 1785; mais à cause du régime ordinaire des vents dans ces régions, jamais le voyage de France en Angleterre n'avait pu être accompli malgré de nombreuses et célèbres tentatives, en tête desquelles il faut citer celle qui coûta la vie à Pilâtre de Rozier et Romain le 15 juin 1785 (V. Pilatre de Rozier). C'est en 1883 que Lhoste parvint à réussir cette traversée si difficile après plusieurs essais infructueux. La première tentative date du 27 mai 1883. Parti de St-Omer à 7 heures 45 minutes du soir, il descendit à Wœnsdrecht (Hollande) le lendemain à 8 heures du matin. Son deuxième voyage est du 5 juin. Parti de Boulogne, l'aérostat se dirigea d'abord vers le sud, puis vers le nord-est et vint atterrir à Lothinghem (Pas-de-Calais). Le troisième voyage (8 juin) fut presque un succès. Le départ eut lieu à minuit de Boulogne, et l'aérostat vint atterrir à 7 heures et demie à Dunkerque; mais l'aéronaute jette du lest et repart aussitôt pour aller tomber dans la mer du Nord à quelques kilomètres de la côte d'Angleterre, près Ramsgate. Le quatrième voyage se termina à Middlebourg, le cinquième en pleine mer, au nord de Calais; enfin, le 9 septembre, Lhoste, parti de Boulogne à 5 heures du soir sur la *Ville de Boulogne* gonflée de 500 mètres cubes de gaz d'éclairage, parvint à traverser le détroit et vint atterrir à 10 heures du soir à Rucking, près de Folkestone. Le récit de ces six voyages à été publié dans l'*Astronomie*, t. III, nº de mars 1884. On est frappé, en lisant cette relation, du courage, de l'énergie et de la persévérance qu'a dû déployer ce malheureux aéronaute qui depuis a trouvé la mort en voulant recommencer ce voyage dont il était si fier. — M. F.

• **AFFINAGE ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX.** Les dépôts métalliques obtenus par l'électrolyse ont permis de purifier certains métaux tels que le cuivre, etc. Nous décrirons rapidement les procédés employés en faisant remarquer, toutefois, que si ces procédés ont donné de bons résultats, ce n'est pas tant à cause de l'affinage en lui-même, mais plutôt parce que l'électrolyse permet de mener à bonne fin deux opérations à la fois : l'affinage ou l'épuration du métal en question et l'extrait des matières précieuses que le métal peut contenir. L'opération ne devient rémunératrice que parce que le métal brut contient ordinairement d'autres métaux plus précieux, qu'on recueille et qui payent, en grande partie, les frais toujours assez élevés de l'affinage électrique.

Le cuivre est le seul métal dont l'affinage électrique soit entré régulièrement dans la pratique industrielle.

On a également fait des installations en grand pour l'affinage électrique du plomb; ce procédé permet de recueillir l'argent qu'il contient presque toujours, mais nous ignorons si les installations de ce genre se sont multipliées.

Le fer peut s'obtenir également à l'état de pureté par l'électrolyse; il existe plusieurs bains qui permettent de précipiter sur la cathode du fer électrolytique pur. Cependant ce fer contient quelquefois une certaine quantité de carbone, ainsi M. Osmond, qui a analysé un échantillon de fer électrolytique, a trouvé une quantité de carbone égale à 0,08 0/0, quantité à peu près égale à celle qui existe dans du fer du Berry de première qualité.

A l'Exposition de 1889 on a pu voir de très beau fer electrolytique, préparé d'après un nouveau procédé par M. Placet; si ces procédés sont économiques on pourrait arriver industriellement à l'affinage électrique du fer.

Affinage électrique du cuivre. On connaît l'expérience fondamentale de la galvanoplastie. Elle consiste à plonger dans une solution de sulfate de cuivre, deux lames de platine en communication avec les pôles opposés d'une pile de 2 ou 3 éléments. On constate qu'il se forme sur la cathode une couche de cuivre métallique douée d'une belle couleur rouge. Si l'on remplace l'électrode positive ou anode par une lame de cuivre, on constate que le dépôt ne s'en forme que mieux et avec une pile plus faible. De plus, lorsqu'on analyse le cuivre déposé sur la cathode, on trouve que ce cuivre est chimiquement pur, pourvu toutefois que le courant ait été assez faible pour que le cuivre soit toujours resté bien brillant.

Pour bien saisir comment l'opération se produit, il est utile de rappeler quelques lois relatives à l'électrolyse. Ces lois se rapportent au poids du dépôt obtenu à l'aide d'un courant déterminé, à la force électro-motrice qu'il faut employer, au travail dépensé, etc. La première loi qui intervient est celle de Faraday, elle dit que lorsque le même courant traverse plusieurs auges à décomposition, le poids des métaux décomposé dans chaque auge est proportionnel aux équivalents chimiques.

Pour nous, il suffit de savoir qu'un courant d'un ampère dépose dans une heure un poids de cuivre égal à 1g,19; le poids d'un autre métal, l'argent, par exemple, serait de 1,19 108/31,5; les nombres 108 et 31,5 représentant respectivement les équivalents de l'argent et du cuivre. La force électro-motrice nécessaire pour amener la décomposition, peut se déduire de la chaleur de formation du sol; nous n'entrerons pas dans ces calculs qui nous sont inutiles pour la raison que nous indiquerons dans la suite. Avec des lames de platine et une solution de sulfate de cuivre, il faut une force électro-motrice de 1v,2 environ, mais lorsqu'on opère avec une lame de cuivre comme anode, c'est-à-dire avec une anode soluble, on n'opère en somme qu'un transport et la force électro-motrice devient égale à zéro. On voit donc immédiatement l'avantage considérable qu'il y a à opérer avec anodes solubles. Ceci ne veut pas dire qu'on peut opérer le dépôt sans qu'il existe une certaine force électro-motrice, car sans cela le courant serait nul et le dépôt ne s'effectuerait pas. Mais ici, cette force électro-motrice est uniquement employée à vaincre la résistance du bain et non à décomposer l'électrolyte. On trouve l'expression de travail nécessaire à l'aide de la formule

$$W = \frac{EI}{g}$$

dans laquelle W est l'énergie exprimée en kilogrammètres, E la force électro-motrice en volt, I l'intensité en ampères et $g = 9^m,81$ l'intensité de la pesanteur.

Une loi qui a une grande utilité dans les applications industrielles de l'électrolyse, a été formulée par Spragne; elle est d'ailleurs évidente, voici cette loi : lorsqu'il se trouve dans un même bain plusieurs sels de différents métaux, l'électrolyse dépose sur la cathode d'abord, le métal dont la chaleur de formation, c'est-à-dire la force électro-motrice de décomposition, est la plus faible. Ainsi si l'on a un mélange d'azotate d'argent et d'azotate de cuivre, l'argent se dépose d'abord. Ces quelques notions suffisent pour se rendre compte de la manière dont on peut effectuer l'opération de l'affinage du cuivre.

Les bains dont on se sert pour l'affinage du cuivre sont formés par du bois goudronné; ou quelquefois on les garnit de terre cuite et d'une couche d'asphalte; la section transversale d'un bain est d'environ 1 mètre carré; la longueur varie de 2 à 3 mètres; on pourrait facilement en faire de plus grands, mais comme il faut associer plusieurs bains en tension, on a avantage à ne pas les prendre trop grands.

Les anodes ou électrodes positives sont formées par des plaques de cuivre à affiner, on donne le plus souvent à ces plaques une épaisseur de 1 centimètre; les électrodes négatives ou cathodes sont constituées par des lames minces de cuivre pur, de 1 millimètre d'épaisseur. Quant à l'électrolyte, c'est une solution assez concentrée de sulfate de cuivre marquant environ 18° Baumé; par suite de l'électrolyse il s'y trouve toujours un peu d'acide sulfurique libre. La résistance spécifique de cette solution, c'est-à-dire la résistance d'un prisme de liquide de 1 centimètre de haut et de 1 centimètre carré de section, n'est pas supérieure à 20 ohms. La distance entre les électrodes anodes et cathodes est de 5 à 10 centimètres. Avec ces données on peut calculer la résistance électrique du bain, résistance qui est toujours très faible.

Comme machines électriques, on emploie des dynamos spéciales dites à *galvanoplastie*; ces dynamos développent une force électro-motrice faible, de quelques volts seulement et ont une résistance intérieure très petite. Ainsi on construit des dynamos dont la résistance totale n'atteint pas un millième d'ohm et qui peuvent débiter des courants de 1,000 à 3,000 ampères.

Tous les constructeurs construisent actuellement des dynamos pour la galvanoplastie et qui répondent à tous les desiderata. Il y a quelques années une dynamo pouvant fournir un courant de 1,000 ampères était considérée comme un tour de force, actuellement on en a couramment qui fournissent ce débit et même plus. La force électro-motrice qu'on établit aux bornes de chaque bain est faible de 1/2 à 1/4 de volt environ; c'est pour cette raison qu'on est amené à en associer plusieurs en tension, pour arriver à la tension de quelques volts, 8 à 20 fournis par la dynamo.

Lorsqu'il s'agit d'affinage on peut, ou bien disposer les bains d'après les dynamos qu'on possède, ou bien faire construire une dynamo spéciale en vue des bains qu'on désire établir. Actuellement que les divers types de dynamos sont bien établis et suffisamment étudiés, on procède toujours d'après la première méthode, qui est la plus rationnelle.

Les deux données relatives à la dynamo sont la force électro-motrice et le débit au régime normal; c'est d'après ces données qu'on établira les bains. Il est évident, que plus la surface des électrodes est considérable et plus on pourra affiner de cuivre avec la même dynamo, mais on augmente ainsi en même temps le poids des électrodes. Pour bien faire saisir cette proposition qui est d'une importance capitale dans la pratique de l'affinage électrique, nous supposerons que les bains ne se polarisent pas, ce qui arrive sensiblement lorsque le cuivre à affiner ne contient que peu d'impuretés. Soit une dynamo donnant 100 ampères et 10 volts et mettons 20 bains en tension, la surface des électrodes et leur distance étant telle que la résistance totale est égale à 1/10 ohm. L'intensité du courant sera de 100 ampères comme cela doit être. Doublons maintenant le nombre de bains en tension, c'est-à-dire prenons 40 bains au lieu de 20; il faudrait, pour que l'intensité reste égale à 100 ampères, que chaque bain offre une résistance moitié moindre, c'est-à-dire il faudrait doubler la surface des électrodes, et comme on a le double de bains, on devra, en définitive, quadrupler le poids total du cuivre en traitement. Comme ce poids est toujours considérable, on serait amené à immobiliser des capitaux importants; le nombre de bains étant également quadruple augmentera en conséquence les frais de première installation. On doit tenir compte de toutes ces

considérations lorsqu'on opère une installation de ce genre. Il faut considérer, en outre, la rapidité du dépôt. On sait qu'un ampère dépose par heure 1ᵍ,19 de cuivre, ce qui porte le débit précédent pour 100 ampères dans 20 bains en tension à $1^g,2 \times 100 \times 20 = 2^k,4$ par heure et dans chaque bain à 120 grammes par heure. Plus la surface des électrodes est petite et plus la densité du courant doit être considérable. Or, pour obtenir un bon dépôt et du cuivre bien pur, il faut que la densité du courant en soit assez faible; il est utile de ne pas dépasser 30 à 40 ampères par mètre carré de cathode, ce qui donne environ une épaisseur d'un dizième de millimètre par vingt-quatre heures, et il faut que les plaques restent trois mois dans le bain pour atteindre une épaisseur d'un centimètre. Plus le dépôt est lent et plus le cuivre devient beau; mais on voit qu'on est limité par le grand nombre de bains qu'il faudrait employer.

Les considérations précédentes suffisent pour se former une idée de la manière dont on installe une usine pour l'affinage électrique.

La conduite de l'opération se résume en une question de surveillance, il faut veiller à ce qu'il ne s'établisse pas de dérivation de courant, que les bains restent toujours identiques (ils peuvent d'ailleurs servir très longtemps) et consulter de temps en temps les ampèremètres et les voltmètres.

Les impuretés contenues dans le cuivre tombent au fond du bain; on les enlève de temps en temps et on en extrait, s'il y a lieu, les métaux précieux.

Le prix de revient de l'affinage électrique n'est pas bien connu, ce prix est toujours assez élevé et ne descend pas, croyons-nous, au-dessous de 250 à 200 francs par tonne de cuivre.

Affinage électrique du plomb. L'affinage électrique du plomb est basé sur les mêmes principes, ce n'est que la composition des bains qui change. On a proposé, à cet effet, une solution de sulfate de plomb dans l'acétate de soude. Ce procédé est surtout employé pour retirer l'argent du plomb argentifère. L'argent ne se dissout pas dans le bain que nous venons d'indiquer, ce qui permet de le retirer facilement.

Quant aux autres métaux, tels que le zinc et le fer, ils ne se déposent pas et tombent au fond du bain à l'état d'oxyde.

Le plomb déposé sur la cathode est presque chimiquement pur, il contient au plus quelques traces d'argent et d'autres métaux. La cathode est formée d'une lame mince de plomb affiné, et la conduite de l'opération se fait d'une manière analogue à celle adoptée pour l'affinage du cuivre. — P. H. L.

• **AFFINITÉ.** *T. de chim.* Si on considère un corps simple et si on le divise en parties, de plus en plus petites, elles seront toutes semblables et ne diffèreront du corps entier que par les dimensions. C'est une force, purement mécanique, qui réunit ces parties entre elles, puisqu'il suffit d'un effort mécanique pour les séparer. Cette force, c'est la *cohésion*.

Si nous prenons, au contraire, un corps composé, la craie, par exemple, et que nous le réduisions en fragments, nous voyons que chacune de ces parties, que la cohésion retenait entre elles, renferme trois éléments distincts que la chimie nous permet de reconnaître et de séparer, ce sont le carbone, le calcium et l'oxygène, deux corps solides et un gaz. Ces trois substances sont réunies par ce qu'on appelle l'*affinité*.

Cette manière d'envisager l'affinité chimique s'exerçant, entre des éléments hétérogènes, mais simples, pour former un corps composé homogène n'explique rien, à vrai dire; c'est plutôt une définition.

La *thermochimie*, qui est l'étude des phénomènes calorifiques, se produisant dans les actions chimiques, a permis de définir l'*affinité* sous une forme plus satisfaisante.

En partant de ce principe, posé pour la première fois par M. Berthelot, que *la quantité de chaleur, dégagée dans une réaction, mesure la somme des travaux chimiques et physiques accomplis dans cette réaction*, on est conduit à considérer la *chaleur de combinaison* avec les idées modernes, acceptées maintenant de tous, que la chaleur est un mode de mouvement; on conçoit, sans peine, qu'au moment d'une combinaison chimique, il y ait précipitation des molécules les unes sur les autres, avec une très grande vitesse. Par le principe de la *conservation de l'énergie*, cette destruction de mouvement par le choc des molécules, produit, par une transformation connue, de la chaleur. Les particules qui constituent un corps, qu'il soit simple ou composé, peuvent être animées de trois sortes de mouvements: un mouvement de translation, qui les entraîne en ligne droite, jusqu'à ce qu'elles rencontrent une autre particule du même genre ou la paroi d'un vase; un mouvement de rotation et un mouvement de vibration. Ces divers mouvements, dont sont primitivement animées les molécules, sont transformés ou détruits quand ces molécules se réunissent pour former un corps composé. Les distances des molécules, la manière dont elles sont liées l'une à l'autre, tout cela est changé et le travail produit se traduit par un dégagement de chaleur.

L'affinité reste donc la *résultante des actions qui tiennent unis les éléments des corps composés*, mais avec cette notion nouvelle que : *le travail de l'affinité a pour mesure la quantité de chaleur dégagée par les transformations chimiques accomplies dans la combinaison.*

L'affinité n'est plus quelque chose de vague, on peut la mesurer avec le calorimètre et en analyser les différents aspects. Un exemple nous montrera l'importance de cette nouvelle manière d'expliquer les phénomènes chimiques et les conséquences fécondes que l'on peut en déduire. Il existe, en chimie, deux sortes de combinaisons:

Celles *qui produisent de la chaleur*, comme la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène, par exemple, pour former de l'eau, ce sont les *réactions exothermiques*.

Celles *qui absorbent de la chaleur*, comme toute décomposition d'un corps dont la formation avait produit de la chaleur, ce sont les *réactions endothermiques*.

Comme on devait s'y attendre, la quantité de chaleur, que produit une combinaison, est rigoureusement égale à la quantité de chaleur absorbée par la décomposition de ce même corps. Il y a donc des décompositions qui développent de la chaleur, ce sont celles qui sont relatives à des corps formés par absorption de chaleur et qui portent le nom d'*explosifs*.

En général, les explosifs ne se forment pas directement, à moins que la chaleur, qui est nécessaire à leur production, ne soit fournie par une énergie étrangère, l'électricité par exemple; ils se produisent plutôt indirectement et dans certains cas particuliers où les éléments qui doivent la constituer sortent d'autres combinaisons avant de se combiner entre eux. On disait alors que ces corps, sans action l'un sur l'autre à l'état ordinaire, avaient leur *affinité exaltée par l'état naissant*.

L'état naissant n'est, nullement, une modification de l'affinité; si deux corps, qui ne se combinaient pas, quand on les mettait en présence à l'état libre, viennent à se combiner quand ils sortent de deux combinaisons, c'est *que la chaleur nécessaire à leur combinaison est fournie par la formation simultanée d'autres composés qui développent de la chaleur*. Ainsi, par exemple, le chlore et l'azote ne se combinent pas directement entre eux, parce qu'il faut une certaine quantité de chaleur pour que cette combinaison s'effectue; mais que l'on mette en présence du chlore et du chlorhydrate d'ammoniaque, il se formera du chlorure d'azote et de l'acide chlorhydrique

$$3Cl + AzH^4Cl = 4HCl + AzCl^3$$

la quantité de chaleur, nécessaire à la production du chlorure d'azote, a été fournie par la formation de l'acide chlorhydrique. Il n'y a donc pas *exaltation de l'affinité par l'état naissant*, mais possibilité de combinaison par la réalisation des conditions thermiques qui étaient nécessaires. — F. G.

• **AFFOUILLEMENT.** *T. de constr.* Effet produit par des eaux courantes ou agitées accidentellement sur des constructions hydrauliques établies dans des terrains graveleux ou sablonneux. L'action de ces eaux produit dans ces terrains meubles des trous, des déplacements, qui déchaussent les fondations et menacent de ruine les travaux qu'elles supportent. On s'oppose à ces effets désastreux au moyen d'*enrochements* à pierre perdue ou de caissons en palplanches et pieux jointifs remplis aussi de pierres ou de béton.

AFFÛT. *T. d'artill.* Système destiné à supporter les bouches à feu pendant le tir et disposé de façon à en faciliter la manœuvre et surtout le pointage; dans certains cas, en particulier pour les pièces de campagne et de siège, l'affût doit, en outre, pouvoir être utilisé pour le transport de la pièce. De là les conditions multiples et quelquefois, même contradictoires telles que la solidité et la légèreté, la stabilité et la facilité de manœuvre, auxquelles doivent satisfaire la plupart des affûts et que le constructeur est quelquefois obligé de sacrifier en partie les unes aux autres.

Les progrès rapides réalisés dans ces vingt dernières années par l'industrie métallurgique, ont permis de construire des affûts de tous modèles entièrement métalliques dans lesquels le fer ou ses dérivés sont utilisés pour la charpente même de la construction. La difficulté, plus grande de jour en jour de se procurer des pièces de bois de fort échantillon, leur prix de plus en plus élevé, l'obligation de les conserver longtemps en magasin pour les faire sécher et de ne pouvoir, par suite, les mettre en œuvre que dans les arsenaux afin d'avoir toutes les garanties désirables, enfin les soins minutieux qu'exige la conservation du matériel en bois, ont décidé l'artillerie à recourir de plus en plus au métal pour la construction de tout le matériel, affûts et voitures.

On se servit tout d'abord des tôles de fer au bois, mais aujourd'hui on emploie à peu près exclusivement la tôle d'acier doux qui offre une plus grande résistance. De même les essieux, qui autrefois étaient en fer, sont aujourd'hui fabriqués le plus généralement en acier. Enfin, on cherche à substituer aux roues en bois dont on se sert pour certains affûts des roues entièrement métalliques. Les études de quelques constructeurs sont en ce moment tournées de ce côté et on a déjà adopté pour divers affûts de siège des roues métalliques du système Arbel; on étudie également pour le matériel de campagne des roues mixtes dont le moyeu et les rais sont en métal, mais dont la jante en bois est plus élastique et a surtout, grâce à sa plus grande épaisseur, l'avantage de pénétrer sans s'embourber dans les terrains meubles.

L'étude des divers modèles d'affûts qui ont été construits, en France ou à l'étranger, nous entraînerait trop loin; nous nous bornerons donc à énoncer les principes auxquels doivent satisfaire les principaux types et nous renverrons le lecteur, pour la description des différents affûts en service, aux articles CANON et MORTIER.

Tout affût, quel que soit le service auquel il est destiné, comprend comme parties principales, deux *flasques*, pièces de bois, de fonte ou de tôle disposées verticalement et parallèlement l'une à l'autre; la bouche à feu repose par ses tourillons dans des encastrements ménagés à la partie supérieure des flasques et sa culasse peut se déplacer entre les flasques, de façon à faire varier son inclinaison dans des limites variables suivant les modèles d'affût. Les flasques sont solidement reliés entre eux par des *entretoises* ou des *plaques de recouvrement* destinées à assurer la liaison et la rigidité de tout le système. Suivant la façon dont les flasques reposent sur le sol, on peut classer les affûts en *affûts roulants*, *affûts glissants* et *affûts à châssis*.

Les *affûts roulants* sont ceux dont la tête des flasques repose par l'intermédiaire d'un essieu sur deux roues servant au roulage de l'affût et dont l'arrière formé, soit par le prolongement des flasques mêmes, soit par une pièce intermédiaire appelée *flèche*, s'appuie sur le sol pendant le tir par une partie qui prend le nom de *crosse*; la crosse est disposée, en outre, de façon à pouvoir

se réunir à un avant-train et former ainsi une voiture à quatre roues servant au transport de la pièce et quelquefois même des munitions et des servants. Tels sont les *affûts de campagne*, les *affûts de montagne* et une partie des *affûts de siège*. Les anciens *affûts marins*, à quatre roues, doivent également être classés dans la catégorie des affûts roulants.

Les *affûts glissants* diffèrent essentiellement des affûts roulants en ce que, au lieu de ne porter sur le sol que par l'intermédiaire de deux roues et d'une crosse, ils reposent sur la plate-forme suivant toute la longueur des flasques, disposition éminemment favorable au point de vue de la résistance pour le tir sous les grands angles. Aussi, ces affûts sont-ils surtout employés pour le service des mortiers et canons courts. Avec les flasques en tôle on doit recourir à l'emploi de semelles, assemblées à l'aide de cornières, pour répartir les pressions sur une surface suffisante. Des roulettes ou galets excentriques servent à faciliter la manœuvre de certains affûts glissants, en permettant de substituer au frottement de glissement un frottement de roulement qui offre une résistance beaucoup moindre.

Dans les *affûts à châssis*, l'affût proprement dit est un affût quelquefois roulant, le plus généralement glissant, qui au lieu de reposer directement sur une plate-forme fixe, est porté par un *châssis*, sorte de bâti, formé par deux grands côtés en bois ou en métal reliés par des entretoises sur lequel l'affût peut se déplacer dans le sens du recul. Les côtés ont leur face supérieure légèrement inclinée vers l'avant : dans les affûts anciens modèles, cette inclinaison avait pour but de limiter le recul ; dans les nouveaux affûts, elle est surtout destinée à faciliter le retour automatique de l'affût en batterie. Le châssis repose sur la plate-forme par l'intermédiaire de roulettes et pivote autour d'un point fixe formant pivot réel ou fictif ; lorsque le pivot est réel il maintient le châssis en place, lorsqu'il n'est que fictif les roulettes sont disposées sur la plate-forme de façon à s'opposer à tout mouvement du châssis dans le sens du recul. L'emploi du châssis a le grand avantage de permettre d'obtenir, même avec les pièces des plus gros calibres dont l'affût représente un poids considérable, une grande facilité de manœuvre et surtout la rapidité de pointage en direction nécessaire pour suivre, en particulier, les buts essentiellement mobiles, sur lesquels ont le plus souvent à tirer les bouches à feu qui arment les bâtiments de la marine de guerre ou les batteries de côte ; c'est pourquoi la presque totalité des affûts marins et des affûts de côte, que l'on construit aujourd'hui, ainsi que la plupart des affûts de place, sont des affûts à châssis. Le pivot est généralement placé à l'avant du châssis et dans ce cas le champ de tir est de 180° environ ; dans certains cas particuliers, où l'on veut obtenir un champ de tir illimité, on place le pivot au centre, la pièce peut alors faire un tour complet d'horizon et tirer dans n'importe quelle direction. Les *affûts à plate-forme tournante*, *affûts de tourelle*, *affûts de coupole* sont des affûts à châssis, de construction plus ou moins compliquée, dans lesquels la plate-forme elle-même ou le plancher de la tourelle ou de la coupole font l'office de châssis à pivot central.

Les *affûts-trucks*, que l'on expérimente actuellement, sont également des affûts à châssis, dont le châssis peut se déplacer sur rails comme un truck ordinaire.

Passons maintenant rapidement en revue les principaux organes mécaniques dont sont pourvus tous les affûts, quel que soit leur mode de construction, organes qui sont destinés, soit à imprimer à la pièce ou à l'ensemble du système les mouvements nécessaires pour le pointage, la manœuvre et le tir de la pièce, soit à atténuer les réactions du tir.

Pour le pointage en hauteur on se sert généralement d'une *vis de pointage*. Dans certains affûts la vis agit directement sur la culasse de la pièce, dans d'autres elle transmet son action par l'intermédiaire d'une bielle ou d'un support mobile de pointage ; la vis est simple ou multiple ; enfin, les moyens de lui imprimer le mouvement sont très variés ; de là une grande diversité de types dans les appareils de pointage en hauteur, dont le fonctionnement repose sur l'emploi d'une vis. Pour les pièces de gros calibre, on préfère quelquefois avoir recours à l'emploi d'arcs dentés ou d'arcs à crémaillère reliés à la pièce et que l'on manœuvre à l'aide d'engrenages. Quel que soit son mode de fonctionnement, l'appareil de pointage en hauteur doit être d'un maniement facile et précis, et pouvoir au besoin donner à la pièce un mouvement assez rapide pour permettre de suivre les variations de distance du but.

Le pointage en direction s'obtient encore aujourd'hui le plus généralement en agissant à l'aide de leviers sur l'arrière de l'affût pour le déplacer ; ce moyen primitif a, il est vrai, le mérite de la simplicité, mais il ne donne qu'un pointage lent, incertain et sans précision, parce qu'il oblige à procéder par à-coups successifs. Avec les affûts à châssis ou à plate-forme mobile, le pointage en direction s'obtient avec plus de régularité et de rapidité, d'abord parce que l'ensemble du système est forcé de tourner autour d'un pivot fixe et ensuite parce que on peut agir sur le châssis ou la plate-forme mobile, soit directement à l'aide de palans, soit par l'intermédiaire d'engrenages ou de mécanismes divers.

Comme organes mécaniques des affûts, il faut encore citer les appareils spéciaux adaptés à certains affûts, dans le but d'opposer une résistance plus ou moins énergique au mouvement de recul, appareils dont l'emploi tend à se généraliser de plus en plus et que l'on désigne sous le nom de *freins*. — V. ce mot.

Il nous reste à dire quelques mots d'une dernière catégorie d'organes désignés plus spécialement sous le nom d'*appareils de manœuvre*, dont l'emploi complètement inconnu il y a quelques années, tend à se généraliser de plus en plus. En effet, la force musculaire des servants, alors même qu'elle est multipliée par des moyens mécaniques tels que palans, treuils, chaînes ou

cremaillères, est devenue insuffisante pour manœuvrer les lourdes bouches à feu que les derniers progrès de l'industrie ont permis d'introduire dans l'armement, soit des vaisseaux, soit des batteries de côte. Il est donc devenu nécessaire de recourir à une source mécanique de force. On a d'abord songé à utiliser la vapeur, que l'on a facilement à sa disposition, en particulier à bord des navires; mais l'emploi direct de la vapeur donne lieu à des inconvénients assez sérieux, aussi a-t-*on* préféré le plus souvent la faire agir par l'intermédiaire d'un liquide, ce qui constitue le moteur hydraulique dont le fonctionnement est beaucoup plus régulier; aujourd'hui, grâce à l'emploi de l'air comprimé et des accumulateurs, on peut même se passer de la vapeur.

En dehors des affûts, dont nous venons de donner d'une façon générale la classification et le mode de fonctionnement, il existe encore deux sortes d'affûts qui se distinguent par l'emploi des moyens mécaniques les plus perfectionnés, et que l'on doit mettre à part à cause de l'importance des organes du mouvement qui dans les autres affûts ne sont que des accessoires; ce sont les *affûts à embrasure minimum* et les *affûts à éclipse* qui, étant donnée la grande précision du tir des bouches à feu actuelles, ont pour but l'un et l'autre d'abriter autant que possible la pièce contre les coups de l'ennemi.

Dans le premier cas, la bouche à feu placée derrière un blindage, doit pouvoir tirer par une embrasure de dimension réduite de façon à ne laisser passer que la bouche de la pièce. Le caractère essentiel des affûts à embrasure minimum est que la bouche à feu n'exige pas, pour ses mouvements dans le sens vertical, des dimensions d'embrasure plus grandes que pour ses mouvements dans le sens horizontal autour d'un pivot situé juste à l'aplomb de l'embrasure.

Dans le second cas, au contraire, la bouche à feu est placée à ciel ouvert derrière un épaulement en terre ou maçonnerie, et l'affût doit satisfaire à la condition que la bouche à feu ne reste exposée au feu direct de l'ennemi que juste le temps indispensable à la mise de feu et qu'elle prenne d'elle-même, après le tir, une position abritée par l'épaulement pendant qu'on effectuera le chargement.

Il existe enfin une dernière catégorie d'affûts spéciaux auxquels on peut donner le nom d'*affûts sans recul*, parce que le recul de la pièce est totalement supprimé. Les uns sont destinés au tir des bouches à feu de gros calibre, la pièce est alors établie derrière un blindage et fait corps avec lui, les autres servent au tir des bouches à feu de petit calibre ou des mitrailleuses et canons-revolvers; ce sont les *affûts à chandelier* que l'on emploie aussi bien dans les embarcations que sur les navires dans les hunes ou sur les bastingages.

Les principaux éléments à considérer dans le tracé d'un affût, sont : le poids de l'affût, la hauteur à laquelle il élève la bouche à feu au-dessus du sol, l'amplitude du champ de tir vertical qu'il lui procure, la position relative de l'axe de l'encastrement des tourillons et des points de contact de l'affût avec la plate-forme ou avec son châssis, la répartition de la masse du système (pièce et affût) par rapport à ces points et, lorsqu'il y a lieu, la dimension des roues. Avant d'indiquer comment varient ces éléments dans les affûts affectés aux divers services de guerre, nous allons examiner d'une manière générale leur influence, soit sur la stabilité et la résistance de l'affût pendant le tir, soit sur la facilité qu'ils présentent pour l'exécution de la bouche à feu.

La détermination de la grandeur des efforts auxquels sont soumises les différentes parties d'un affût n'a été abordée jusqu'ici que par le calcul. Laissant de côté tout calcul, pour lesquels nous renvoyons aux ouvrages spéciaux, nous allons résumer, d'après les cours professés dans les écoles militaires, les résultats pratiques auxquels ils ont conduit, résultats qui jusqu'ici ont servi de guide aux constructeurs.

La quantité de mouvement, communiquée à la bouche à feu par les gaz de la poudre, se transmet à l'affût et détermine le recul du système formé par l'ensemble de la pièce et de l'affût. Le phénomène qui se produit alors se divise en deux périodes : dans la première, qui est celle de la transmission du mouvement, l'affût et le canon réagissent l'un sur l'autre jusqu'à ce qu'ils aient acquis la même vitesse; dans la deuxième, qui est celle du recul proprement dit, tout le système se meut en vertu de la vitesse acquise et continue son mouvement jusqu'à ce que sa puissance vive ait été absorbée par les résistances passives qui se développent par suite du mouvement lui-même.

Les forces qui agissent sur le système, pendant la première période du recul, sont la pression des gaz sur le fond de l'âme de la bouche à feu et les réactions du sol sur l'affût; à chaque instant du mouvement, il y a équilibre entre ces forces et la force d'inertie agissant en sens contraire du mouvement et appliquée au centre de gravité du système. On détermine par le calcul le mouvement relatif de la bouche à feu sur son affût et les percussions qui se produisent sur la crosse, sur l'essieu, sur l'encastrement des tourillons et sur la vis de pointage.

Lorsque par suite de l'inclinaison donnée pour le tir, la direction de l'axe de la bouche à feu vient rencontrer le sol en dehors des points d'appui de l'affût, l'action des gaz tend à faire tourner le système autour du point d'appui de l'arrière, et la tendance au soulèvement est d'autant plus prononcée que l'axe des tourillons, ou plus exactement le centre de gravité de la pièce, est plus élevé au-dessus du sol et que la distance entre les points d'appui est plus faible; on prend quelquefois pour mesure de la tendance au soulèvement, l'angle à l'horizon de la droite qui joint le centre de l'encastrement des tourillons au point d'appui de la crosse; mais cet angle, que l'on appelle *angle de recul*, est toujours plus grand que l'angle de soulèvement, c'est-à-dire que l'angle d'inclinaison de la pièce à partir duquel se manifeste la tendance au soulèvement, et est indépendant de la nature du sol, tandis que celle-ci, au contraire, influe sur la valeur

du soulèvement, qui est d'autant plus élevé que le sol est plus mou et moins uni. On peut diminuer l'angle de soulèvement, soit en reportant vers l'avant l'encastrement des tourillons, soit en diminuant la distance verticale des centres de gravité de la pièce et de l'affût; enfin, le poids de tout le système restant constant, on augmente la stabilité en donnant à la pièce le plus grand poids possible.

Lorsque l'inclinaison de la bouche à feu est supérieure à l'angle de soulèvement, tous les points du système prennent, dans le sens horizontal, une vitesse commune qui est la vitesse de recul, laquelle dans ce cas, est proportionnelle au poids de la bouche à feu et en raison inverse du poids du système; elle est d'autant plus faible que l'angle de tir et le coefficient de frottement sur la plate-forme sont plus grands.

Les réactions qui se développent pendant cette première période du recul entre la pièce, l'affût et la plate-forme présentent une grande analogie avec celles qui se produisent dans le choc des corps dépourvus d'élasticité; la puissance vive perdue par le système pendant cette période, peut donc servir de mesure à l'énergie des efforts destructeurs exercés par les percussions sur l'affût, autrement dit à la fatigue de l'affût. La fatigue de l'affût croît avec l'angle de tir, avec l'intensité du frottement de l'affût sur la plate-forme et diminue quand le poids de la bouche à feu augmente, le poids du système restant le même; comme on le voit, tout ce qui fait obstacle au déplacement du système à l'origine du mouvement augmente la fatigue de l'affût. Cette fatigue augmente aussi avec la vitesse de recul et par suite avec la vitesse initiale du projectile; le calcul montre qu'elle croît un peu plus vite que le carré de cette vitesse initiale. Lorsque, tout en conservant le même poids au système, on fait varier le poids du canon, la quantité du mouvement du canon et la vitesse de recul du système ne changent pas, mais la fatigue de l'affût augmente à mesure que le poids du canon diminue; toutefois, il ne faudrait pas conclure de là, que tout accroissement dans la masse de l'affût est nuisible à sa résistance; si cet accroissement est réparti convenablement sur les différentes parties de l'affût, ou au moins sur celles qui se montrent faibles, il y aura bien augmentation dans la fatigue, mais la résistance de l'affût pourra augmenter dans une proportion plus grande. Dans le cas particulier où le poids du système doit rester constant, comme dans l'artillerie de campagne, on est conduit par ce principe à donner à l'affût un poids égal à celui de la bouche à feu ou aux deux tiers de ce poids, suivant que l'on a en vue de résister plus efficacement aux efforts de flexion ou aux efforts tranchants.

Le calcul de la fatigue éprouvée par un affût fait connaître en bloc l'effet destructeur auquel il est soumis, mais il ne donne aucune idée ni sur la manière dont les efforts sont répartis dans la masse, ni sur la durée de leur action. On ne peut donc l'appliquer utilement à la comparaison de deux affûts, que dans le cas où les systèmes se trouvent dans des conditions similaires de construction et d'emploi. Ainsi, deux affûts de même poids, mais dans lesquels la position relative de l'encastrement des tourillons et des points d'appui est différente, ne sont pas également propres à résister à la même fatigue; et de ce qu'un affût a convenablement supporté une fatigue d'une valeur déterminée résultant d'un tir fait avec une poudre lente, on ne peut pas en conclure que cet affût supporterait également bien une fatigue égale déterminée par un tir avec une poudre vive; toutes choses égales d'ailleurs, l'emploi des poudres lentes est plus favorable à la conservation des affûts que l'emploi des poudres vives.

Dans toutes les théories auxquelles ont donné lieu les effets du tir sur les affûts, on a fait jusqu'ici abstraction de l'élasticité de l'affût, de celle de la plate-forme, et on assimile à un choc l'action du canon. On tend ainsi à exagérer la valeur des effets destructeurs auxquels est soumis l'affût; les percussions sont, en effet, d'autant moins dangereuses que les corps entre lesquels elles s'exercent sont plus élastiques, et c'est un fait d'expérience bien connu que les plates-formes rigides nuisent plus à la conservation du matériel que les plates-formes douées d'une certaine élasticité.

Pour réduire l'effet des percussions et supprimer, en outre, le choc entre la pièce et l'affût, on a essayé à plusieurs reprises de relier la pièce à l'affût par des ressorts; les résultats obtenus n'ont pas été jusqu'ici entièrement satisfaisants.

Si nous étudions maintenant le mouvement du système pendant la deuxième période du recul, on voit que ce mouvement est très différent suivant que la partie antérieure de l'affût a été ou non soulevée pendant la période précédente. Dans le second cas, tous les points du système sont animés, dans le sens horizontal, d'une vitesse commune et leur centre de gravité se déplace parallèlement au sol. Dans le premier, le système tourne alternativement autour de ses points d'appui : l'avant de l'affût est d'abord soulevé jusqu'à une certaine hauteur, puis retombe et vient frapper le terrain, ce qui détermine le soulèvement de l'arrière, l'arrière retombe à son tour et ce nouveau choc soulève une seconde fois l'avant, le mouvement se continue ainsi jusqu'à l'arrêt du système, le centre de gravité décrivant une courbe ondulée le long d'un axe horizontal. Dans les deux cas, le recul cesse au moment où le travail des réactions du sol a absorbé la puissance accumulée dans le système à la fin de la première période.

La facilité d'exécution de la bouche à feu est pour les affûts une condition aussi importante à remplir que la stabilité et la résistance pendant le tir, sans présenter cependant un caractère aussi absolu; les dispositions à l'aide desquelles on la réalise, et la manière même dont il faut l'entendre, varient avec le genre de service auquel la bouche à feu et l'affût sont destinés. Le matériel de place et de côte, dont l'installation se fait à loisir, les affûts marins installés à bord des navires peuvent recevoir, comme nous l'avons déjà vu, des organes mécaniques dont il est à peu près

impossible de pourvoir les affûts de campagne et même de siège, et si l'exécution de la bouche à feu comprend pour tous les canons le chargement, le pointage et la mise en batterie, elle comprend, en outre, pour les pièces de campagne l'opération de réunir et de séparer les deux trains de l'affût.

En outre, les affûts qui servent au transport de leur bouche à feu et que l'on pourrait appeler les *affûts-voitures*, doivent satisfaire à certaines conditions spéciales de solidité et de stabilité dans les transports et ils doivent présenter une mobilité en rapport avec les exigences du service de guerre auquel ils sont affectés. Les affûts de siège, par exemple, sont destinés à n'être traînés habituellement que sur les routes, et l'on peut admettre que presque toujours on aura le temps de faire disparaître les accidents de terrain qu'ils ont à franchir; on peut donc sans inconvénient limiter l'indépendance des deux trains, en faisant prendre appui à celui de derrière sur le train de devant, de façon à pouvoir placer pour les transports la pièce dans une position spéciale, dite *de route*, et répartir ainsi à peu près également le poids du chargement sur les quatre roues. Dans les affûts de campagne, au contraire, qui doivent pouvoir franchir tous les obstacles et passer à toutes les allures dans les terrains les plus accidentés, on doit donner aux deux trains la plus grande indépendance possible, afin qu'ils puissent sans inconvénient se placer dans des plans très différents; pour cela on réunit le plus ordinairement ces deux trains par une sorte d'articulation d'un jeu presque indéfini.

Quant au matériel d'artillerie de montagne, comme il doit pouvoir être transporté tout entier à dos de mulet, il est disposé de façon à pouvoir se démonter en plusieurs parties ayant chacune des dimensions et un poids tel qu'elles puissent former le chargement d'un mulet. Le même principe s'applique au matériel de débarquement qui doit pouvoir être facilement chargé et déchargé et au besoin transporté à dos d'homme.

Pour terminer, rappelons les conditions toutes spéciales auxquelles doivent satisfaire les affûts de campagne, de montagne ou de siège.

Le poids d'un affût de campagne, y compris celui de l'avant-train chargé d'un nombre suffisant de coups et portant au besoin les servants indispensables pour le service de la pièce, doit être tel que six chevaux puissent suffire pour le traîner dans tous les terrains et à toutes allures. La charge ne doit pas dépasser 300 kilogrammes environ par cheval, ce qui donne un total de 2,000 kilogrammes au maximum, dont 600 environ pour l'affût proprement dit. Quatre servants, six au plus, doivent pouvoir manœuvrer sans trop de fatigue la pièce sur son affût; le centre de gravité de l'ensemble du système, pièce et affût, doit être par rapport à l'essieu placé de telle manière que le poids de la crosse soit assez faible pour que deux hommes puissent la soulever aisément pour remettre l'affût sur son avant-train et assez fort cependant pour que, lorsque les deux trains sont réunis, il n'y ait pas tendance au basculement. L'élévation de la bouche à feu au-dessus du sol doit être telle, que ni le tir ni le pointage ne soient gênés par les obstacles ordinaires que l'on rencontre sur un champ de bataille.

Pour les affûts de montagne la condition du poids prime toutes les autres; on admet qu'un mulet, outre ses harnais et son bât, qui pèsent 40 kilogrammes environ, ne peut pas porter plus de 120 kilogrammes. Toutes les pièces du matériel non démontables ne doivent donc pas dépasser ce poids, aussi lorsqu'on a voulu augmenter la puissance de la bouche à feu, a-t-on été conduit à construire des affûts dont le corps lui-même peut se démonter en deux parties formant chacune le chargement d'un mulet. Aux affûts de montagne on peut adapter à volonté une limonière qui permet de traîner l'affût, au lieu de le porter, dans les bons terrains, de façon à pouvoir soulager les mulets, en particulier dans le cas où le bât les blesserait.

Le poids des affûts de siège, reliés à leur avant-train, est limité par la condition que la voiture ainsi formée puisse être traînée par huit chevaux, nombre maximum d'animaux que l'on puisse atteler utilement à un même fardeau; au besoin, si la pièce est trop lourde, on la transporte à part sur une voiture spéciale. Les affûts de siège devant le plus généralement n'être traînés qu'au pas sur de bonnes routes, chaque cheval peut tirer 700 à 800 kilogrammes, ce qui fait pour huit chevaux un poids de 6 tonnes environ qu'on ne peut guère dépasser; en général, l'avant-train ne transporte ni munitions ni servants, ce poids représente donc en totalité le poids de l'affût, non compris au besoin le poids de la pièce.

Bibliographie : Cours de l'Ecole d'application de l'artillerie et du génie et de l'Ecole supérieure de guerre; *Recherches historiques et technologiques sur les organes mécaniques des affûts,* par MM. Sebert et H. de Poyen (1877-1878), extrait du *Mémorial de l'artillerie de la marine,* Tanera, édit.; *Formules relatives aux effets du tir sur les différentes parties de l'affût,* par Poisson (1825); *Mémoire* de M. le colonel Putz (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LCCC, 1875); *De la construction des affûts,* par Georges Kaiser, professeur au cours supérieur d'artillerie à Vienne (1878); *Revue d'artillerie; Mémorial de l'artillerie de la marine.*

* **AFRIQUE.** La vieille Europe paraît épuisée par toutes ces générations avides et denses qui ont exploité son sol depuis tant d'années, et, sans les progrès modernes de l'union des capitaux et du meilleur emploi des produits chimiques, l'ancien monde civilisé ne fournirait plus de quoi nourrir ceux qu'il porte. Encore est-il vraisemblable que ces procédés artificiels n'auront qu'un temps, qu'ils s'useront à leur tour et deviendront insuffisants. Dans l'état actuel des choses, la terre ne peut récompenser rapidement le travail honnête individuel, et l'activité est portée à chercher ailleurs un milieu plus favorable. A ceux qui veulent s'expatrier, deux grands centres agricoles ont été ouverts récemment : l'Amérique du sud et du nord-ouest, et l'Afrique. Après avoir traité dédaigneusement les prétendus

avantages qu'ils offraient au travail des Européens, les économistes ont dû bientôt s'en occuper sérieusement. Aujourd'hui c'est avec une véritable inquiétude que les yeux se tournent vers ces continents immenses dans les profondeurs desquels s'engouffre chaque année une émigration de plusieurs centaines de mille Européens, perdus pour leur pays. Le courant s'est établi; il ne fera que croître sans doute, et l'avenir est aux pays neufs. L'Exposition de 1889 en a fait la preuve convaincante en montrant leur immense développement depuis dix ans; il nous a semblé qu'il était opportun d'examiner quelle est la nature des ressources de ces pays, et quel peut être leur avenir industriel et commercial; le *Dictionnaire* témoignera ainsi de ses constants efforts pour mettre sous les yeux de son grand public le résultat de ses études; il y a là un intérêt capital et nous souhaitons que le lecteur apprécie cette extension de notre programme.

L'Afrique est tout récemment ouverte aux Européens. Le fanatisme musulman au nord, au centre les rigueurs d'un climat de feu, au sud l'indifférence des colons européens avaient fermé l'intérieur et laissé toutes les richesses inexploitées; une seule denrée donnait lieu à un mouvement important, parce qu'il était relativement facile de l'amener à la côte : le nègre. Mais depuis un demi-siècle des efforts ont été faits pour fermer ce marché de chair humaine, on y a réussi depuis vingt-cinq ans, et les efforts des Anglais vont prochainement venir à bout des dernières résistances. Il ne restera plus à l'Afrique que ses immenses richesses agricoles et minières encore inexploitées en grande partie.

C'est la région du nord qui est la plus prospère. Entre nos mains l'Algérie régénérée est devenue un grand centre de production agricole; l'industrie s'y fonde et ne peut manquer de prospérer à côté des matières premières qu'elle doit mettre en œuvre. L'Egypte exporte depuis longtemps des céréales, du coton, de la laine même. C'est un pays de production très prospère et qui possède un mouvement commercial de 500,000,000 de francs. Le Maroc est encore bien fermé. Tout ce qu'on peut en dire, c'est qu'il se suffit à lui-même et exporte ou importe pour 40,000,000 de francs par an. D'ailleurs tous ces pays ont une place à part dans ce *Supplément* (V. Algérie, Egypte, Maroc) et nous ne nous en occuperons pas davantage ici.

Le grand centre de production agricole se rencontre ensuite à la pointe sud du continent : colonie anglaise du Cap, Natal, Républiques du fleuve Orange et Sud-Africaine. Les bestiaux, la laine, les plumes d'autruche, la vigne en sont les principales richesses, avec les mines de diamant et de cuivre. On peut juger de l'importance de cette colonisation encore récente, par le chiffre de son mouvement commercial qui atteint 550,000,000. La population est d'environ 1,000,000 d'habitants, dont plus de 100,000 blancs.

Vient ensuite le Soudan que l'action britannique vise avec une grande ténacité. Cette action se manifeste par des explorations incertaines et mystérieuses, — celle de Stanley, par exemple, — mais il est facile de deviner les projets de nos voisins d'Outre-Manche. L'Angleterre voudrait créer là un grand empire africain, s'étendant du Nil au cap de Bonne-Espérance en comprenant tout l'intérieur du continent noir. Les Mahdistes viennent de barrer la route aux Anglais, mais ceux-ci sont trop persévérants quand il s'agit d'arrondir leur domaine colonial pour ne pas briser le barrage un jour ou l'autre. La France est établie sur la côte depuis une trentaine d'années, elle y a fondé la colonie prospère du Sénégal, et n'a cessé depuis de faire les plus grands efforts pour s'ouvrir pacifiquement cette longue bande de terre qui s'étend le long des fleuves Sénégal et Niger, entre le Sahara au nord et la région bien moins civilisée du centre africain. Pays très peuplé, très fertile, très riche en productions de toutes natures, et qui trouverait par notre colonie un débouché facile. Mais le Soudan a une organisation solide, bien qu'il soit en proie à toutes les exactions des guerres civiles, et nous nous sommes heurtés à des royaumes capables de faire respecter leur indépendance et peu disposés à favoriser les relations commerciales sans y être contraints : ce sont principalement le Bornou, le Sokoto, le Gandou et le Bambara. Ces Etats réunis et quelques autres moins importants ont une population d'environ 30,000,000 d'habitants, malgré le dépeuplement des guerres civiles incessantes. On voit quelles ressources cette région peut offrir. Ajoutons qu'elle s'ouvre peu à peu et qu'on peut espérer des résultats prochains. Saint-Louis, sur le Sénégal, voit son commerce augmenter rapidement; les articles d'exportation sont principalement l'huile de palme et l'arachide, le maïs, le sésame, la noix de coco, les gommes, la cire, les peaux, l'or en poudre, pour environ 50,000,000 par an. Le débouché offert aux produits du Soudan est donc déjà considérable. — V. Colonies.

Mais la plus grande partie est encore confiée aux caravanes qui passent par Tombouctou. Le fond du Soudan, vers le lac Tchad, échappe à peu près complètement à notre influence, le commerce se fait par le sud de l'Egypte et Kartoum, et c'est pour aller chercher chez eux ces peuples agriculteurs qui pourraient tant produire qu'on voulait créer la mer intérieure au sud de la Tunisie. Verra-t-on jamais la réalisation de ce projet qui aurait de si grandes conséquences politiques et commerciales?

L'Abyssinie, à l'est, est également un pays peuplé, riche, et depuis longtemps organisé, mais peu disposé à ouvrir des relations avec les Européens. Le Kordofan, au sud de l'Egypte, vient d'échapper à l'influence européenne; de ce côté encore les royaumes Somalis et Galla sont peu connus, et malgré les récents efforts d'explorateurs français, ils ne paraissent pas devoir nous être, à bref délai, d'un grand secours commercial.

Les côtes sont presque toutes occupées par les Européens, quelques-unes depuis fort longtemps, et sans être très riches, les comptoirs entretiennent un mouvement assez actif avec les petits royaumes voisins; sur le golfe de Guinée, les royaumes de Cayor, du Fouta, de Kaarta, des Achantis, du Dahomey et la République nègre de Libéria, bien organisée et qui compte 1,100,000 habitants, ont pour débouché les colonies françaises et anglaises; viennent ensuite plus au sud les colonies espagnoles et portugaises, Fernando-Po, Annobon, l'île du Prince et Saint-Thomas, puis la station française du Congo, Loanda et Benguela au Portugal, qui étendent une domination effective sur 800 kilomètres carrés et 9,000,000 d'habitants, la baie d'Angra-Pequena à l'Allemagne, qui fait pour ouvrir des relations avec l'intérieur des efforts répétés et couronnés de succès.

Passons à la côte est. Depuis la colonie anglaise de Natal, dont nous avons parlé, jusqu'à la pointe nord de Madagascar, elle est aux Portugais qui, il y a deux siècles, avaient su attirer là le commerce de tout le bassin du Zambèze, et exportaient des marchandises pour une valeur considérable. Ils avaient des villes florissantes jusqu'au débouché de la mer Rouge : Mélinde, aujourd'hui ruinée, Mozambique, bien déchue, Mombaza qui avait vingt églises. Les Arabes de Mascate et les nègres de Zanguebar sont parvenus, en 1680-1698, à fermer l'intérieur aux Portugais et à réduire leur commerce à la côte seule où il végète sans tentative nouvelle d'extension, et se maintient à 14,000,000 de fr. environ, ce qui est bien peu pour une semblable étendue de territoire fertile et peuplé.

Le Zanzibar, pays nègre florissant, un des rares

débouchés d'esclaves qui ait résisté longtemps aux prohibitions européennes, est sous la protection de l'Allemagne qui ferme ses marchés de chair humaine. Son mouvement commercial n'est pas à négliger car le sultanat importe pour 30,000,000 annuellement, et exporte pour 20,000,000, dont 5,000,000 de clous de girofle, 7,500,000 francs de dents d'éléphants, 5,000,000 de gommes diverses. Il est entré, en 1887, dans le port, 124 navires étrangers.

Les Italiens ont des stations à Massaouah et dans la baie d'Assab.

Reste l'intérieur du continent, encore bien peu important au point de vue commercial et agricole, mais qui commence à être connu, et qui va bien certainement recevoir prochainement une partie de l'émigration européenne.

Les fleuves sont jusqu'ici l'unique chemin qui en permette l'accès. Ce sont, au nord le Nil, peu connu au-dessus de Kartoum, et dont les sources se trouvent à l'équateur; à l'ouest le Niger, l'Ogooué, moins considérable qu'on ne l'avait cru tout d'abord, et sur lequel nous avons des établissements, le Congo, dont les sources rejoignent celles du Nil, sur ce grand plateau central que la saison des pluies submerge complètement, enfin le Zambèze, où l'attention se porte moins depuis la mort de Liwingstone. Les bouches du Zambèze sont au Portugal; le bassin du Congo appartient nominalement à un état libre reconnu par la conférence de Berlin et dont le souverain est le roi des Belges. C'est très probablement sur ce fleuve, dont le cours est d'environ 4,500 kilomètres, qu'est appelé à se porter à bref délai, le développement commercial du centre africain. Le centre du bassin, notamment, est constitué par une plaine basse d'une merveilleuse fécondité.

Le blé de sorgho forme le fond de la culture africaine, avec le froment au nord, l'orge et le maïs; le riz réussit assez bien dans le sud. Au nord les pâturages sont très beaux, surtout au Soudan, et nourrissent de nombreux bestiaux, l'âne, le *mouton à crinière*, le *cochon* à soies noires qui est une variété du sanglier. Le pigeon et la poule sont partout très abondants. Enfin, au sud du Zambèze l'élevage des bœufs et des moutons a pris une extension considérable; il y a là des plaines humides qui fournissent des pâturages merveilleux, et sur les coteaux des vignes donnant un vin excellent et depuis longtemps renommé.

Les mines de sel sont nombreuses au nord et au centre, et leur valeur est d'autant plus considérable que cette denrée sert de monnaie courante dans le Soudan et sur la côte de Guinée. L'or, autrefois très abondant, l'argent, peu exploité, le fer, dans tout le centre très riche et facile à mettre en œuvre, le cuivre, le plomb et l'étain, quelques gisements de houille, enfin les émeraudes d'Abyssinie et les diamants du Cap, forment à l'Afrique une richesse minérale déjà importante et qui, selon toutes les prévisions, deviendrait exceptionnelle avec des recherches nouvelles bien dirigées.

Un des articles d'exportation les plus importants est l'ivoire brut dont les chasseurs européens font une consommation tellement active, qu'elle fait craindre à bref délai la disparition totale des éléphants.

L'industrie indigène est nulle, excepté en ce qui concerne le travail du fer, assez avancé. Ces populations n'ont aucun besoin, et jusqu'ici se contentent de fournir juste les quelques denrées alimentaires qui leur sont indispensables.

Mais les plus grands efforts sont faits pour, sinon fournir à ces peuplades les produits européens, du moins utiliser jusqu'à un certain point leur travail afin d'obtenir à bas prix les matières premières. Si toutes les sociétés, si toutes les lignes de paquebots, si toutes les tentatives individuelles ne réussissent pas, elles auront en tous cas attiré l'attention sur ces vastes terres inexploitées et qui peuvent subvenir facilement à tous les besoins de l'Europe.

AGENT-VOYER. On désigne sous ce nom les agents chargés de la construction et de l'entretien des chemins vicinaux, c'est-à-dire des chemins de grande communication, des chemins d'intérêt commun, des chemins vicinaux ordinaires ou communaux et enfin des chemins ruraux. Les agents-voyers sont nommés par les préfets et leurs traitements sont fixés par les conseils généraux de chaque département (loi du 21 mai 1836, art. 11). Ces traitements sont prélevés sur les fonds affectés aux travaux. Les agents-voyers sont par conséquent des agents départementaux qui ne relèvent pas de l'administration centrale et qui ne forment pas un corps unique et hiérarchisé comme celui des ponts et chaussées.

— Les agents-voyers prêtent serment et ont le droit de constater les contraventions et délits et d'en dresser procès-verbal. Ils sont répartis en trois classes: 1° les agents-voyers cantonaux, divisés en quatre ou six classes, suivant les départements; leurs appointements varient de 1,800 à 3,600 francs; ceux qui sont dans le service actif reçoivent, pour frais de bureau et de tournées, une indemnité annuelle de 300 à 400 francs. Il faut, pour être admis, être âgé de vingt-et-un ans au moins et subir un examen (les élèves sortant des écoles d'arts et métiers en sont dispensés); 2° les agents-voyers d'arrondissement, divisés en deux classes, avec des appointements de 3,600 à 5,000 francs et 600 à 1,000 francs de frais de déplacement. On n'obtient ce grade qu'après avoir accompli cinq ans de service comme agent cantonal et subi un deuxième examen; 3° les agents-voyers en chef, dont les appointements varient de 6,000 à 10,000 francs et l'indemnité de déplacement de 1,500 à 2,000 fr. Les places d'agents-voyers en chef font l'objet de concours, sans privilège d'école.

Tous ces agents subissent sur leurs appointements une retenue de 5 0/0 et ont droit, lorsqu'ils ont atteint cinquante ans d'âge et vingt-cinq ans de service actif, à une pension de retraite égale aux deux tiers de la moyenne de leurs appointements pendant les trois dernières années. Leur nombre est d'environ 4,550 dont 90 agents-voyers en chef et 490 agents-voyers d'arrondissement. La dépense moyenne annuelle de ce personnel est d'environ 9,000,000 de francs, soit environ 5 0/0 de la dépense totale du service vicinal. Les agents-voyers ont sous leurs ordres environ 55,000 cantonniers dont le salaire annuel représente près de 30,000,000 de francs.

Dans la plupart des départements (57) le service vicinal est entièrement confié aux agents-voyers. Un certain nombre de conseils généraux, profitant de la faculté qui leur a été attribuée par la loi du 10 avril 1871 ont chargé le corps des ponts et chaussées du service vicinal (27 départements). Enfin, dans trois départements les agents-voyers ont été conservés, mais placés sous la direction des ingénieurs en chef des ponts et chaussées qui remplissent alors les fonctions d'agents-voyers en chef.

AGGLOMÉRÉ. L'industrie des agglomérés, dont il est question aux art. AGGLOMÉRÉ, CHARBON, COMBUSTIBLE, du *Dictionn.*, a pris une grande importance grâce à l'emploi toujours plus considérable des briquettes que font les chemins de fer et la marine. Les machines se sont perfectionnées et l'Exposition de 1889 nous a montré des briquettes d'environ 6 kilogrammes produites à raison de vingt-quatre à la minute par la machine Mazeline, et d'autres machines produisant 4 à 5 tonnes à l'heure

de briquettes pleines et 2 tonnes de briquettes perforées. La production avec certaines machines, peut atteindre de 12 à 15 tonnes par heure; la compression varie entre 80 et 150 kilogrammes par centimètre carré et peut s'élever à 175; la force dépensée est de 6 à 9 chevaux par tonne et par heure. On évalue le prix de revient de la tonne d'agglomérés à 12 fr. 50, en Belgique, et de 18 à 29 francs, en France.

Une nouvelle application des principes de l'agglomération a été récemment faite avec le liège réduit en poudre grossière et aggloméré en plaques plus ou moins épaisses, pouvant se mouler sous diverses formes, suivant les applications qu'elles doivent recevoir. Cette fabrication donne des produits qui réunissent à une extrême légèreté la propriété d'être mauvais conducteurs du son, de la chaleur et du froid. On peut les employer par conséquent comme isolants, soit dans les constructions, pour revêtements de murs destinés à conserver le froid ou la chaleur, pour glacières, étuves, séchoirs; soit dans l'industrie pour enveloppes de conduites de vapeur ou d'air chaud. Pour obtenir, par exemple, des enveloppes s'appliquant sur des tuyaux jusqu'à 0,10 de diamètre, on les fait en deux parties, par bouts de 0^m,33 de longueur et 0^m,025 à 0^m,030 d'épaisseur; au delà du diamètre de 0^m,10 à recouvrir, les enveloppes se font avec plusieurs bandes longitudinales. Quand il se trouve des parties coudées, on découpe les morceaux de liège aggloméré de manière à épouser le mieux possible la forme cintrée. On assujettit les segments de liège aggloméré sur le tuyau au moyen de bandelettes de calicot et de ligatures en fil de fer.

Pour les tuyaux des appareils à glace, il est nécessaire d'employer une double enveloppe enduite d'un mélange de laque d'asphalte et de liège en poudre. Ces enveloppes de liège aggloméré ont acquis une place importante aujourd'hui parmi les meilleurs *enduits isolants* et *calorifuges*, auxquels leurs qualités particulières et leur légèreté les font généralement préférer. — G. J.

AGRICULTURE. La terre donne lieu à des industries qui ont une grande importance : l'industrie agricole, l'industrie forestière, l'industrie minière, telles sont les principales. La première est peut-être celle de toutes les industries qui touche au plus grand nombre d'intérêts : elle fournit à la plupart d'entre elles leurs matières premières; elle est, de toutes, celle qui emploie le plus de bras; enfin elle répond à la première question que doivent se poser les sociétés, celle de leur subsistance.

L'agriculture, avant d'arriver à la liberté, a commencé par la réglementation. Dans l'ancienne France, en effet, il n'était pas permis à chacun d'exploiter librement, de varier à son gré les cultures, de modifier les assolements, et d'effectuer sa récolte à l'époque qu'il lui convenait de choisir. La loi des 28 septembre-6 octobre 1791 a fait cesser toutes ces entraves apportées à l'industrie agricole, et elle en a proclamé la liberté.

Sous ce rapport, l'industrie agricole ressemble aux autres industries ; mais leur ressemble-t-elle à tous les égards ? Non ; il existe, en effet, entre l'industrie agricole et les autres industries des différences essentielles qui attestent l'infériorité de celle-ci vis-à-vis des autres. Certaines de ces différences tiennent à son essence même ; quelques-unes, au contraire, ne lui sont pas inhérentes d'une façon nécessaire, et pourraient disparaître avec le progrès des mœurs rurales ou des procédés culturaux.

Est-il besoin de relever les différences suivantes ? Les produits agricoles sont soumis à une foule de fléaux divers, et sont, par ce fait même, plus aléatoires que les produits de l'industrie manufacturière. Il est vrai qu'en revanche, mais par une compensation insuffisante, l'écoulement en est assuré. De même, l'industrie agricole comporte beaucoup moins la division des tâches avec ses effets merveilleux sur la productivité du travail.

Enfin elle est limitée sous le rapport de la production, et ne peut dépasser une certaine mesure; voici en quels termes Stuart Mill développe cette loi économique, dont les conséquences sont si graves : « La loi de la production de la terre est « telle que, dans tout état donné d'habileté et « d'instruction agricole, le produit ne s'accroit « pas dans une proportion égale; en doublant le « travail on ne double point le produit, ou, pour « exprimer la même chose en d'autres termes, « tout accroissement de produit s'obtient par un « accroissement plus que proportionnel dans « l'application du travail à la terre. Cette loi « générale de l'industrie agricole est la proposi« tion la plus importante de l'économie poli« tique. Si cette loi était différente, presque tous « les phénomènes de la production et de la dis« tribution seraient autres qu'ils ne sont..... » (*Princ. d'Economie polit., liv. I, ch. 12* § 2).

A côté de ces différences, tenant à l'essence même de l'industrie agricole, il en est d'autres, qui existent sans aucun doute, mais qui, de leur nature, sont susceptibles de s'atténuer, voire même de disparaître. En premier lieu, il est fait moins emploi des machines dans l'agriculture que dans toute autre industrie. Dans certaines contrées de la France, les laboureurs se servent de l'ancienne charrue des Gaulois, et, avec cet instrument primitif, ne peuvent qu'effleurer à peine la terre, et n'y tracer que des sillons de faible largeur. Combien de cultivateurs négligent l'usage du semoir ! et cependant il permet de réaliser une économie de semence fort appréciable, qui se traduit par un quart, pour ne pas dire les deux cinquièmes de ce qu'il faut pour ensemencer *a la volée* la même étendue de terrain; il a, de plus, l'avantage de fournir un travail d'une extrême régularité. Quant aux faucheuses, aux moissonneuses, dont la besogne est si rapide, elles so à peine connues; beaucoup de grands cultivateurs eux-mêmes ont résisté jusqu'ici à leur emploi ; est-il besoin, après cela, de dire que ces instruments perfectionnés, que l'on appelle les *charrues à vapeur*, n'existent guère chez nous qu'à titre d'essai ! Néanmoins il faut signaler, sous le rapport des machines agricoles,

des progrès incontestables accomplis depuis vingt-cinq ans.

Voici le relevé officiel des machines agricoles en 1862 et 1882:

	1862	1882 (1)
Machines à vapeur fixes ou locomobiles.	2.849	9.288
Charrues.	3.206.421	3.267.187
Houes à cheval.	25.846	195.410
Machines à battre.	100.733	211.045
Semoirs mécaniques	10.853	29.391
Faucheuses mécaniques.	9.442	19.147
Moissonneuses mécaniques. . .	8.907	16.025
Faneuses et râteaux à cheval. .	5.649	27.364

Les moissonneuses et les faucheuses en 1862 n'existaient pour ainsi dire qu'à l'état rudimentaire, et il est même probable qu'il y a eu erreur dans les relevés opérés à cette époque, car ces machines étaient alors à peine connues et fonctionnaient plutôt, comme nous le disons plus haut, à titre d'essai; on a dû, dans certaines localités, commettre des confusions.

Pour beaucoup de progrès qui restent à accomplir et dont la réalisation s'impose à notre agriculture comme une nécessité de l'avenir, l'association sera d'un puissant secours. Non pas qu'elle soit, comme se sont plu à le déclarer certains économistes, la panacée universelle; non pas qu'elle puisse modifier complètement l'industrie agricole. A notre sens, l'association a ici un rôle plus modeste. Pour des raisons, qu'il serait trop long d'indiquer, elle est peu répandue dans les classes agricoles; aussi si elle a, comme nous le croyons, sa place marquée en agriculture, encore faut-il se garder de l'étendre outre mesure, et d'en conseiller l'application dans des hypothèses où l'on rencontrerait des résistances invincibles de la part des habitants de nos campagnes. Loin de nous par conséquent la pensée de proposer la mise en société des exploitations rurales. Il y a sans doute quelques fermes gérées par des sociétés, mais elles sont généralement l'accessoire d'une entreprise principale d'ordre manufacturier; c'est ainsi que des sociétés sucrières possèdent fréquemment, à côté de leur usine, une ou plusieurs fermes, aux travaux desquelles elles emploient le personnel et le matériel de leur fabrique, et dont les terres sont affectées particulièrement à la culture des plantes industrielles destinées à alimenter l'usine; du reste, ces fermes n'ont que rarement par elles-mêmes des bénéfices sérieux. Nous n'irons pas davantage jusqu'à préconiser l'association pour l'exécution en commun des travaux agricoles de tout un territoire. Si, ce dont nous sommes convaincu, d'ailleurs, l'association a son rôle dans l'industrie agricole, il faut le chercher à d'autres points de vue; or il se révèle à nous relativement : 1° à l'acquisition des semences, engrais et machines; 2° à l'exécution de travaux d'intérêt général; 3e à la transformation et à l'écoulement des produits.

L'utilité des sociétés destinées à faciliter la transformation et l'écoulement des produits, a été reconnue depuis longtemps déjà, et l'on sait quel essor ont pris les *fruitières* de l'Est de la France. Il en est de même pour l'exécution en commun des travaux d'intérêt général; ici même l'on peut dire que l'association est le seul moyen qui permette d'obtenir l'accomplissement des travaux comme l'irrigation, ou, à l'inverse, le drainage des terrains et le dessèchement des marais. Notre loi l'a tellement bien compris qu'elle a facilité l'organisation des syndicats de propriétaires (Loi du 21-26 juin 1865). Mais en ce qui concerne l'acquisition des semences, engrais et machines, l'initiative a été longue à se produire et il a fallu le vote de la loi de 1884 sur les *syndicats professionnels* pour déterminer les cultivateurs français à entrer dans la voie de l'association; dans ces dernières années, de nombreux syndicats agricoles se sont constitués en France; peut-être la forme du syndicat est-elle, légalement parlant, inconciliable avec le but que l'agriculture en attend, et aurait-il été préférable de chercher ce résultat dans l'association coopérative; mais quoi qu'il en soit, la multiplication des syndicats agricoles est un fait économique, dont l'importance est considérable, et qui atteste un progrès incontestable dans nos mœurs rurales.

L'industrie agricole affecte diverses formes. Si l'on se place notamment au point de vue de la succession des récoltes et de la nature des cultures pratiquées, on distingue l'agriculture *intensive* et l'agriculture *extensive*.

Le premier système consiste à demander à la terre, en échange de grandes avances, la plus grande quantité de produits qu'elle puisse fournir. Le second système, au contraire, n'exige d'elle que ce qu'elle peut donner sans avoir reçu les engrais suffisants ou avoir été l'objet d'autres améliorations. C'est donc la plus ou moins grande somme de capitaux consacrés au sol qui différencie l'un et l'autre mode.

Pour lutter avec l'étranger, les cultivateurs doivent chercher à diminuer le prix de revient de leurs produits; aussi ne saurait-on trop les engager à pratiquer dans tous les pays où elle est possible la culture intensive; à faire un emploi plus large des engrais, soit en utilisant mieux les engrais organiques fournis par l'exploitation elle-même, soit en suppléant à leur insuffisance par les engrais chimiques; et enfin à recourir davantage aux machines, aussi nécessaires en agriculture que dans les autres industries.

Mais, sauf dans certaines contrées, nos cultivateurs ne pratiquent guère aujourd'hui encore que la culture extensive.

La culture intensive, dont nous tenons à préciser davantage les caractères, suppose que la terre où elle est pratiquée, est de bonne qualité, quoique toutefois cette culture puisse s'appliquer à un sol de fertilité moyenne. Dans ce système, l'on demande tous les ans à la terre une récolte, et parfois même on lui en fait produire deux dans la même année; la seconde récolte est alors qualifiée de *dérobée*; c'est ainsi que l'on met des navets ou des choux après du blé ou du seigle. Les maraîchers obtiennent même jusqu'à trois récoltes suc-

(1) Il s'agit là des résultats de l'enquête de 1882, publiés en 1888.

cessives sur le même sol dans l'espace de douze mois.

En second lieu, l'on cultive les plantes industrielles (pivotantes, textiles, oléagineuses), dont le produit brut est considérable, mais qui ont l'inconvénient d'épuiser la terre, si l'on n'a soin de les faire alterner avec des plantes fourragères, dont l'effet améliorant est très connu.

Aussi, et nous arrivons à un troisième caractère, dans la culture intensive le capital d'exploitation doit être très important ; il est représenté par les avances faites à la terre sous la forme d'engrais et d'amendements, et par la présence d'un nombreux bétail dans la ferme. La quantité d'engrais donnés à la terre est énorme; non seulement on utilise tous les engrais organiques, mais il est fait un grand usage des substances minérales ou chimiques. Le nombre des bestiaux est proportionnellement très considérable, sauf toutefois dans les exploitations maraîchères, qui, voisines des villes, y achètent les fumiers et détritus; en général, c'est le gros bétail qui y domine ; le mouton y est moins abondant, et il est facile d'en comprendre la raison : l'absence de jachères est un des traits caractéristiques de ce système, et, sans jachéres, l'élevage du mouton est pour les petits cultivateurs sinon impossible, du moins très difficile.

La culture intensive, telle que nous venons de la dépeindre, est pratiquée en Belgique, son pays classique, ainsi que dans le département du Nord, où elle a permis aux fermiers de payer des loyers qui ailleurs paraîtraient fabuleux; on la rencontre également, mais avec des caractères un peu différents, dans quelques-unes des grandes fermes du Pas-de-Calais, de la Somme, de l'Oise, etc.

Est-il besoin, après ces explications, de montrer ce qu'est la culture extensive ? Non seulement elle ne demande pas à la terre deux récoltes annuelles, mais elle ne la fait même pas produire chaque année ; elle lui assure, dans chaque assolement, une ou deux saisons de repos pour racheter l'absence ou l'insuffisance d'engrais. Dans ce systéme, l'on n'emploie, en effet, que fort peu d'engrais, et il ne sera jamais fait usage que de ceux que fournit l'exploitation; aussi l'on ne cultive pas les plantes industrielles, qui supposent une terre bien fumée. La petite quantité de bestiaux, proportionnellement à l'étendue du champ d'exploitation, est encore un des caractères du système extensif.

En général, ce mode de culture, que l'on voit en Amérique où la terre n'a pas de valeur et où la population est assez rare, qui se trouve pratiqué également en Russie, par suite de la pénurie des capitaux, se rencontre aussi dans plusieurs parties de la France. L'assolement triennal, dans sa simplicité primitive, et avec l'observance rigoureuse de l'année de jachère nue, en est une application. Que de régions, dans notre pays, en sont encore à ce mode de culture!

Or c'est ce système extensif qu'il faut faire disparaître. Nos cultivateurs se plaignent de l'insuffisance de leurs produits; ils prétendent que leurs récoltes, loin de leur laisser des bénéfices, leur permettent à peine de payer leurs fermages ou de supporter leurs frais. Mais pourquoi persistent-ils à renoncer à une récolte sur trois années? Pourquoi continuent-ils à donner à la terre un repos qui ne lui est indispensable que dans le cas où l'on ne reconstitue pas, par des engrais, sa fécondité naturelle? C'est que précisément ils ne font pas un usage suffisant d'engrais. La plupart du temps, ils n'emploient que ceux qui sont produits dans la ferme. Non seulement ils n'achètent pas de substances chimiques, dont l'acquisition leur paraît onéreuse, et dont les vertus ne leur paraissent pas assez démontrées, non seulement ils ne recourent pas à ceux des engrais organiques qu'il leur faudrait se procurer à prix d'argent, mais ils n'utilisent pas complètement leurs fumiers, soit en en laissant écouler la partie liquide, soit en négligeant d'en accroître la quantité par l'addition de matières fertilisantes que l'on rencontre dans les campagnes.

Faut-il s'étonner, après ces explications, que le rendement moyen agricole soit inférieur à celui de plusieurs pays voisins? Pour le blé, qui est la céréale par excellence, voici le rendement comparé de l'hectare :

Pays	Années	Rendement en hectolitres de froment par hectare
France	1882	17.98
	(moyenne de 1874-1882)	14.88
Angleterre	1885	28.00
Belgique	1878-1882	21.50
Hollande	1871-1880	22.70
Allemagne	1878-1882	17.17
Danemark	1876-1881	22.10
Suède	1878-1881	18.00
Norvège	moyenne	22.16
Autriche	1876-1880	14.12
. . . . .	. . . . .	. . . .
Etats-Unis	1878-1882	10.90

Avec son rendement actuel, la France est néanmoins, après les Etats-Unis, le pays le plus grand producteur de froment du globe entier : on peut, en effet, évaluer sa production moyenne annuelle pendant les dix années 1875-1884 à 100,726,674 hectolitres ; la moyenne annuelle des Etats-Unis (1878-1883) est de 150,707,000 hectolitres. Le pays, qui suit la France pour l'importance du rendement total, est la Russie; elle a récolté, en 1884, 94,017,000 hectolitres. Il est regrettable que le rendement moyen par hectare ne soit pas plus élevé en France; si, par exemple, il atteignait celui de la Belgique, nous récolterions 30,000,000 d'hectolitres de plus, et cette production assurerait, et au delà, les besoins de notre consommation nationale.

Malgré cette infériorité, il est juste de reconnaître qu'il y a eu, en France, une augmentation assez sensible du rendement de l'hectare de froment :

En 1840.	12	hect.	45
1862.	14	—	69
1882.	17	—	98 (1)

L'année 1882 ayant été une année exceptionnellement bonne, le chiffre de 17hect,98 donné comme rendement à l'hectare, doit être quelque peu abaissé, et être ramené à 14,88, qui représente la moyenne des dix dernières années précédentes (2). Une observation analogue doit être faite pour le rendement en paille : en 1882, l'hectare de blé a donné 25 q. m. 27 de paille; or la production d'une année moyenne est de 22 q. m. 53. Quoi qu'il en soit, et étant donnés les chiffres de 1882, la valeur brute à l'hectare (grain et paille) représente une somme de 439 francs; le prix moyen, en 1882, de l'hectolitre de blé était, en effet, de 18 fr. 61, et celui du quintal de paille de 4 fr. 12.

Il est impossible, dans un espace aussi restreint, de présenter pour chacune des cultures végétales, et même pour les diverses céréales, une analyse statistique semblable à celle que nous avons consacrée au froment. Nous nous bornerons à indiquer la valeur totale de la production, aux trois époques des enquêtes décennales, pour les cultures suivantes :

Désignation des cultures	Valeur totale de la production végétale (en millions de francs) 1840 — 86 départements	1862 — 89 départements	1882 — 86 départements
Céréales (paille non compr.)	2.116	3.866	4.081
Pommes de terre	202	488	648
Betterave à sucre.	29	84	178
Colza (graines)	51	90	32
Chanvre (graine et filasse) .	86	72	54
Lin (graine et filasse) . . .	57	88	40
Prairies artificielles.	204	587	797
Prés naturels et herbages. .	463	1.002	1.093
Vignes.	419	1.387	1.137
Totaux.	3.627	7.664	8.060

Ainsi l'agriculture française, malgré la perte de l'Alsace-Lorraine, produit par an aujourd'hui près de 400,000,000 de francs de denrées végétales de plus qu'en 1862 (pailles, fourrages dits annuels et bois non compris). Mais l'augmentation de 1840 à 1862 avait dépassé 4,000,000,000; il est vrai que la France s'était, dans cet intervalle, accrue du comté de Nice et de la Savoie. — E. CH.

AIGUILLE. La fabrication des aiguilles s'est perfectionnée depuis quelques années, tant par l'habileté des ouvriers que par un emploi judicieux de machines qui ont permis de réduire à quarante-cinq les manipulations de l'aiguille qui, autrefois passait par les mains de soixante ouvriers; ces excellents résultats sont dus en grande partie à M. Bohin fils. Il n'est plus permis de croire aujourd'hui que les aiguilles de fabrication anglaise sont supérieures aux aiguilles françaises; Laigle soutient brillamment la concurrence avec Redditch (Angleterre) et Aix-la-Chapelle (Allemagne).

Les fils d'acier, de qualité supérieure, tréfilés d'une façon mathématique, et qui doivent constituer les aiguilles, sont mis en fabrication par 15 kilogrammes de fil; ils forment ce qu'on nomme un *paquet* qui produira 80,000 ou 100,000 aiguilles suivant la grosseur du fil employé.

Nous rappelons que le fil d'acier passe dans une machine spéciale qui dresse le fil et le coupe sur une longueur de deux aiguilles qu'on nomme *tronçons*. Cette machine coupe six fils à la fois et

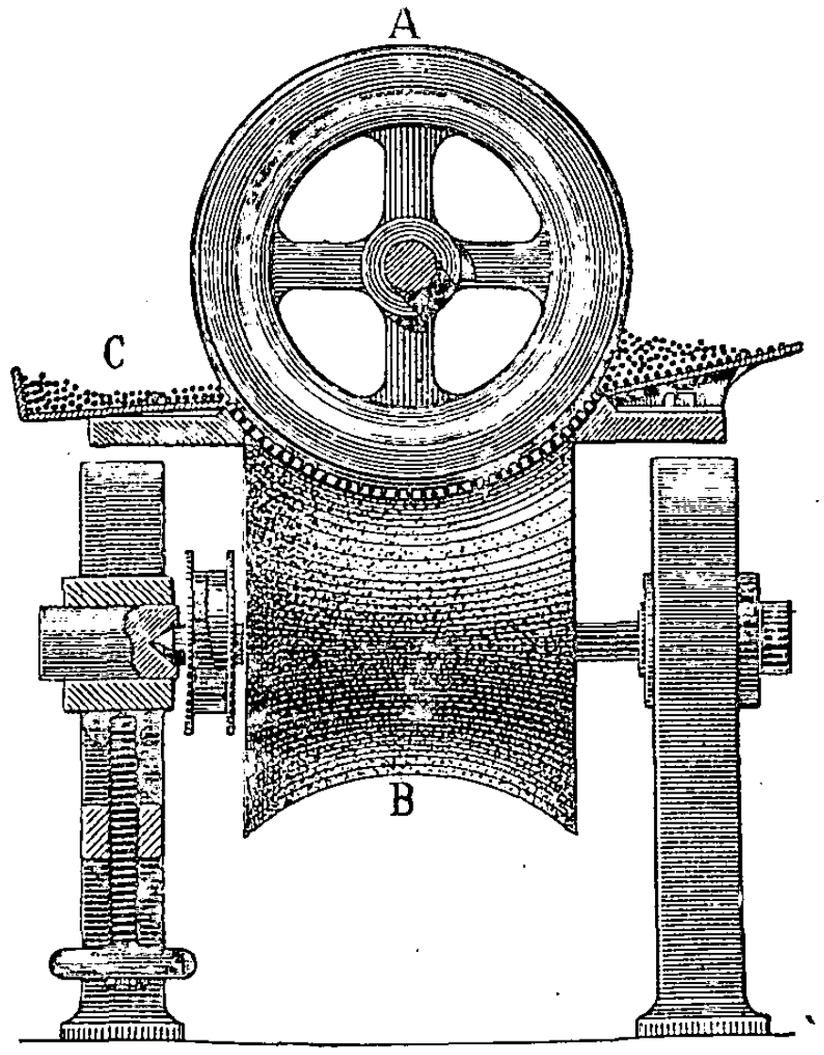


Fig. 17. — *Machine à empointer.*

A Caoutchouc. — *B* Meule en grès. — *C* Tronçons d aiguille.

peut suffire à la production de 500,000 aiguilles par jour.

Après le dressage, que nous avons décrit au *Dictionnaire*, on procède à l'*empointage* qui, il y a peu d'années, se faisait à la main; c'était une opération à la fois insalubre et dangereuse pour les ouvriers. Elle se fait aujourd'hui à l'aide d'une machine aussi simple qu'ingénieuse (fig. 17 et 18). Elle se compose d'une table en fonte mobile fixée par une charnière sur un bâti dans lequel se trouve la meule à empointer; sur la table qui s'éloigne ou se rapproche de la meule à la volonté de l'ouvrier, se trouve une poulie recouverte de caoutchouc, montée sur un arbre soutenu en pointe par deux paliers; une autre plaque de caoutchouc se trouve fixée sur la table et forme une partie concave suivant la circonférence de la poulie. Les aiguilles, en prenant un mouvement de rotation, sont entraînées entre la poulie et cette partie concave.

La meule en grès qui tourne avec une vitesse

(1) Nous avons voulu, dans cette comparaison, nous en tenir aux chiffres officiels de l'*Enquête décennale* de 1882, si complète et si parfaite.

(2) Voici le chiffre du rendement annuel depuis 1882 :

En 1883 . . .	15	hect.	2	En 1886. . . .	15 hect, 4
1884. . . .	16	—	2	1887. . . .	16 — 1
1885. . . .	15	—	8	1888. . . .	13 — 6

de 1,500 tours, a la forme concave en rapport avec le rayon de la poulie en caoutchouc, de sorte que les aiguilles sont en contact sur la meule pendant tout le parcours de sa largeur. L'axe de la poulie est dans une position oblique par rapport à celui de la meule, qui attaque la pointe à l'extrémité du fil et continue à l'effiler en le rapprochant vers le centre du tronçon. On fait une pointe plus ou moins longue suivant la position oblique des axes de la meule et de la roue en caoutchouc, position que l'on varie selon la grosseur du fil et la longueur des pointes qu'on veut obtenir.

La meule fonctionne donc suivant la position qui lui est donnée par rapport à la roue en caoutchouc; mais pendant ce travail, il se produit une usure inégale du fil qui exige de la part de l'ouvrier empointeur une grande surveillance et beaucoup d'habileté, pour rectifier constamment la forme de la meule à l'aide d'une pierre d'émeri

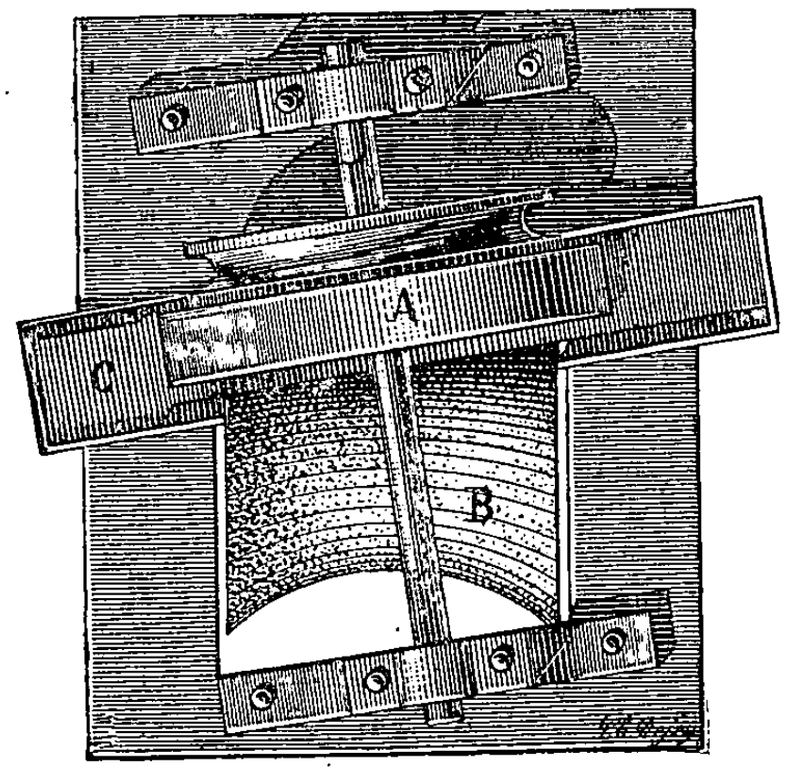


Fig. 18. — *Machine à empointer. Plan.*

A Roue en caoutchouc. — *B* Meule en grès. — *C* Tronçons d'aiguille.

qu'il tient à la main, et avec laquelle il gratte les parties qui ne s'usent pas régulièrement. Cette machine peut faire une moyenne de 200,000 pointes par jour. Comme on ne peut empointer qu'une extrémité à la fois, les tronçons sont passés deux fois dans la machine pour en faire les deux pointes.

Par suite du séjour au feu des tronçons pour l'opération du dressage à chaud, il se produit sur les tronçons une légère oxydation que l'on fait disparaître par un *blanchissage,* au moyen d'une machine munie d'une courroie encollée avec de l'émeri et, qui, tournant autour d'une poulie parfaitement réglée, blanchit les tronçons d'une largeur égale à la place que doivent occuper les deux chas des aiguilles.

Nous avons dit ce qu'est l'*estampage*, nous n'y reviendrons pas; ajoutons cependant que de sa précision dépend la perfection de la tête de l'aiguille; un fabricant estime qu'une aiguille bien estampée est à moitié finie. Chaque machine estampe 60,000 aiguilles par jour.

Le *perçage,* nous l'avons dit, se fait au moyen d'un balancier; la précision ici est indispensable; M. Bohin a apporté à la machine que nous avons décrite de notables perfectionnements. La distribution des tronçons est faite par deux vis placées parallèlement et qui reçoivent leur mouvement de rotation au moyen de deux engrenages fixés sur l'arbre principal de la machine Dans chaque filet des vis se trouve un tronçon qui avance vers la plaque à percer, par suite du mouvement de rotation. Entre les deux vis se trouve un couteau sur lequel glissent les aiguilles jusqu'à ce qu'elles s'arrêtent dans l'encoche imprimée entre chaque tête et qui sert de guide. Arrivé à l'extrémité des vis, chaque tronçon est pris par une pièce nommée *conducteur* qui la pose juste sous les poinçons. Cette machine qui marche à une grande vitesse est conduite par une jeune fille avec la plus grande facilité.

Après avoir *enfilé* les aiguilles sur des petits fils d'acier, de manière à former des faisceaux parallèles d'une largeur de 0,08, on procède au *limage* que nous avons décrit, à la *trempe* et au *polissage* qui n'offrent rien de particulier; ajoutons toutefois que les aiguilles se polissent pendant vingt-quatre heures consécutives, c'est-à-dire nuit et jour. Au bout de ce temps, elles sont retirées des rouleaux et bien lavées afin que les trous ne soient pas bouchés. On recommence alors la même opération de la mise en toile avec de l'huile et de l'émeri, puis on remet les rouleaux sous les tables du polissoir pendant vingt-quatre heures encore, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on obtienne un poli parfait. Ce travail demande de huit à dix jours. Après le dernier polissage, les aiguilles sont séchées dans la sciure de bois.

Triage. Les aiguilles sont ensuite *appéries*, en terme de métier, c'est-à-dire rangées les unes auprès des autres parallèlement, par un procédé bien simple. L'ouvrier pose 5 kilogrammes d'aiguilles en vrac dans une boîte de $0^m,60$ carrés à laquelle il donne un mouvement de va-et-vient combiné avec une secousse particulière; les aiguilles primitivement mélangées sont remises parallèlement et superposées les unes sur les autres à l'extrémité de la boîte, d'où elles sont prises à la main, puis placées devant une ouvrière qui, avec une grande dextérité, tire à sa droite les aiguilles dont la tête est à droite, et à sa gauche celles dont la tête est à gauche. Une autre femme les examine les unes après les autres, pour retirer celles qui ont pu être cassées ou avariées pendant le polissage, car il arrive souvent que sur 100,000 aiguilles, dont se compose un paquet à sa mise en fabrication, 8 à 10,000 sont défectueuses. Après les réparations nécessaires, ces aiguilles forment une qualité de rebut vendue aux colporteurs.

Bleuissage. Les aiguilles qu'on désigne sous le nom d'*aiguilles à gouttière* sont bleuies à l'aide d'une machine dont l'organe principal est une roue à encoches en rapport avec la grosseur des aiguilles, et qui, les prenant dans une trémie, passe la tête dans la flamme d'un bec de gaz spécialement disposé, ce qui leur donne une teinte d'un beau bleu.

Après le *dressage* et le *brunissage*, les aiguilles sont triées par qualités; quelquefois on leur fait subir la *dorure des chas*. On prend les aiguilles dans une large pince dont une des mordaches est en cuivre rouge, et l'autre recouverte de caoutchouc. On place cette pince sur le bain de dorure de manière que les extrémités de la mordache en cuivre reposent sur le circuit d'une pile électrique. La hauteur du bain est réglée de façon à ce que les chas seuls plongent dans le liquide, dix pinces sont placées sur le même bain et relevées tour à tour dans l'espace de cinq minutes que dure l'immersion.

La dorure de l'aiguille n'ajoute rien à sa qualité; elle ne sert qu'à lui donner un aspect plus agréable.

Mise en paquets. Les aiguilles sont livrées à la consommation par petits paquets de 25 aiguilles qui sont comptées et disposées dans du papier inoxydable spécial pour cet article.

Piquage sur étoffe. Cette nouvelle disposition des aiguilles sur étoffe est un grand avantage pour le consommateur, car elle assure mieux leur maintien, aussi aujourd'hui une grande partie est-elle livrée sous ce paquetage. La machine à piquer les aiguilles, consiste en une pince qui serre l'étoffe en laissant l'écartement voulu où l'aiguille passe et repasse dans l'étoffe. L'ouvrière prend dans ses doigts 25 aiguilles et les pique de façon à ce qu'elles soient bien rapprochées les unes des autres. On fixe ensuite les deux extrémités de l'étoffe avec une étiquette sur une feuille de papier inoxydable qu'on replie sur elle-même.

Il n'est point inutile de faire remarquer qu'il se fabrique environ soixante sortes de qualités d'aiguilles ayant chacune une étiquette différente, que chaque sorte et que chaque étiquette se subdivisent en quarante numéros. A ce nombre, viennent s'ajouter les étiquettes imprimées spécialement au nom des principaux clients, ce qui fait environ deux cents sortes d'étiquettes multipliées par quarante numéros, formant un total de huit mille étiquettes différentes pour subvenir aux besoins de la livraison.

AIMANTATION. *Coefficients d'aimantation. Définition.* Les phénomènes d'aimantation peuvent s'exprimer numériquement au moyen de deux coefficients liés entre eux par une relation très simple.

1° *Coefficient d'aimantation*, appelé aussi *coefficient d'aimantation induite*, *susceptibilité magnétique*. Ce coefficient, k, est le rapport de l'intensité d'aimantation I à la force magnétisante F. En d'autres termes $I = kF$. On convient de le prendre positif pour les corps magnétiques et négatif pour les corps diamagnétiques.

2° *Coefficient d'induction magnétique* ou *perméabilité magnétique* μ. Ce coefficient jouit de la propriété suivante : en appelant Φ le flux qui traverse l'unité de surface perpendiculairement à l'aimantation, et φ la valeur qu'aurait le flux de force si le milieu magnétique était remplacé par le vide, on a :

$$\Phi = \mu\varphi.$$

On passe facilement de l'un à l'autre de ces coefficients. La théorie montre, en effet, que

$$\mu = 1 + 4\pi k.$$

μ est toujours positif.

Mesure de ces coefficients. M. Bouty a mesuré le coefficient k en déterminant le moment magnétique d'un barreau placé à l'intérieur d'une hélice magnétisante.

Le coefficient μ est directement accessible à l'expérience par des méthodes basées sur l'induction.

Résultats. Pour de faibles valeurs de la force magnétisante, l'intensité d'aimantation est à peu près proportionnelle à la valeur, c'est-à-dire k est sensiblement constant. Ensuite, l'intensité croît beaucoup moins rapidement que la force magnétisante et tend vers un maximum. Pour le fer doux ce maximum correspondrait à une intensité d'aimantation de 1,700 unités environ,

Lamont représente k par la formule empirique

$$k = \frac{1 - e^{a\,F}}{b\,F}$$

où F est la force magnétisante, e la base des logarithmes Népériens, a et b deux constantes qui dépendent de la nature du corps.

Influence de la température. M. Ledeboer a étudié les variations de k pour le fer doux du Berry, pour des valeurs du champ variant entre 35 et 200 unités C.G.S. en faisant croître la température jusqu'au rouge cerise. L'aimantation varie très peu de 0° à 680°. A partir de ce point, la diminution est très rapide et le fer cesse complètement d'être magnétique à 760°.

D'après M. Borson, le coefficient d'aimantation total du nickel passe par un maximum vers 200° et s'annule vers 340°. Pour le cobalt, le coefficient va en croissant jusqu'à 325°.

Le maximum d'aimantation permanente pour l'acier est de 785 unités C.G.S. par centimètre cube. — V. *Dictionnaire*, ELECTRO-MAGNÉTISME.

Corps diamagnétiques. Pour ces corps k est négatif et toujours très petit. Pour le bismuth

$$k = \frac{1}{400000}.$$

C'est le corps le plus diamagnétique que l'on connaisse.

Retard d'aimantation (*Hystérésis*). Considérons un cylindre soumis à une force magnétisante croissant de zéro à F, et portons en abscisses les valeurs de cette force (fig. 19 et 20). Portons en ordonnées les intensités d'aimantation, nous aurons ainsi une courbe d'aimantation. Nous obtenons, par exemple, la courbe OI pour un barreau vierge de toute aimantation. Si nous faisons décroître F, l'intensité d'aimantation ne repasse plus par les mêmes valeurs, mais pour une valeur donnée de F elle est plus considérable qu'elle ne l'était le long de la courbe OI lors de l'aimantation première. En faisant décroître la force magnétisante jusqu'à zéro l'intensité suivra une certaine courbe IMI'. Puis, en faisant croître de nouveau la force de O à F l'intensité sera repré-

sentée par la courbe I'NI. Si la force magnétisante repasse successivement par les mêmes valeurs, le point figuratif de l'aimantation décrit indéfiniment la même boucle I'NIM.

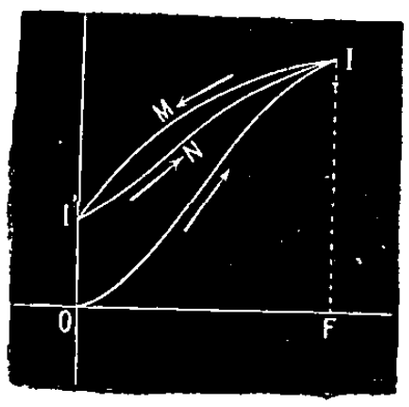


Fig. 19.

Si la force magnétisante oscille entre des valeurs +F et —F, la courbe affecte l'aspect de la figure 20. La portion OI correspond à l'aimantation initiale quand la force magnétisante croît pour la première fois de zéro à F; la portion IMI' aux valeurs décroissantes de F à —F; enfin, la portion I'NI aux valeurs croissantes de —F à +F. Le point figuratif décrit ensuite le même cycle pour les mêmes variations de la force magnétisante. (Joubert, *Electricité.*)

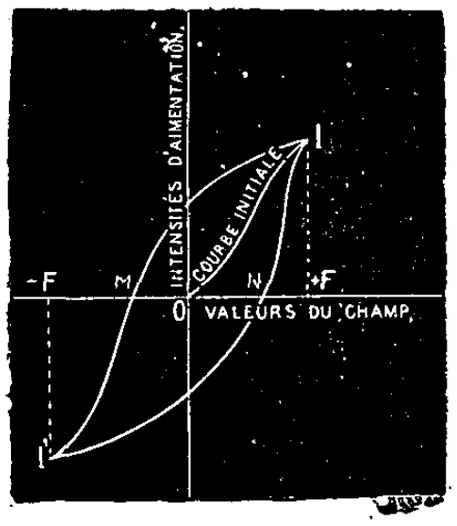


Fig. 20.

On voit que l'intensité d'aimantation dépend de l'état antérieur du barreau et que pour une même valeur de la force magnétisante, l'intensité est plus grande dans la période descendante que dans la période ascendante. C'est à ce phénomène qu'on a donné le nom de *retard d'aimantation* ou *hystérésis.* Il ne faut pas confondre ce retard avec un retard de temps. Les auteurs ont attribué une certaine importance au rôle que peut jouer l'hystérésis dans les machines *dynamo-électriques* — V. ce mot au *Dict.* et *Supplém.*

Bibliographie : Jamin et Bouty : *Physique*, vol. IV; Mascart et Joubert ; *Electricité et magnétisme;* Joubert : *Traité élémentaire d'électricité*; *Bulletin de la Société internationale des électriciens*, oct. 1888.

• **AIR RARÉFIÉ.** On a eu l'idée d'appliquer l'air raréfié pour produire des effets mécaniques, en faisant agir sur un piston la pression atmosphérique d'un côté tandis qu'on produisait de l'autre un vide relatif par la raréfaction de l'air en contact avec cette seconde face du piston. Cette application a été, en substance, le principe du chemin de fer atmosphérique qui a fonctionné pendant un certain nombre d'années sur la ligne de Paris à Saint-Germain pour gravir la forte rampe du Pecq. Tel est aussi le principe d'une application qui est en train de se développer à Paris, pour la distribution à domicile de petites forces motrices actionnant divers genres de machines. Cette application, comme celle de l'air comprimé qui a pour base le principe contraire, procède par l'établissement d'une canalisation souterraine, reliée par des branchements d'un diamètre convenable, avec les machines pneumatiques établies à l'usine centrale où s'effectue la raréfaction de l'air. MM. Boudenoot et Petit, ingénieurs, qui ont fait à Paris cette installation d'air raréfié, ont appliqué à cet effet une machine Corliss de 90 chevaux, actionnant une pompe à air qui produit un vide de 0m,65 à 0m,70 de mercure dans un réservoir d'où part la canalisation desservant les abonnés. Cette canalisation est en tuyaux de fonte, dont le diamètre varie de 0,250 à 0,100 millimètres; des colonnes montantes, en plomb, mettent les abonnés en communication avec les conduites souterraines. Les moteurs employés sont de deux genres : un type rotatif ou oscillant, pour les petites forces jusqu'à euviron 15 kilogrammètres, et un type à fourreau pour les forces de 40 à 80 kilogrammètres. Ils marchent en détente sous l'effort de la pression atmosphérique, avec la contre-pression déterminée par le vide existant dans la canalisation ; un régulateur spécial fait varier cette contre-pression suivant le travail à produire. Le kilogrammètre est fourni à raison de 0 fr. 03 à 0 fr. 07 l'heure suivant la force du moteur employé. Le travail dépensé en kilogrammètres se mesure au moyen d'un compteur enregistreur de tours actionné par le régulateur.

Cette installation, créée en 1885, comptait déjà 72 abonnés répartis sur 1,480 mètres de canalisation, au bout de huit mois à peine d'exercice. — G. J.

• **AIRE.** *T. de géom.* On appelle *aire*, le nombre qui mesure l'étendue superficielle d'une figure fermée. Bien entendu, ce nombre dépend de l'unité adoptée pour mesurer les surfaces; mais comme il est d'un usage constant de prendre pour unité de surface la surface du carré construit sur l'unité de longueur, on sous-entend généralement cette convention dans les énoncés des théorèmes, et des formules propres à la mesure des surfaces. On trouvera les principales de ces formules dans le *Dictionnaire* au mot Surface. || *Loi des aires. T. de mécan.* Théorème d'après lequel un point matériel M, soumis à l'action d'une force qui passe par un point fixe O, se meut de telle façon que le rayon vecteur OM qui le joint au point fixe, se déplace constamment dans le même plan et décrit des aires proportionnelles aux temps employés à les décrire. La loi des aires est applicable en astronomie aux planètes qui gravitent autour du soleil, et aux satellites qui gravitent autour des planètes, pourvu toutefois qu'on néglige les attractions mutuelles des planètes et des satellites, de manière à considérer le corps mobile comme attiré seulement par le corps central, soleil ou planète principale. En astronomie, la loi des aires est la deuxième loi de Képler. || *T. de chant.* Emplacement battu et dressé, soit sur le sol même, soit à l'aide d'un enduit de plâtre et qui sert au tracé d'une épure ou d'un détail d'exécution.

• **ALBITE.** *T. de minéral.* Feldspath à clivage oblique dont le nom dérive de la couleur blanche des cristaux de feldspath qu'on nommait autrefois *schorl blanc.* Le nom d'*albite* s'étend maintenant à tous les feldspaths, quelle que soit leur couleur,

lorsqu'ils contiennent comme élément dominant la soude. L'albite proprement dite est un silicate double d'alumine et de soude pouvant être représenté par la formule

$$Al^2O^3, 3SiO^3 + NaO, SiO^3$$

Les couleurs dominantes de l'albite sont: le blanc de lait et le blanc nuancé de gris, de verdâtre, de rougeâtre. Son éclat est lithoïde et quelquefois vitreux. Sa densité varie de 2,55 à 2,63.

— On trouve l'albite en petits cristaux ou en masses lamelleuses ou grenues et à l'état plus ou moins compact, dans le Dauphiné, les Alpes, le Tyrol, la Saxe, les Hautes-Pyrénées, l'île Ténériffe, dans les terrains volcaniques des Cordillères, etc.

ALBUMINE. *T. de chim.* (de *albumen*, mot que les Latins employaient pour désigner le blanc d'œuf). Un des principes immédiats des corps organisés, répandu abondamment dans le règne animal et le règne végétal. On en connaît deux modifications allotropiques : l'*albumine soluble* et l'*albumine insoluble*.

L'albumine soluble se trouve dans le sang, la lymphe, le chyle, etc. Le blanc d'œuf peut être considéré comme une dissolution concentrée d'albumine dans l'eau. L'albumine se rencontre dans un grand nombre de plantes, notamment dans les graines des légumineuses, dans la farine de froment, les graines oléagineuses et dans les sucs des végétaux, où la chaleur détermine un *coagulum*.

L'albumine du blanc d'œuf est une matière incolore, visqueuse, filante, moussant beaucoup par l'agitation, soluble en toute proportion dans l'eau froide, sauf le réseau de fibrine qu'on sépare par filtration. Elle est précipitée par l'alcool, les acides forts, le tannin, etc. L'acide azotique est le réactif de l'albumine. Il en décèle la présence dans une liqueur même très étendue. Tous les sels métalliques précipitent l'albumine en formant des albuminates.

L'albumine contient 1,6 de soufre, ce qui explique pourquoi les couverts d'argent noircissent ou se couvrent d'irisations lorsqu'on les a laissés en contact pendant quelques instants avec du blanc d'œuf, cru ou cuit, il se forme un sulfure noir d'argent.

L'albumine a pour composition, d'après Lieberkühn

$$C^{72}H^{112}Az^{18}O^{12}S^2.$$

Pour avoir l'albumine pure, on traite la solution aqueuse du blanc d'œuf filtrée, par une dissolution d'acétate de plomb. Le précipité d'albuminate de plomb est lavé dans l'eau pure. Puis on y fait passer un courant d'acide carbonique qui précipite le métal à l'état de carbonate de plomb. On enlève les traces de plomb par l'acide sulfhydrique. Le liquide filtré contient l'albumine pure en dissolution dans l'eau, et l'on évapore à une chaleur de 50°.

Un autre procédé consiste à additionner le blanc d'œuf de son volume d'eau, à filtrer le liquide, à évaporer l'eau et à agiter le résidu avec une dissolution de potasse. Le mélange se solidifie, on lave à l'eau froide et on reprend par l'alcool bouillant. La dissolution dépose de l'albumine pure, lorsqu'on y verse de l'acide acétique ou phosphorique.

L'albumine desséchée se conserve indéfiniment en vase clos; mais lorsqu'elle est étendue d'eau, elle se putréfie rapidement et répand une odeur infecte d'hydrogène sulfuré, d'œufs pourris.

On peut conserver l'albumine à l'état glaireux en l'additionnant de 5 0/0 de son poids de sulfate neutre de soude, ou en y ajoutant quelques millièmes de benzine. Pour l'obtenir à l'état solide en lui conservant sa solubilité, on la dessèche dans des étuves à basse température.

Usages de l'albumine. La propriété que possède l'albumine de se coaguler, soit par la chaleur, à 80°, soit au contact de certaines substances, comme le tannin, est journellement utilisée pour clarifier les dissolutions salines ou sucrées, les vins, vinaigres, liqueurs de table, que troublent des matières en suspension. Le procédé est très simple. Dans le premier cas, on verse la dissolution aqueuse d'albumine dans le liquide bouillant à éclaircir; dans le second cas, on opère à froid et l'on agite le mélange. L'albumine forme un réseau avec la matière en suspension qu'elle entraîne au fond par son poids. — V. *Dictionnaire*, CLARIFICATION et RAFFINERIE.

L'albumine est employée en très grande quantité dans l'impression des tissus, pour *animaliser* le coton, c'est-à-dire pour jouer le rôle de mordant et fixer la matière colorante. A cet effet, on dissout l'albumine des œufs; on y mêle la matière colorante à appliquer et un épaississant. Après l'impression, le tissu est soumis à l'action de la vapeur qui coagule l'albumine. Devenue insoluble, elle retient la matière colorante dans les fibres du coton. Divers essais tentés pour remplacer dans cette opération l'albumine des œufs, matière coûteuse, par d'autres substances albumineuses, n'ont pas réussi.

L'albumine liquide, desséchée spontanément à l'air, à la température ordinaire, devient vitreuse, transparente et jaunâtre. Redissoute dans l'eau et étendue en couches minces sur des surfaces, elle forme un vernis brillant souvent employé pour lustrer les reliures des livres, les tables, les boiseries, etc.

La propriété que possède l'albumine de se coaguler en présence des dissolutions métalliques, est employée avec grand succès comme antidote des sels de cuivre et surtout du chloride de mercure (sublimé corrosif), à cause de l'innocuité des composés insolubles qu'ils forment.

L'albumine est le réactif caractéristique du sublimé corrosif; elle produit un trouble apparent dans un liquide qui ne contient que 5 dix millièmes du composé mercurique.

En pharmacie, on se sert de l'albumine fouettée en mousse pour donner de la blancheur et de la légèreté aux pâtes de guimauve et autres.

Le blanc d'œuf joue un rôle important dans la confection des pâtisseries délicates, des meringues, etc. Il donne du brillant au cirage.

Mêlé à la chaux, il forme un lut très siccatif, employé dans les laboratoires. On s'en sert contre

les brûlures en le mêlant avec de l'alun et de l'acétate de plomb.

L'albumine est usitée en photographie. — C. D.

ALCALIMÉTRIE. *T. de chim.* (V. ce mot au *Dictionnaire*). Les solutions *normales* des différents acides employés dans les titrages alcalimétriques contiennent par litre un poids d'acide égal à son *équivalent* exprimé en grammes. Ainsi, la solution normale d'acide sulfurique contient 49 grammes SO^4H^2 par litre; celle d'acide chlorhydrique, $36^g,5$ HCl par litre, etc.

L'acide *sulfurique normal* se prépare de la façon suivante : dans une capsule de platine, on chauffe de l'acide sulfurique pur jusqu'à ce que le volume soit diminué de 1/3. On enlève la capsule du feu et on la laisse refroidir sous une cloche fermée. Après refroidissement on pèse environ 50 grammes de cet acide dans un petit flacon bouché préalablement taré, et on les dissout dans un volume d'eau calculé pour que la liqueur renferme exactement 49 grammes par litre.

Comme contrôle, on peut doser l'acide sulfurique en le précipitant à l'état de sulfate de baryte.

Pour l'*acide chlorhydrique normal*, on dissou dans 800 grammes d'eau environ, 110 grammes d'acide chlorhydrique pur à 21° Baumé. Sur 10 centimètres cubes de cette solution on dose l'acide chlorhydrique, HCl, au moyen du nitrate d'argent. D'après ce dosage on calcule la quantité d'eau à ajouter pour que la liqueur renferme exactement $36^g,5$, HCl, par litre.

La solution normale d'acide chlorhydrique peut perdre une partie de son gaz et par suite changer de titre. Il est préférable de se servir de solution décime normale qui risque moins de s'altérer.

L'*acide oxalique normal* est certainement le plus facile à préparer. Le commerce livre de l'acide oxalique déjà presque pur. Pour le purifier complètement on le dissout dans l'eau, on filtre s'il est nécessaire et on laisse cristalliser. Quand la liqueur a laissé déposer une certaine quantité de cristaux, on décante les eaux-mères et on laisse achever la cristallisation. Ces derniers cristaux sont les plus purs. Traités une seconde fois de la même manière, ils fournissent de l'acide oxalique très pur, volatil sans résidu sur la lame de platine. Ces cristaux sont égouttés puis séchés sur des doubles de papier filtre. Quand ils ne s'attachent plus du tout au papier, ils sont secs et représentent l'acide oxalique correspondant à la formule $(CO^2H)^2 2H^2O$ dont l'équivalent est 63. Il suffit d'en peser exactement 63 grammes, de les dissoudre dans l'eau et de porter le volume à 1 litre à 15° centigrades.

Cette solution est très exacte; elle peut servir à faire des solutions normales d'alcalis et par suite d'autres acides, comme l'acide nitrique qui ne se titre pas directement. Elle sert également, comme nous le verrons plus tard, à titrer les solutions de permanganate de potasse, pour les titrages volumétriques par réduction.

L'opération inverse de l'alcalimétrie est l'acidimétrie, c'est-à-dire la détermination de la teneur d'un acide commercial en acide réel au moyen d'une liqueur alcaline normale. Nous avons vu au mot ACIDIMÉTRIE qu'on peut préparer directement une liqueur normale de carbonate de soude. Cette liqueur n'est pas très employée à cause des précautions dont il faut s'entourer pour éliminer les causes d'erreur dues au dégagement d'acide carbonique, comme nous verrons plus loin. On emploie de préférence les solutions normales de potasse ou de soude caustiques. On les prépare très simplement en dissolvant dans l'eau de la potasse ou de la soude caustique pure, de manière à avoir des solutions équivalentes volume à volume avec celles des acides. Ces solutions contiennent par litre :

47 grammes potasse anhydre K^2O ou 56 grammes potasse hydratée KOH;

31 grammes soude anhydre Na^2O ou 40 grammes soude hydratée NaOH.

Pour faire l'essai d'une potasse, on prélève un échantillon moyen et on en pèse 47 grammes (1 équivalent) qui devraient, si l'alcali était pur (K^2O), saturer 49 grammes d'acide sulfurique. On dissout ces 47 grammes dans l'eau et on complète le volume à 1 litre avec de l'eau distillée. On filtre s'il est nécessaire. On prélève 10 centimètres cubes de cette solution avec une pipette jaugée et on les verse dans un vase à précipité. On ajoute quelques gouttes de teinture de tournesol, on place le verre sur un papier blanc et on fait tomber goutte à goutte et en agitant l'acide titré contenu dans une burette graduée. Si l'alcali était pur on devrait employer 10 centimètres cubes d'acide normal. Si on n'emploie que 6 centimètres cubes, par exemple, c'est que le produit essayé ne contient que 6/10 ou 60 0/0 d'alcali pur, K^2O. Quand l'alcali contient des carbonates ou lorsqu'on essaie des carbonates alcalins, l'acide carbonique qui se dégage agit sur l'indicateur et peut ainsi occasionner des erreurs si l'on n'a soin de prendre certaines précautions. L'acide carbonique donne à la teinture de tournesol une coloration rouge vineux, et il est quelquefois difficile de voir nettement le passage du rouge vineux au rouge pelure d'oignon qui seul indique la saturation complète. Pour obvier à cet inconvénient on opère de deux façons différentes :

1° On fait la saturation à l'ébullition, de façon que l'acide carbonique se dégage à mesure qu'il se produit;

2° On ajoute une quantité d'acide supérieure à celle qui est nécessaire pour saturer l'alcali, et on détermine ensuite l'excès d'acide à l'aide d'une solution alcaline préalablement titrée avec l'acide normal.

On emploie concurremment avec le tournesol beaucoup d'autres indicateurs, tels que la phénolphtaléine, le lacmoïde, la méthylorange, etc.

La phénolphtaléine, violette avec les alcalis, se décolore par les acides, même l'acide carbonique.

Le lacmoïde, bleu avec les alcalis, devient rouge avec les acides; il est également un peu sensible à l'acide carbonique.

L'orangé de méthyle ne vire au rouge que par les acides minéraux, mais non par les acides or-

ganiques, l'acide oxalique compris. Il est insensible à l'acide carbonique et la saturation doit se faire à froid.

Dans l'industrie des soudes et des potasses, on fait quelquefois usage de liqueurs acides ou alcalines de titres différents de ceux des liqueurs normales; mais le principe et le mode opératoire restent les mêmes. On est également obligé de choisir les indicateurs d'après les impuretés des produits à essayer. Les acides sulfureux ou sulfhydrique qui se dégagent parfois agissent sur tel indicateur et non sur tel autre. Nous reviendrons sur ce sujet aux mots POTASSE et SOUDE.

La méthode alcalimétrique peut s'appliquer également au dosage des terres alcalines et de leurs carbonates. Dans ce cas il est bon de substituer l'acide azotique aux acides sulfurique ou oxalique à cause de l'insolubilité de leurs sels alcalino-terreux. Le mieux est d'opérer à froid avec l'orangé de méthyle. — A. D.

ALCALOÏDE. *T. de chim.* **Alcalis organiques.** Un grand nombre d'alcaloïdes sont solides, sans couleur, ni odeur, ni saveur; plusieurs sont liquides, d'aspect huileux (nicotine, conine, aldéhyde, aniline, quinoléine...), très odorants et volatils; on en connaît deux à l'état gazeux (la méthylamine et l'éthylamine).

Les alcalis organiques forment avec les acides des sels solubles dans l'eau, cristallisables, précipités par l'ammoniaque, l'acide tannique. Le chlore, le brome, l'iode dissolvent les alcaloïdes en les modifiant plus ou moins profondément, au point d'en prendre les propriétés vénéneuses.

Etat naturel. Les alcaloïdes sont rarement libres dans les plantes qui les contiennent; ils y sont combinés avec les acides tels que les suivants : acides chlorhydrique, malique, gallique, lactique, acétique, ou avec des acides particuliers, comme l'acide méconique ou l'acide quinique, qu'on trouve dans l'opium et les quinquinas. Les alcaloïdes naturels contiennent tous de l'azote, 1, 2, 3 ou 4 équivalents.

Pour le plus grand nombre des cas, l'alcali qui caractérise un végétal est unique. Presque toutes les plantes vénéneuses doivent leur action redoutable à la présence d'un de ces principes.

Le *mode d'extraction* varie suivant que la base est soluble ou insoluble dans l'eau, ou volatile. 1° Lorsque la base est insoluble, cas le plus fréquent, on épuise, par l'eau acidulée, le végétal qui contient cette base et l'on décompose le sel résultant, par l'ammoniaque, la chaux ou la magnésie. On sépare l'alcali organique des bases qui ont servi à la précipitation au moyen de l'éther ou de l'alcool qui dissolvent l'alcaloïde; 2° lorsque la base organique est soluble, son extraction est moins facile, on l'effectue par des cristallisations successives; 3° quand l'alcaloïde est volatil, on distille avec un excès de potasse ou de chaux. La base organique passe à la distillation. On l'engage dans une combinaison saline et l'on sature par l'acide oxalique, puis on évapore à siccité.

Alcaloïdes artificiels. La production des alcaloïdes artificiels a acquis dans ces derniers temps une grande importance. Après avoir reconnu que ces corps dérivent tous de l'ammoniaque ou de l'hydrate d'oxyde d'ammonium, et constaté leur analogie frappante avec les amides, les imides, les nitriles, les chimistes ont conçu l'espoir d'augmenter le nombre de ces alcalis et de découvrir leur constitution moléculaire. Dans ces recherches multipliées on a employé divers procédés dont nous ne pouvons ici qu'indiquer quelques-uns :

1° La distillation de certaines bases organiques (quinine, cinchonine, strychnine) sur la potasse; c'est ainsi qu'on a obtenu la quinoléine;

2° Le traitement des carbures d'hydrogène par l'acide azotique fumant;

3° L'action de l'acide sulfhydrique ou du sulfhydrate d'ammoniaque sur les produits nitrés;

4° M. Hofmann réussit à substituer à l'hydrogène de l'aniline, du chlore, du brome, de l'iode, du manganèse et à produire des alcalis nouveaux. Il ouvrit ainsi une voie nouvelle et féconde aux chercheurs;

5° L'action de l'ammoniaque sur certaines huiles volatiles, comme l'essence d'amandes amères, qui donne des composés classés sous le nom d'*hydramides*;

6° Le traitement de la binitrobenzine par l'acide azotique fumant;

7° La réaction de la benzone et du sulfhydrate d'ammoniaque;

8° L'action de la potasse sur les éthers cyanique et cyanurique;

9° L'action de la potasse sur les urées;

10° L'action de l'aniline sur la liqueur des Hollandais, etc.

Les hydrogènes phosphoré PhH^3, arsenié ArH^3, antimonié SbH^3 et bismuthé BiH^3, par suite de leur analogie avec l'ammoniaque, ont été traités de même et ont donné des composés correspondants. De ces recherches, il résulte un fait général, c'est que des trois molécules d'hydrogène dont se compose l'ammoniaque, une, deux ou trois peuvent être remplacées par d'autres molécules simples ou composées. De plus, sous l'influence de certains agents, plusieurs molécules d'ammoniaque peuvent se réunir et leurs molécules d'hydrogène être remplacées par d'autres molécules. De là résultent les *amines* (monamines primaires, secondaires, tertiaires), *diamines*, *triamines*, *amides*, *diamides*, etc. On voit par là combien sont nombreuses ces combinaisons.

En général, la formation des alcaloïdes artificiels s'obtient, dans la majorité des cas, par la substitution directe des radicaux organiques à l'hydrogène de l'ammoniaque et par la décomposition de substances azotées.

Les alcaloïdes artificiels ne contiennent pas d'oxygène. Ils se rapprochent, par leur composition et leurs propriétés, des alcaloïdes naturels ternaires (nicotine, conicine). — C. D.

ALCOOL. *T. de chim.* Nous avons vu au *Dictionnaire* qu'un *alcool* est un composé organique non azoté, capable de se combiner avec les acides pour former des corps neutres ou acides appelés *éthers*;

en même temps il y a élimination d'eau. Inversement les éthers reproduisent les corps générateurs en fixant les éléments de l'eau. Un alcool occupe donc dans la chimie organique la même place qu'un oxyde hydraté dans la chimie minérale.

Nous avons vu aussi qu'il existe plusieurs classes d'alcools désignés par les noms d'*alcools primaires* ou *vrais*, *alcools secondaires*, *tertiaires*, etc.

Les premiers plus intéressants de beaucoup au point de vue industriel, seront les seuls dont nous nous occuperons ici.

L'alcool de vin a été pendant longtemps le seul connu. MM. Dumas et Peligot, dans leurs recherches sur l'esprit de bois, rapprochèrent les propriétés de ce corps de celles de l'alcool et introduisirent dans la science la notion de la fonction alcoolique. M. Cahours découvrit ensuite l'alcool amylique ou huile de pomme de terre.

M. Chevreul, dans ses remarquables travaux sur les corps gras, fit voir que ces corps étaient de véritables éthers dont l'alcool est la glycérine. Enfin, M. Berthelot compléta ces recherches et montra que la glycérine était absolument comparable à l'alcool de vin, avec cette différence qu'elle peut se combiner avec *trois* molécules du même acide avec élimination de *trois* molécules d'eau. C'est ainsi qu'elle peut former avec l'acide stéarique, par exemple, les mono, di, tri-stéarine.

La glycérine est donc un alcool triatomique. On ne connaissait pas d'alcools diatomiques. quand M. Wurtz vint combler cette lacune en découvrant le glycol.

Enfin, M. de Luynes fit connaître l'érythrite, alcool tétratomique; la mannite et divers autres sucres, alcools hexatomiques, complétèrent la série.

Les alcools proprement dits soumis à une action oxydante perdent d'abord 2H et donnent naissance aux aldéhydes, dont plusieurs existent à l'état de liberté dans la nature. Si l'action oxydante continue, l'aldéhyde fixe de l'oxygène et se transforme en acide.

C^2H^6O	C^2H^4O	$C^2H^4O^2$
Alcool	Aldéhyde	Acide acétique

Pour les alcools polyatomiques, l'oxydation pourra aller plus ou moins loin et fournir autant d'acides différents que l'alcool renferme d'atomes d'hydrogène typique.

$$\underset{\text{Glycol}}{C^2H^4O^2H^2} + O^2 = \underset{\text{Acide glycolique}}{C^2H^2OO^2H^2} + H^2O$$

$$\underset{\text{Glycol}}{C^2H^4O^2H^2} + O^4 = \underset{\text{Acide oxalique}}{C^2O^2O^2H^2} + 2H^2O$$

On voit que les aldéhydes et les acides formés par ces alcools contiennent le même nombre d'atomes de carbone que les alcools générateurs. Pour les alcools secondaires ou tertiaires, les réactions ne sont pas aussi simples.

Les alcools secondaires donnent comme premier terme d'oxydation les *acétones*, véritables aldéhydes contenant autant d'atomes de carbone que l'alcool soumis à l'oxydation, mais si on prolonge celle-ci on obtient des acides moins riches en carbone.

Les alcools tertiaires ne donnent ni aldéhydes ni acides contenant le même nombre d'atomes de carbone que l'alcool initial.

Tous les alcools peuvent échanger leur hydrogène typique contre certains métaux. Avec le potassium et le sodium on a :

$$C^2H^5OH + K = C^2H^5OK + H$$

Les produits ainsi obtenus sont des éthylates de potasse ou de soude.

Pour compléter ces généralités, il nous resterait à parler de l'action des acides sur les alcools. Nous traiterons cette question au mot Ether, en même temps que nous donnerons pour la préparation de ces derniers, les méthodes générales les plus employées.

Industrie de l'alcool. Autrefois l'alcool se retirait exclusivement du vin; aujourd'hui, à l'exception des eaux-de-vie de marc et de quelques eaux-de-vie supérieures qui ont une origine naturelle, tous les spiritueux se fabriquent avec l'alcool d'industrie, et même beaucoup de liquides vendus comme vins empruntent à cette même source une notable partie de leur alcool. Nous donnons plus loin une statistique qui fera comprendre l'importance de cette fabrication.

Nous avons vu que l'alcool d'industrie résulte de la fermentation artificielle :

1° Des jus sucrés de la betterave;

2° Des solutions de mélasse, résidu de la fabrication du sucre;

3° Des produits de la saccharification des matières farineuses.

Les produits fermentés donnent à la distillation ordinaire un *flegme*, c'est-à-dire un liquide alcoolique plus ou moins infect que l'on soumet à la rectification précédée parfois de traitements chimiques. La composition des flegmes et celle de tous les liquides alcooliques naturels sont encore incomplètement connues quoi qu'elles aient donné lieu déjà à d'importants travaux.

Quoi qu'il en soit, on distingue dans les produits de la rectification des flegmes : 1° *les produits de tête*, contenant des matières plus volatiles que l'alcool, entre autres l'aldéhyde, l'éther acétique; 2° *les produits de queue*, où sont accumulées les matières moins volatiles que l'alcool, principalement des alcools supérieurs, alcools propylique, butylique, amylique, et des éthers tels que butyrates d'éthyle, de butyle, d'amyle, valerate d'amyle, etc.

Quant au produit intermédiaire de la distillation, c'est l'alcool éthylique ou alcool ordinaire retenant encore une petite quantité de produits de tête et de queue, que de nouvelles rectifications peuvent séparer. Les rectificateurs livrent au commerce des alcools de qualités différentes connus sous les noms d'*alcools neutres*, *alcools fins*, *alcools mauvais goût*.

L'*alcool neutre*, exempt de toute odeur d'origine et ne renfermant que des traces de matières accompagnant l'alcool dans les flegmes, est particulièrement recherché pour la parfumerie et les

eaux-de-vie fines. Les *alcools fins* servent à la confection des liqueurs. Les *alcools ordinaires* servent à *viner*, c'est-à-dire à rehausser le titre alcoolique des vins de qualité inférieure. Les *alcools mauvais goût* sont employés par l'industrie.

Les expériences faites par plusieurs physiologistes distingués sur la nocuité des alcools d'industrie ne sont pas suffisamment concluantes. Il est certain qu'on doit rejeter de la consommation des alcools mal rectifiés, mais peut-on affirmer qu'il faille proscrire les alcools industriels courants contenant 1 à 2 millièmes de substances étrangères pour n'admettre que des alcools chimiquement purs? Les boissons naturelles, avec leurs bouquets mal définis scientifiquement, ne sont-elles pas aussi nuisibles que ces alcools d'industrie avec 1 ou 2 millièmes d'impuretés? Ceux-ci sont déjà bien plus purs que les eaux-de-vie de marc qui contiennent des quantités très appréciables d'alcool amylique.

Enfin, espérons qu'avec les progrès incessants de la science, nous serons bientôt fixés sur toutes ces questions. Et peut-être même à ce moment aura-t-on trouvé le moyen de faire directement l'alcool bon goût, ou tout au moins des moyens de purification perfectionnés permettant de ne livrer à la consommation que des produits tout à fait purs et inoffensifs.

Il a déjà été fait dans cette dernière voie des travaux très importants que nous allons résumer.

Les moyens employés depuis quinze ans pour obtenir, avec les flegmes, des alcools dits *bon goût* sont de deux sortes :

1° Les moyens *physiques* (appareils de rectification; traitements au charbon de bois, au noir animal, à l'huile d'olive, etc.);

2° Les moyens *chimiques*, ayant pour but la destruction des mauvais goûts au moyen de réactions chimiques.

La rectification dans les colonnes est défectueuse si on l'emploie seule. Les points d'ébullition de l'alcool (78°) et de certaines impuretés, comme l'aldéhyde butylique (75°), par exemple, sont trop rapprochés pour que la séparation soit possible. La rectification doit donc être précédée d'un traitement chimique.

On a également essayé la rectification par le vide et le froid, mais jusqn'ici les résultats n'ont pas été satisfaisants.

Le noir animal a dû être abandonné, parce qu'il était d'un entretien trop coûteux, que les matières empyreumatiques absorbées n'étaient pas détruites complètement dans le travail de la régénération du noir et communiquaient un autre mauvais goût aux alcools traités par ce procédé. Le charbon de bois ne présente pas ces inconvénients, mais ses propriétés absorbantes s'usent trop rapidement. On a essayé également sans succès le coke et l'huile d'olive.

Les traitements chimiques par oxydation ont donné de meilleurs résultats; cette méthode n'est cependant pas exempte d'inconvénients. On détruit bien tout ou partie du mauvais goût des flegmes, mais les agents employés peuvent engendrer d'autres goûts étrangers au goût d'alcool pur. Ainsi, l'acide nitrique donne de l'éther nitrique à odeur très aromatique. Les hypochlorites peuvent donner du chloroforme, les permanganates transforment les aldéhydes en acides, en même temps qu'ils oxydent les alcools étrangers pour redonner d'autres aldéhydes, etc. On a essayé le barbotage d'air chaud ou froid pendant la rectification, l'oxydation par l'air ozonisé, enfin la désinfection par les alcalis ou des produits proposés empiriquement, mais qui n'ont donné que des résultats sans valeur.

En 1882, MM. Laurent Naudin et Scheider proposèrent un procédé tout autre que ceux employés jusqu'alors (brevets n^os^ 138468 et 139690). An lieu d'oxyder, on réduit par l'hydrogène.

Si l'on met des flegmes bruts au contact d'une pile zinc-cuivre, on constate que l'odeur infecte disparaît, puisqu'à la rectification par les colonnes le rendement en alcool neutre de premier jet s'élève à 80 ou 85 0/0 au lieu d'être seulement de 45 à 50 0/0. L'aménagement de la pile hydrogénante est des plus simples : des feuilles de zinc ondulées sont placées les unes sur les autres, et séparées entre elles par des tiges en bois dans un bac en métal; au moyen d'une solution étendue de sulfate de cuivre, on recouvre ces feuilles de zinc d'une couche de cuivre métallique.

La pile ainsi constituée reçoit des flegmes qui y séjournent un temps suffisant pour assurer leur complète désinfection, six heures au minimum, quarante-huit heures au maximum, suivant le degré d'infection des flegmes, la température, l'état de la pile, etc. La réaction chimique est celle-ci : l'eau contenue dans les flegmes alcooliques est décomposée en partie; l'oxygène se porte sur le zinc pour former de l'hydrate d'oxyde de zinc, tandis que l'hydrogène, à l'état naissant, se combine aux aldéhydes pour les transformer en alcools correspondants. La plupart du temps ce traitement suffit pour désinfecter complètement les flegmes.

D'autres fois, et c'est le cas de la betterave, on est obligé pour opérer la désinfection complète : 1° de faire passer les flegmes pendant vingt-quatre heures sur la pile zinc-cuivre; 2° de les électrolyser dans une série de vases voltamètres à l'aide d'un courant électrique puissant. Le prix de revient de ce traitement des alcools s'élève, d'après l'auteur, à 10 centimes par hectolitre dans le cas de la pile zinc-cuivre et 20 centimes avec l'adjonction de l'électrolyseur.

En 1884 et 1886, MM. Bang et Ruffin ont pris plusieurs brevets sur « un procédé d'épuration des flegmes pour obtenir la totalité de l'alcool éthylique à l'état d'alcool bon goût. » Ce procédé est basé sur la solubilité des huiles essentielles et des aldéhydes contenues dans l'alcool à 30° centésimaux (flegmes) dans certains dissolvants spéciaux. Les auteurs se réservent de faire usage d'un hydrocarbure liquide de la série grasse ou aromatique, mais ils se sont surtout arrêtés à un carbure extrait des pétroles ne bouillant pas au-dessous de 100°, pour éviter les chances d'incendie et pour pouvoir opérer en vases ouverts sans crainte d'évaporation du dissolvant. En agitant

l'alcool à 30° avec le carbure; celui-ci dissout les huiles essentielles et une partie de l'aldéhyde; la totalité de l'aldéhyde ne se dissout qu'à la suite des contacts répétés.

L'hydrocarbure est épuré ensuite par l'alcool concentré. Les auteurs ont constaté, en effet, que si le carbure a une grande affinité pour les huiles contenues dans l'alcool aqueux, il perd cette qualité au contact d'alcool d'un titre plus élevé, lequel est au contraire essentiellement avide de ces huiles et les enlève au carbure. L'épuration du carbure est, paraît-il, tellement complète, qu'il suffit d'une très petite quantité d'alcool, lequel se régénère facilement par distillation partielle.

Dans un perfectionnement, les inventeurs commencent par traiter les flegmes par la soude ou la potasse caustiques pour détruire l'aldéhyde. La réaction donne naissance à des produits résineux que le traitement à l'hydrocarbure enlève facilement. On reproche à tort ou à raison à ce procédé, de nécessiter l'emploi d'un matériel coûteux, de conserver le goût et l'odeur du pétrole, enfin de ne pas éliminer complètement l'aldéhyde.

Un procédé dû à M. Godefroy, et calqué un peu sur celui de M. Naudin, consiste à hydrogéner les flegmes et à les oxyder successivement ou simultanément.

Le produit hydrogénant est la poudre de zinc cuivrée; le produit oxydant est l'hypochlorite de chaux. Par l'hydrogène, M. Godefroy transforme en alcools les aldéhydes et change ainsi les produits de tête en produits de queue, à l'exception de l'alcool éthylique. Par l'oxygène de son hypochlorite, il transforme les aldéhydes qui ont échappé à l'action réductrice en acides qui se combinent avec la base de l'hypochlorite. Mais le chlore agit-il seulement sur les aldéhydes, qui restent et n'agit-il pas sur les alcools pour reformer de nouvelles aldéhydes, ou peut-être du chloroforme avec l'alcool éthylique?

L'auteur affirme avoir obtenu de l'alcool chimiquement pur, mais les expériences ont-elles été suffisamment contrôlées?

Enfin, pour terminer, le docteur Traube a fait breveter, en Allemagne et dans tous les pays, un procédé qui repose sur les bases suivantes :

Lorsque des solutions concentrées de certains sels (potasse, sulfate d'ammoniaque, sulfate de magnésie, etc.) sont mélangées dans des proportions déterminées avec de l'alcool brut, on constate la formation à la surface du liquide d'une couche foncée ayant une odeur désagréable et contenant, si la concentration est bien choisie, la presque totalité de l'huile essentielle et des produits qui caractérisent les alcools de tête. Ce procédé est appliqué depuis plusieurs années dans la fabrique de G. Schulze, à Hanovre.

La potasse a donné les meilleurs résultats parmi tous les sels essayés, principalement à cause de sa stabilité, de sa propriété de neutraliser les acides sébaciques et d'exercer une action destructive sur les aldéhydes et les éthers. On ajoute l'alcool à la solution saline contenue dans un alambic, on agite, on laisse rassembler la couche supérieure, puis on la décante et on distille. On obtient ainsi un produit qui, de l'avis d'experts, égale en qualité les alcools les plus fins. Le *Moniteur Quesneville*, décembre 1888, page 1418, donne le détail du brevet, nous y renvoyons les lecteurs que ces produits peuvent intéresser particulièrement.

M. P.-F. Tettelin trouve que tous ces procédés pèchent par la base, et prétend que pour faire un alcool bon goût réel il ne faut pas chercher à purifier un alcool vicié, mais il faut faire fermenter un *liquide pur* en employant une *levure pure*.

L'auteur résume ainsi ses procédés :

« Les recherches auxquelles je me suis livré me permettent d'affirmer trois principes généraux.

« A. Que pour réduire au minimum la présence dans les alcools, des alcaloïdes, du furfurol, des aldéhydes, ainsi que la plus grande partie des alcools supérieurs, il faut, au préalable, filtrer les moûts de grains avant de les soumettre à la fermentation.

« B. Que de toutes les levures, la levure de fruits ou levure elliptique, est la plus durable et la seule susceptible de donner de l'alcool bon goût de premier jet. Cette levure est contenue dans de la lie de vin, les pellicules des grains de raisin ou les pelures des fruits mûrs.

« C. Que la lie de vin fermente avec une telle lenteur qu'il n'est pas possible de fonder un procédé industriel sur un emploi direct, et aussi parce qu'elle contient des ferments de maladie dont il faut se débarrasser.

« Sur ces observations se fonde mon procédé de fabrication de levure pure et production d'alcools bon goût qui consiste dans la régénération, la purification et la culture de la levure elliptique.

« Les procédés de fabrication de levure pure sont applicables également à la brasserie et à la boulangerie. »

Comme on le voit, la pureté des alcools industriels a été et est encore l'objet de nombreux travaux, et les procédés proposés et employés ne font pas défaut. Y en a-t-il un seul d'entre eux qui soit réellement pratique et absolu? Puisse le procédé de M. Tettelin devenir le vrai mode de production d'alcools industriels purs et irréprochables et affirmer les admirables théories de M. Pasteur! — A. D.

Depuis la publication de notre premier volume, la fabrication et la consommation des alcools ont pris une importance considérable que nous allons exposer en leurs principaux traits; nous étudierons plus spécialement la production, la consommation et les emplois industriels de ce produit, son commerce intérieur et extérieur, et les impositions qu'il subit, en laissant aux articles DISTILLATION et RECTIFICATION l'étude de la fabrication proprement dite. Le lecteur trouvera ainsi résumée par des chiffres irréfutables, la situation industrielle et commerciale de cette grande industrie de l'alcool.

PRODUCTION. La production des alcools dans de grandes proportions ne date pas de longtemps. Au siècle dernier l'alcool était encore considéré plutôt comme un médicament que comme un produit entrant dans la composition des boissons. La base de l'alcool, à cette époque, était presque exclusivement le vin, la distillation du vin produisait l'eau-de-vie. Aujourd'hui on tire de l'alcool non seulement des vins et des fruits mais aussi de toutes les matières végétales qui contiennent le plus de sucre, car, ne l'oublions pas, c'est le sucre contenu dans ces végétaux qui, après fermentation et distillation, donne de l'alcool.

La production de l'alcool, insignifiante il y a un siècle, a fait de rapides progrès. Cette production est devenue une branche importante de l'industrie et un débouché

considérable pour l'agriculture puisque les alcools sont tirés exclusivement de produits agricoles.

Les raisins produisent les alcools et les eaux-de-vie des Charentes (*Cognac*, *Aigrefeuille*, *Surgères*, etc.), les eaux-de-vie du Gers (*Marmandes*, *Armagnac*, *Tenarèzes*), les alcools de vins du midi nommés *esprits de vin de Montpellier* et qui sont principalement produits dans l'Hérault, le Gard et les départements voisins. En Bourgogne, en Franche-Comté et en Auvergne on fait aussi des eaux-de-vie de vin mais on distille surtout les marcs de vin. Ces eaux-de-vie de marc qui n'étaient consommés autrefois que dans les pays de production deviennent aujourd'hui d'une consommation plus générale. L'Hérault et l'Aude produisent aussi beaucoup d'eau-de-vie de marc.

Les autres principaux fruits qui servent encore en France à produire des alcools, ou plutôt des eaux-de-vie, sont : la pomme et la poire dans les départements de l'Ouest où l'eau-de-vie de cidre est en faveur, la cerise et la merise qui, dans les départements de l'Est servent à faire du kirsch ; dans ces départements on distille aussi les prunes dont le produit alcoolique porte le nom de quetsch. Enfin dans les départements du Nord on distille le seigle et l'orge, on aromatise l'alcool pendant la distillation avec des baies de genièvre, on en fait de l'eau-de-vie de genièvre.

Les distillations des vins, des cidres et des fruits qui étaient les seules connues autrefois ne sont plus aujourd'hui les plus importantes. On tire des grains, des mélasses et des betteraves une très grande quantité d'alcool. C'est surtout dans le nord de la France que ces fabriques d'alcool sont installées. Les proportions respectives de ces diverses matières premières, varient annuellement, suivant l'abondance des récoltes.

Voici, d'ailleurs, à diverses époques, les quantités d'alcool constatées à la production, avec indication des matières qui ont servi à cette production :

	1857	1867	1877	1887
	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.
Vins, cidres, fruits, etc.	165.000	614.000	229.000	117.000
Mélasses	137.000	347.000	643.000	451.000
Betteraves	300.000	300.000	273.000	672.000
Substances farineuses	69.000	84.000	163.000	765.000
Totaux	671.000	1.345.000	1.308.000	2.005.000

Ces quantités sont calculées en alcool pur, c'est-à-dire à 100°. On sait que les alcools les plus forts contiennent de 80 à 96 0/0 d'alcool, les eaux-de-vie de vin sont généralement distillées à 50, 60, 70 0/0 d'alcool. Comme on le voit les eaux-de-vie de vin et de fruits, qui en 1867 entraient pour presque la moitié dans la production des alcools, ne comptent plus, en 1887, que pour un vingtième. En 1867 les alcools d'industrie, c'est-à-dire ceux qui ne sont pas tirés des vins et des fruits, se produisaient par la distillation des mélasses et des betteraves. Les substances farineuses n'entraient que pour une faible proportion dans leur composition. Dès 1885, les substances farineuses (*grains divers*) forment en moyenne le tiers de la matière première alcoolisable.

Nous ne donnons là que les productions constatées. Il faut bien remarquer qu'en dehors des quantités qui ont été reconnues par le service de la régie des contributions indirectes, il est produit par les cultivateurs propriétaires une quantité importante d'alcool sans que l'administration le constate. Comme on sait, l'alcool étant fortement imposé, tous les industriels qui produisent de l'alcool sont étroitement surveillés par les agents des contributions indirectes qui ont mission de constater les productions et les entrées d'alcool, les sorties d'alcool de la fabrique et les existences d'alcool dans l'usine. Cette opération du fisc est nommée *exercice*.

Les cultivateurs qui produisent de l'alcool de vins ou de fruits, avec les produits de leurs terres, ne sont pas soumis à cette surveillance, ils sont affranchis de l'exercice. Cet affranchissement est ce qu'on qualifie de *privilège des bouilleurs de cru*. Ce titre « bouilleur de cru » est donné à ces cultivateurs qui distillent parce que les producteurs d'alcool sont appelés communément *bouilleurs* dans les campagnes ; ceux qui sont « exercés, » c'est-à-dire assujettis au contrôle de la régie, sont des *bouilleurs de profession*, tandis que les propriétaires qui ne distillent que les produits de leurs terres sont des *bouilleurs de cru*.

Ce privilège des bouilleurs de cru est, depuis quelques années, l'objet de vives protestations. On sait qu'à la faveur de ce privilège de prétendus bouilleurs de cru sont de véritables bouilleurs de profession produisant des alcools en grande quantité et les écoulant en fraude. Cette fraude est-elle bien importante ? On le dit. Cependant ceux qui ont étudié la question font des évaluations bien différentes ; les uns disent 200,000 hectolitres, d'autres vont jusqu'à 1,000,000 d'hectolitres. N'ayant aucune donnée positive à ce sujet nous ne pouvons que constater ces diverses appréciations et ne raisonner que sur des chiffres connus. Comme on le voit par le tableau que nous venons de donner la production des alcools en France a suivi cette progression : en 1857 elle n'était que de 671,000 hectolitres, dix ans plus tard elle avait doublé (1,344,000 hectolitres). En 1877, après avoir atteint 1,709,000 hectolitres, dans le cours de dix années, elle était revenue au même chiffre qu'en 1867. En 1887 elle s'est accrue de moitié, depuis elle est restée stationnaire mais elle a changé de nature, puisque aujourd'hui, les alcools fabriqués avec les substances farineuses comptent pour le tiers de l'ensemble, alors que ces alcools de grains ne comptaient que pour un huitième du nombre total, il y a dix ans et ne comptaient que pour un quinzième il y a vingt ans. Il y a une quarantaine d'années la production d'alcool était faite presque exclusivement avec des vins et des fruits.

Cette production industrielle des alcools demande une production agricole importante. Voici le rendement moyen des vins, des betteraves, des mélasses et des grains :

Rendement d'alcool à 100°.

Riz	35 à 37	litres par	100 kil.
Maïs	28 à 29	—	—
Blé	27 à 29	—	—
Sarrazin	24 à 27	—	—
Seigle	26 à 27	—	—
Orge	26 à 27	—	—
Avoine	19 à 22	—	—
Betterave	5 à 6	—	—

Les mélasses : mélasse de canne des colonies, 25 à 26 litres par 100 kil. ; les mélasses de betteraves, 25 à 26 litres par 100 kil. ; le vin, 8 à 10 litres par hectolitre.

Voici, en outre, les quantités de grains employées en 1887 pour la production de 765,000 hectolitres d'alcool de substances farineuses. Sur 765,000 hectol., 2,000 hect. seulement de pommes de terre alors qu'autrefois ces fari-

neux étaient beaucoup plus employés. Les 763,000 hectolitres d'alcool de grains ont nécessité la mise en œuvre de 2,902.000 quintaux de grains, soit :

Maïs.	1.862.000	quintaux.
Orge.	638.000	—
Seigle.	350.000	—
Avoine.	26.000	—
Autres grains.	26.000	—
	2.902.000	quintaux.

Comme on le voit, le maïs entre pour 60 0/0 dans les grains employés à la distillation.

Valeur de la production. Les eaux-de-vie de vin et de fruits varient entre 50 francs l'hectolitre et 300 francs, à 58°, 60°, 70° et 80°. Les alcools d'industrie varient entre 40 et 60 francs à 90°.

On a vu que les alcools d'industrie comptaient pour les dix-neuf vingtièmes dans la production. La valeur totale des 2,000,000 d'hectolitres constatés à la production est d'environ 120,000,000. Tous les produits de grande consommation ont presque constamment diminué de prix depuis trente années; la production étant plus active que la consommation. L'alcool n'a pas échappé à cette baisse de prix. Voici les prix moyens de l'hectolitre d'alcool pendant des périodes décennales :

De 1850 à 1859.	107 fr.	l'hect.
1860 à 1869.	71	—
1870 à 1879.	60	—
1880 à 1889.	49	—

Productions à l'Etranger. Ce n'est pas seulement en France que la production des alcools a fait des progrès rapides, dans tous les Etats européens et en Amérique cette production devient très importante; en Angleterre, aux Etats-Unis, et surtout en Allemagne et en Russie cette production a augmenté considérablement. Voici la comparaison, pour l'année 1885, de cette production dans les principaux Etats :

Russie. . .	3.431.000 h.	Italie.	193.000 h.
Allemagne.	2.815.000	Danemark . .	187.000
France. . .	1.864.000	Finlande. . .	52.000
Autriche. .	1.440.000	Suisse.	50.000
Angleterre.	1.074.000	Norvège . . .	40.000
Belgique. .	265.000	Suède.	40.000
Pays-Bas. .	194.000		

Ces divers pays exportent et importent des alcools et il y existe une différence entre la production et la consommation que nous remarquons plus loin.

On emploie pour la production de l'alcool, en Allemagne principalement, les pommes de terre; en Angleterre les pommes de terre et les grains; en Russie les grains (entrant pour 80 0/0), les pommes de terre et les mélasses.

Producteurs en France. Il y a en France une distinction à établir entre les divers producteurs d'alcool. Nous avons déjà indiqué la division à faire entre les bouilleurs de cru et les bouilleurs de profession. Les bouilleurs de cru sont légion, l'on n'en sait pas exactement le nombre puisqu'ils ne sont pas surveillés et que les 3,000,000 de vignerons français peuvent distiller leurs vins. Cependant l'administration compte 540,000 bouilleurs de cru connus comme tels. Sur ce nombre 250,000 seulement déclarent produire annuellement 50,000 hectolitres d'alcools de vin, de cidre et de fruits.

Les bouilleurs de profession se divisent en deux parties : les *distilleries agricoles* et les *distilleries industrielles*. Voici en quoi consiste la différence : les distilleries agricoles sont exploitées par des cultivateurs qui distillent principalement les pommes de terre et les betteraves, leurs appareils sont très primitifs, ces agriculteurs se contentent de tirer une force alcoolique sans rechercher la qualité du produit, l'alcool ainsi grossièrement fabriqué est nommé *flegmes*. Les distillateurs agricoles vendent ces flegmes à des industriels ayant des appareils perfectionnés qui raffinent ces alcools. Cette opération se nomme *rectification*. Ce sont les rectificateurs qui vendent l'alcool bon goût, propre à des compositions de boissons.

Mais, indépendamment de ces distilleries agricoles, il existe des distilleries moins nombreuses et plus importantes qui font de l'alcool dans des usines avec des matières achetées, surtout avec des grains, des maïs, des riz, des blés et des seigles dont une partie vient de l'étranger. Certaines distilleries industrielles produisent aussi de l'alcool par la distillation des betteraves et des mélasses, mais achètent et ne cultivent pas les matières qu'elles emploient.

Il y a en France 3528 distilleries agricoles et industrielles. Les quantités produites par ces dernières sont de beaucoup les plus importantes. Voici la comparaison de ces distilleries; par la nature des matières mises en œuvre en 1887 :

1.261	distilleries de vins.	
799	—	de marcs et de lies.
594	—	de mélasses et de betteraves.
374	—	de cidres.
346	—	de substances farineuses.
82	—	de fruits.
54	—	de substances diverses.
18	—	de pommes de terre.

En fait la fabrication proprement dite reste concentrée dans 250 établissements, parmi lesquels 200 environ ont une importance très restreinte ; 53 seulement ont eu pendant la campagne de 1886-1887 une production supérieure à 10,000 hectolitres, on en compte :

15	fabricants	de 10.000 à 15.000	hectolitres.	
5	—	de 15.000 à 20.000	—	
9	—	de 20.000 à 25.000	—	
9	—	de 25.000 à 30.000	—	
6	—	de 30.000 à 40.000	—	
3	—	de 40.000 à 50.000	—	
3	—	de 50.000 à 60.000	—	
3	—	de plus de 60.000	—	

Ces établissements sont répartis comme suit entre les principaux départements producteurs :

Aisne.	2	distilleries	fabriquant	100.000 h. env.
Ardèche. . . .	1	—	—	12.000 —
B.-du-Rhône .	2	—	—	72.000 —
Doubs.	1	—	—	45.000 —
Gironde. . . .	3	—	—	90.000 —
Hérault. . . .	1	—	—	15.000 —
Nord.	29	—	—	562.000 —
Oise.	1	—	—	24.000 —
P.-de-Calais..	3	—	—	179.000 —
Seine.	2	—	—	52.000 —
Seine-Infér^re^ .	3	—	—	140.000 —
Seine-et-Oise.	2	—	—	49.000 —
Somme. . . .	3	—	—	75.000 —
	53	—	—	1.415.000 h. env.

Comme on le voit, c'est dans le département du Nord qu'on produit le plus d'alcool, presque la moitié de la production de toute la France. Les 53 principales distilleries fabriquent les deux tiers de la production totale. Les distilleries industrielles ont pris une grande extension depuis quelques années et ont apporté de très grands progrès dans leur fabrication. Presque toutes ces distilleries ont maintenant des appareils perfectionnés pour bien rectifier les alcools, les rendre aussi purs que possible, c'est-à-dire débarrasser les alcools primitifs des matières toxiques, des alcools amyliques et autres, en laissant subsister, de préférence, l'alcool éthylique, soit l'alcool pur. Ces distilleries ont été amenées à ces progrès, dans leurs fabrications, pour soutenir la concurrence des Allemands et des Russes qui ont monté de

grandes usines avec les meilleurs appareils. Sous le rapport de la qualité les alcools supérieurs français ne craignent plus aujourd'hui cette concurrence des étrangers. Les produits français sont reconnus les meilleurs.

Les agriculteurs distillateurs ne voient pas sans crainte le développement des distilleries industrielles, ils font d'énergiques efforts pour obtenir du législateur un droit assez élevé à l'entrée en France sur les grains étrangers: maïs et autres qui viennent servir, en France, à la production des alcools de grains. En 1889, à la fin de la législature, ils n'ont pu obtenir le vote de ce droit protecteur.

Commerce des alcools. Les alcools sortant des distilleries industrielles et agricoles passent, après avoir subi une rectification, chez les négociants, marchands en gros et demi-gros, et fabricants de liqueurs. Ces négociants transforment et mélangent les différents liquides alcooliques, les réduisent souvent à un faible degré, ou les emploient comme matières premières dans diverses préparations. Les alcools passant ainsi de mains en mains sont constamment suivis par les agents de la régie qui constatent les entrées, les sorties et les stocks chez les fabricants, les rectificateurs et les marchands en gros, jusqu'au moment où les produits alcooliques arrivent chez les débitants ou les particuliers qui doivent acquitter les droits de régie.

Les 1,500,000 hectolitres d'alcools écoulés annuellement dans la consommation ont une valeur en fabrique de 90,000,000. Les transformations que les intermédiaires font subir à ces alcools, et les bénéfices qu'ils prélèvent en les vendant aux débitants portent cette valeur à peu près au double.

Commerce extérieur. De 1870 à 1884, en France, les importations d'alcool ont pris un développement plus sensible que les fabrications. Le tableau suivant nous donne la comparaison des unes et des autres en trois périodes quinquennales :

Périodes	Fabrications	Importations
	hectol.	hectol.
De 1870 à 1874. . . .	7.685.000	304.000
De 1875 à 1879. . . .	7.772.000	554.000
De 1880 à 1884. . . .	9.115.000	1.098.000

De 1884 à 1887 l'importation, bien que moins importante comparativement aux années précédentes, a eu une variation peu sensible. En effet :

En 1884 l'importation a été de 189.000 hectolitres.
1885 — — 203.000 —
1886 — — 225 000 —
1887 — — 210.000 —

Mais en 1888 l'importation n'a été que de 145,000 hectolitres. Cette baisse subite s'est expliquée par le vote au Parlement d'une augmentation du droit de douane. Ce droit de douane qui était en 1886 de 30 francs par hectolitre fut alors élevé en 1887 à 70 francs.

En 1882, les importations des alcools allemands comptaient pour 155,000 hectolitres. En 1887, ils ne figurent plus que pour 33,000 hectolitres, et en 1888 ils n'atteignent pas même un hectolitre.

Les alcools importés ne consistent pas uniquement en alcools d'industrie, mais aussi en rhums et eaux-de-vie. Leur valeur, en 1887, était de 25,000,000 de francs.

Les exportations d'alcools d'industrie n'atteignent qu'un chiffre très minime. Il n'en est pas de même pour les ventes d'eaux-de-vie, et principalement pour celles de Cognac qui se maintiennent sur les marchés étrangers.

Pendant le cours des dix années, de 1877 à 1887, les quantités d'alcools exportés sont restées sensiblement les mêmes. En 1887, l'exportation a été de 264,000 hectolitres d'alcool pur, ce qui représente une valeur de 65,000,000 de francs. Le tableau qui suit résume pour l'alcool l'ensemble du commerce extérieur de la France pendant trois périodes décennales.

Commerce extérieur. — Importations et exportations.

Périodes	Alcools			
	Importés en France		Exportés à l'étranger	
	Hectolitres	Moyenne de dix ans	Hectolitres	Moyenne de dix ans
1858 à 1867	668.493	66.849	2.420.930	242.093
1868 à 1877	749.210	74.921	4.200.396	420.039
1878 à 1887	2.106.002	210.600	2.794.845	279.484

Commerce extérieur des étrangers. En Russie et en Allemagne les fabricants d'alcools bénéficient de primes que la législation de leur pays leur accorde pour l'exportation. Il en résulte que les quantités exportées se font en quantités considérables.

Le tableau suivant donne la comparaison pour les importations et les exportations dans divers Etats pendant l'année 1885 :

Etats	Importation	Exportation
	hectol.	hectol.
Allemagne.	68.000	781.000
Russie.	»	766.000
France.	203.000	270.000
Autriche.	20.000	136.000
Angleterre.	209.000	82.000
Belgique.	5.000	30.000
Danemark.	10.000	19.000
Italie.	143.000	13.000

Marchands d'alcool. Un nombre d'industriels et d'agriculteurs producteurs d'alcools qui sont considérés comme bouilleurs de profession est de 3,528, sans compter les 4 ou 500,000 bouilleurs de cru qui ne sont pas surveillés et qui peuvent écouler l'alcool clandestinement. Les alcools sont vendus par ces producteurs à des marchands en gros. Il y a en France 28,000 marchands de boissons en gros. On évalue à 6,000 le nombre des commerçants qui se livrent exclusivement à la vente en gros des alcools, des eaux-de-vie et des liqueurs. Entre la vente en gros et la consommation, il existe plusieurs catégories d'intermédiaires. Ainsi il y a :

36.000 cafetiers.
244.000 marchands de vins et cabaretiers.
60.000 aubergistes et restaurateurs.
90.000 *épiciers.*
430.000

ce qui nous donne en tout 430,000 débitants de boissons fermentées et alcooliques, d'après la statistique des licences délivrées par la direction des contributions indirectes.

Ce commerce de boissons (y compris les boissons alcooliques) est le plus important de tous les commerces par le nombre des individus qui l'exercent et par la valeur locative des etablissements qui servent à la vente de ces liquides. Cette valeur locative est de 250,000,000 de francs.

Les moralistes et les hygiénistes, qui cherchent les moyens de restreindre la consommation des boissons alcooliques, ont pensé trouver un remède contre l'alcoolisme en faisant diminuer le nombre des débits de boissons. En Hollande, en Suisse, en Belgique, des difficultés ont été créées contre la tenue et l'ouverture des cabarets, il en est résulté que le nombre des débits a diminué sans que toutefois la consommation de l'alcool ait suivi cette marche décroissante.

En France, nous trouvons aussi qu'il n'y a pas connexité entre la multiplication des débits et la consommation de l'alcool. Ainsi en France, les débits étaient proportionnellement à la population, aussi nombreux en 1829 qu'en 1876. En effet, en 1885, il y a eu un débit pour 94 habitants; en 1829 il y avait 297,812 débits pour 32,322,633 habitants, ce qui faisait en moyenne un débit pour 108 habitants. Cette proportion se retrouve exactement en 1876. Dans cette longue période de près d'un demi-siècle il y a eu de fréquentes variations dans le nombre des débits mais on voit que l'accroissement, non seulement n'a pas été constant et que même proportionnellement il n'a pas existé jusqu'en 1876. C'est depuis dix ans seulement que la progression du nombre des débits est sensible. En 1886, on compte un débit par 93 habitants; d'autre part la multiplication des débits ne fait pas accroître la consommation des alcools. Depuis 1880 elle est restée à peu près stationnaire alors que les débits se sont toujours accrus :

Années	Quantités d'alcool imposées	Débits
	hectol.	
1881	1.444.000	367.000
1882	1.420.000	372.000
1883	1.484.000	377.000
1884	1.488.000	388.000
1885	1.444.000	396.000
1886	1.420.000	401.000
1887	1.468.000	404.000

Ainsi en 1855 on constate, après une période de vingt-cinq ans, avec des années en hausse et d'autres en baisse, une diminution de 2 0/0 du nombre des débits par rapport à 1829 alors que la consommation de l'alcool a doublé, de 1855 à 1868 (sous le régime de l'autorisation préalable) un accroissement des débits de près de 30 0/0 et la consommation de l'alcool progressant dans la même proportion. En 1881, il y a une diminution de 1 1/2 0/0 du nombre des débits par rapport à 1868 et un accroissement considérable de consommation d'alcool de 50 0/0. Enfin, en 1886, c'est le contraire, les débits augmentent de 10 0/0 par rapport à 1881 et la consommation d'alcool diminue quelquefois. On voit qu'il n'y a pas un rapport régulier entre le développement des débits des boissons et celui de la consommation de l'alcool. Le commerce des alcools est intimement lié à la vente de toutes les boissons.

Consommation et emplois. La consommation des alcools en France n'est pas égale à la production, cela tient à ce que l'importation et l'exportation viennent modifier les quantités qui restent en France ; cela tient aussi à la perte que ces quantités subissent comme évaporation et coulage et aux emplois différents qu'elles peuvent trouver.

Ainsi en 1887

La production a été de.	2.005.000 hect.
L'importation a été de	213.000
	2.218.000
L'exportation a été de.	286.000
	1.932.000 hect.

non compris les débits de Paris au nombre de 30,000 environ.

Ainsi d'après le tableau qui précède, la quantité d'alcool pur imposé est la même qu'en 1885, qu'en 1881 et le nombre des débits s'est accru de 32,000 c'est-à-dire presque de 10 0/0. En déduisant de la quantité imposée : 1° les hectolitres entrés dans Paris ; 2° ceux employés industriellement dans la parfumerie, la pharmacie, etc. ; 3° enfin ceux reçus directement par les particuliers sans l'intermédiaire des débitants, on trouve la moyenne de consommation suivante par débit de province :

Années	Quantités d'alcool ayant passé chez les débitants	Licences	Quantité moyenne d'alcool vendue par chaque débit
	hectol.	hectol.	litres
1881	866.000	367.000	2.36
1882	848.000	372.000	2.27
1883	893.000	377.000	2.36
1884	894.000	386.000	2.31
1885	874.000	399.000	2.18

Ainsi il y a par le fait une diminution de moyenne dans la consommation chez les débitants. La consommation de l'alcool n'a donc pas suivi, du moins de 1881 à 1885, une marche parallèle à l'augmentation des débits. Comparant à diverses époques le nombre des débits avec les quantités d'alcool imposées, on remarque :

Années	Nombre de débits			Quantités d'alcool pur		
	Nombre	Augmentation	Diminution	Hectolitre	Augmentation	Diminution
1829	297.812	»	»	365.182	»	»
1855	291.244	»	6.568	714.813	349.631	»
1868	372.951	81.707	»	971.317	256.504	»
1881	367.825	»	5.126	1.444.055	472.738	»
1886	408.622	40.597	»	1.419.901	»	24.154

Il est donc resté en France 1,932,000 hectolitres d'alcools qui ont été employés à différents usages. Voici comment se répartissent ces 1,932,000 hectolitres.

Affranchis de droits	312.000 hect.
Soumis au droit de consommation. . .	1.468.000
Soumis à la dénaturation	85.000
Non retrouvés et qu'on suppose restés en augmentation de stock.	67.000
Egal.	1.932.000 hect.

312,000 hectolitres d'alcool ont été affranchis du paiement de la taxe de consommation. Ces 312,000 hectolitres se divisent ainsi :

Quantité convertie en vinaigre.	66.000 hect.
— déclarée pour le vinage.	97.000
— considérée comme perte de ouillage, coulage et évaporation. .	149.000
	312.000 hect.

Il est à remarquer que cette quantité qui échappe ainsi à l'impôt augmente chaque année. On peut le voir par le tableau de la page suivante.

Ces manquants de 11 0/0 en moyenne il y a quinze ans s'élèvent à 20 0/0 maintenant. La perte d'alcool par l'évaporation ne peut être plus grande aujourd'hui qu'autrefois. Il y a là un emploi clandestin de l'alcool probablement pour le vinage.

Il reste à expliquer l'emploi des 1,468,000 hectolitres qui ont été soumis à l'impôt de consommation générale. Cette quantité est restée la même à peu près depuis 1881, soit environ 1,500,000 hectolitres en chiffres ronds.

Moyenne annuelle	Quantités absorbées	Quantités dénaturées	Quantités imposées comme bon goût	Manquants	Proportion des manquants
	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.	
De 1870 à 1874.	1.046	18	911	117	11 0/0
De 1875 à 1879.	1.254	22	1.062	170	13
De 1880 à 1884.	1.752	35	1.430	287	16
Année 1884	1.836	44	1.488	304	17
— 1887	1.932	85	1.468	379	20

Les publicistes qui ont recherché l'importance de la consommation des alcools n'ont pas toujours tenu compte des emplois industriels et ont mis à la charge des buveurs toute la consommation des alcools produits. C'est ainsi qu'ils ont calculé que les consommateurs français absorbaient, par an, 15,000,000,000 de petits verres de boissons alcooliques et que la moyenne de consommation de l'alcool était par tête, en France, de 4 litres par an. Il y a une exagération dans ce calcul et il faut au moins retrancher un sixième de ces chiffres pour la réserve des alcools employés industriellement.

Emplois industriels. Une assez grande partie sert à la droguerie, à la pharmacie, à la parfumerie et à d'autres emplois industriels.

L'Assistance publique de Paris achète annuellement pour les hôpitaux : 60,000 litres d'alcool à 90°, 6,000 litres d'eaux-de-vie à 58° et 30,000 litres de rhum à 54°. Ces chiffres indiquent le grand emploi d'alcool et d'eau-de-vie dans la médication. Les préparations pharmaceutiques à l'alcool sont nombreuses : alcool camphré, alcool de menthe, eau de mélisse, élixirs, liqueurs et alcoolats divers. Les parfumeurs ont, eux aussi, des préparations alcooliques à haute dose (de 60 à 80°) : des eaux de senteurs diverses, de Cologne, de lavande, de Botot, de Lubin, etc.

Ces alcools pharmaceutiques et parfumés sont généralement consommés en France. Cependant, il y a une exportation de ces produits qui indique l'importance de leur emploi. En 1884, les préparations alcooliques exportées ont été de 45,000 litres par la pharmacie et de 718,000 litres par la parfumerie.

Il y a de nombreux emplois industriels des alcools de bonne qualité. Les alcools dénaturés ne conviennent pas toujours à certaines préparations délicates; ceux ayant bon goût et ne portant pas mauvaise odeur sont préférés pour la dorure, la photographie, etc., etc.

D'après nos calculs, la pharmacie, la parfumerie et les autres industries absorbent le sixième de la totalité des alcools imposés, soit 250,000 hectolitres.

Boissons alcooliques. Il reste donc pour les boissons 1,250,000 hectolitres d'alcool. Ces boissons à base d'alcool sont bien diverses. Elles prennent des noms différents suivant les préparations qu'elles subissent et les aromes qu'elles reçoivent. Nous les classons en trois parties : 1° les liqueurs; 2° les spiritueux dits « apéritifs »; 3° les spiritueux qualifiés « digestifs ». Les liqueurs, c'est-à-dire les préparations composées d'alcool, de sucre, d'arome ou de jus de fruits retiennent 20 0/0 de la quantité d'alcool destinée aux besoins, soit environ 250,000 hectolitres.

Les spiritueux dits « apéritifs », les absinthes, bitters, amers, etc., sont d'une consommation qui croît d'année en année. Nous les distinguons des autres spiritueux, parce qu'ils sont, contrairement à ce qui a lieu pour les eaux-de-vie, absorbés avant le repas, et qu'on les dilue dans l'eau pour les boire. Ces spiritueux préparés à forte dose d'alcool ne constituent donc, par l'addition d'eau, au moment de leur ingestion, que des boissons à faible degré d'alcool.

C'est en vain que des moralistes se sont efforcés de proscrire l'absinthe; cette boisson est de plus en plus consommée. L'Assemblée nationale, sur la proposition du docteur Roussel, grand ennemi des boissons alcooliques, avait établi, en 1872, un droit spécial sur l'absinthe, dans le but de faire diminuer sa consommation. C'est le contraire qui eut lieu ! Mais ce droit spécial avait fait naître la fraude, malgré les grandes quantités consommées, il ne produisit presque rien au Trésor; il fut aboli en 1881.

Les spiritueux dits « digestifs » : eau-de-vie, cognac, rhum, kirsch, eau-de-vie de marc, genièvre, etc., etc., ceux qui se consomment le plus, sont dans la proportion de 60 0/0 des alcools employés dans les boissons et représentent la moitié des alcools imposés.

Ces spiritueux se consomment souvent tels qu'ils sont préparés, avec une force alcoolique variant entre 30° et 50°, c'est-à-dire une moyenne de 40°.

Mais la consommation de ces spiritueux tend à diminuer. Les alcools qui entrent dans les boissons sont de plus en plus mélangés aux liqueurs, aux sirops, aux aromes, aux jus de fruits, puis dilués au moment de leur absorption. Ces boissons spiritueuses ont alors une force alcoolique égale ou moindre de celle des boissons fermentées, vin, cidre et bière.

Nous divisons ainsi les alcools imposés en France :

Sur 1,500,000 hectolitres d'alcool pur, il y a :

1/6 pour divers emplois industriels . . . 250.000 hect.
5/6 entrant dans la composition des boissons 1.250.000

Cette dernière quantité est employée ainsi :

20 0/0 en liqueurs sucrées. . . . . 250.000 hect,
20 0/0 en spiritueux dits apéritifs. . . . 250.000
60 0/0 en spiritueux dits digestifs. . . . 750.000

Ces proportions ne sont pas indiquées au hasard, elles résultent de recherches et d'opérations chez un certain nombre de marchands en gros qui ont fait connaître les diverses transformations des alcools, depuis la fabrication jusqu'à la consommation.

Indépendamment des alcools de bon goût, il y a les alcools qu'on dénature pour des emplois industriels et qui ne sont soumis qu'à un droit modique. Cette dénaturation est produite par l'addition de méthylène à l'alcool ordinaire pour que cet alcool ne puisse servir, en fraude, à la préparation des boissons. L'emploi de ces alcools dénaturés prend chaque année de l'extension. Ainsi en 1877 la consommation de ces alcools était de 18,626 hectolitres tandis qu'en 1887 elle était de 85,400 hectolitres. En dix ans elle a donc presque quintuplé. Ces 85,400 hectolitres qui étaient destinés à différents usages ont été employés ainsi. :

Vernis	9.815 hect.
Eclairage.	9.688
Teintures.	327
Gazogènes : éclairage	1.949
— chauffage.	24.604
Insecticides.	13
Ether.	29.851
Aldéhydes.	2
Fulminates alcoloïdes	2.491
Usages divers	6.660
	85.400 hect.

Etant donné la production croissante des alcools et la diminution des prix, si les alcools destinés à ces emplois industriels étaient complètement affranchis d'impôts, on verrait ces emplois prendre des proportions considérables. Les industries y trouveraient un prix de revient leur permettant de lutter avantageusement pour l'exportation contre les produits étrangers, et l'agriculture verrait s'accroître l'emploi des betteraves et des grains dans la distillerie. Le Trésor tout en facilitant ainsi les productions agricoles et industrielles n'abandonnerait qu'environ 3,000,000 de revenu qu'il pourrait d'ailleurs recouvrer facilement sous une autre forme.

On ne consomme pas, partout en France, la même quantité d'alcool. C'est ainsi que dans les départements du Nord la consommation est plus grande que dans ceux du Midi. Le tableau suivant indique les départements où la consommation moyenne est la plus forte :

Seine-Inférieure . .	12l,9	Eure-et-Loir.	7l,0
Somme	9.3	Seine.	6.9
Oise.	8.1	Manche.	6.3
Aisne.	8.0	Seine-et-Oise. . . .	6.2
Eure.	7.8	Mayenne.	5.9
Calvados	7.6	Finistère.	5.6

D'autre part voici les départements où la consommation moyenne est la plus faible :

Savoie (Haute-) . . .	0l,6	Creuse.	1l,5
Savoie	0.9	Pérénées (Hautes-)..	1.5
Landes.	1.0	Vendée.	1.5
Gers	1.0	Ain.	1.6
Corrèze.	1.2	Loire.	1.7
Aveyron	1.3	Tarn	1.8

Consommation moyenne la plus forte, par tête, des grandes villes de France :

Rouen	16l,7	Le Mans.	9l,8
Havre (Le)	15.4	St-Pierre-les-Calais..	9.3
Caen	15.3	Saint-Quentin	9.0
Boulogne	11.7	Rennes.	8.8
Amiens	11.3	Versailles..	8.7
Lorient	10.8	Dunkerque	8.6
Brest.	10.7	Tourcoing	8.1

Tandis que la moyenne, à Paris, n'est que de 6 litres, 5.

On voit que c'est toujours dans les villes de l'Ouest et du Nord que la consommation de l'alcool est la plus grande.

La consommation des alcools a augmenté régulièrement chaque année jusqu'en 1881. Depuis elle est restée stationnaire. Il faut remonter à l'année 1857, c'est-à-dire à plus de trente ans pour trouver une quantité imposée représentant la moitié de celle qui existe aujourd'hui.

Comparaisons avec d'autres consommations. La consommation des boissons fermentées, dans leur ensemble, vins, cidres et bières, a également doublé dans la même période, tandis que la consommation du café a triplé et celle du sucre a plus que quadruplé depuis trente ans. Voici d'ailleurs les chiffres en comparaison :

	1855	1885
Alcools.	714.000 hect.	1.444.000 hect.
Boissons fermentées.	35.000.000	72.000.000
Cafés.	20.000.000 kil.	68.000.000 kil.
Sucres.	104.000.000	425.000.000

Pour le vin, le sucre et le café, il n'y a qu'une consommation de bouche, tandis que pour l'alcool les emplois sont bien divers et la quantité imposée n'est pas celle de la consommation des boissons. Il en résulte que la consommation des spiritueux s'est bien moins accrue que les consommations, qui semblent plus intéressantes, des boissons fermentées, du café et du sucre.

Cet accroissement de consommation n'est donc pas aussi sensible qu'on est porté à le croire en voyant la campagne entreprise par des hygiénistes et des moralistes depuis quelques années contre la consommation de l'alcool. La consommation moyenne, par tête, a pris cette progression :

Moyenne de la consommation, par tête, en France :

1837	1l,10	1867	2l,47
1847	1.81	1877	2.79
1857	2.00	1887	3.84

Mais, on l'a vu, cette consommation n'est pas uniquement une consommation de bouche et il y a eu de nombreux emplois industriels des alcools imposés. Il faut remarquer aussi qu'avant les maladies de la vigne on faisait partout de l'alcool, que la production n'était pas surveillée et qu'on consommait partout de l'alcool dont le ministère des finances ne pouvait tenir compte dans ses statistiques.

Consommation étrangère. Cet accroissement de consommation de l'alcool, comme de tous les produits alimentaires n'est pas constaté seulement en France, le mouvement est général. Dans tous les états civilisés cette consommation a pris de l'extension, mais il est intéressant de remarquer que la France, qui est au troisième rang comme production, au quatrième rang comme importance de consommation, n'est qu'au septième rang comme moyenne de consommation par tête.

Etats	Hectolitres	Etats	Hectolitres
Russie. . . .	3.255.000	Pays-Bas. . . .	196.000
Allemagne. . .	2.972.000	Suède	480.000
Etats-Unis. . .	2.150.000	Danemark. . .	176.000
France.	1.445.000	Suisse	150.000
Autriche. . . .	1.320.000	Finlande. . . .	54.000
Angleterre. . .	906.000	Wurtemberg. .	49.000
Italie.	297.000	Norvège	34.000
Belgique. . . .	239.000		

Ce qui donne par chaque Etat cette consommation moyenne :

Etats	Litres	Etats	Litres
Danemark. . .	8.85	Russie.	3.32
Allemagne. . .	8.25	Finlande. . . .	2.60
Suisse.	5.00	Wurtemberg. .	2.50
Pays-Bas . . .	4.58	Etats-Unis. . .	2.50
Belgique. . . .	4.20	Angleterre. . .	2.49
Suède.	4.15	Norvège	1.75
France.	3.85	Italie.	1.04
Autriche. . . .	3.50		

Alcools dénaturés à l'étranger. En outre des emplois industriels que peuvent trouver à l'étranger comme en France, les alcools de bon goût imposés comme tels, il y a aussi dans certains Etats un dégrèvement des alcools qu'on dénature pour les utiliser dans des préparations industrielles plus grossières.

Voici, en 1885, les quantités de ces alcools que l'on a taxées dans différents Etats :

En Russie	144.000 hect.
Allemagne.	129.000
Angleterre.	58.000
France.	49.000

Imposition. L'alcool, suivant l'expression d'un ministre des finances, de 1886, est une matière essentiellement imposable. Cette opinion semble partagée par tous les gouvernants des grands Etats, car l'impôt sur l'alcool croît dans les principaux pays :

Imposition à la consommation. En France la loi organique qui régit l'impôt des boissons date du 24 avril 1816,

elle n'a fait que remettre en vigueur des règles fort anciennes. Il est inutile de donner l'historique de la législation et de remonter à l'origine de ce mode d'impôt. Il suffit de dire que, malgré les modifications qu'ont apportées de nombreuses lois, l'économie générale de la loi de 1816 n'a pas été sensiblement atteinte ; il y a eu surtout des remaniements de tarifs et le système est resté fort compliqué, il comprend de nombreuses tarifications que l'on peut résumer ainsi pour les alcools : droit général de consommation n'étant pas le même à l'entrée des villes rédimées que pour les consommateurs des campagnes ; taxe de remplacement à l'entrée de Paris ; droits d'entrée en plus du droit général de consommation pour les villes de 4 à 10,000 habitants et au-dessus. En outre, droit spécial pour les alcools dénaturés et double droit comme surtaxe des vins alcoolisés au-dessus de 15°.

Les alcools sont suivis par la régie depuis le domicile du premier marchand en gros, jusqu'à la dernière vente chez le débitant. Fabricants, marchands en gros et débitants sont soumis à la licence. Les assujettis à la licence, suivant qu'ils sont fabricants d'alcools, bouilleurs de profession, marchands exclusifs d'alcool, marchands en gros de vins et spiritueux, fabricants de liqueurs ou débitants, paient des droits divers de licences et sont soumis à différents procédés administratifs. Pour les débitants particulièrement il y a une variété de mesures suivant qu'ils sont établis à Paris ou à Lyon, dans les villes à taxe unique, dans les autres villes rédimées, ou abonnés, ou exercés dans les campagnes. En un mot, c'est le régime du contrôle, de la surveillance et de l'exercice de tous marchands de boissons, avec une diversité de droits selon la nature du produit, le lieu où il est vendu et la profession du vendeur. En outre des droits énumérés, il y a ceux d'octroi perçus à l'entrée des villes à des quotités très variables au profit de ces villes.

Depuis longue date, des plaintes et des pétitions nombreuses ont été adressées aux pouvoirs publics, contre le régime fiscal des boissons. Le Parlement est saisi de la question à chaque législature. En 1849 on procéda à une grande enquête qui aboutit, à la suite du rapport de M. Bocher à l'Assemblée nationale, au maintien de la législation existante, malgré les discours combattant énergiquement le système, prononcés par MM. Jules Grévy, Thourel, Bastiat, Pascal Duprat, Magnin et Jules Favre. En 1880 une autre enquête fut faite et la commission chargée de l'examen de cette question conclut, cette fois, par le rapport de M. Pascal Duprat à la Chambre des députés, à la suppression de l'exercice. La question ne fut pas discutée au Parlement.

L'*exercice*, c'est-à-dire le contrôle complet des entrées et des sorties et de l'existence en caves de toutes les boissons chez les marchands en gros et chez les débitants est une mesure très vexatoire. Cependant elle a sa raison d'être si l'on admet le principe de l'imposition des boissons à la dernière vente seulement. Nos pères en l'établissant ont eu pour but de tirer un revenu fiscal des boissons sans entraver la production, de ne frapper ces boissons qu'au moment où elles ne sont plus l'objet d'opérations agricoles, industrielles et commerciales, et de ne faire payer le droit qu'à l'instant où elles disparaissent. Dès lors, pour faciliter ces opérations et percevoir l'impôt le plus exactement possible, il fallait faire suivre par les agents de la régie toutes les quantités, sans exception, depuis la maison du marchand en gros jusqu'à la petite boutique du débitant ou la demeure du consommateur. La logique du système commandait une surveillance constante et l'exercice général de tous les détenteurs de boissons jusqu'à l'acquittement du droit.

Peu à peu, par suite des protestations, le législateur fut amené à diminuer les rigueurs du système et l'exercice chez les débitants ne fut plus généralisé.

D'abord, la surveillance de la régie praticable dans les campagnes, difficile dans les petites villes, devint impossible à Paris. Tous les habitants de la capitale sans exception, marchands en gros, débitants ou particuliers, sont traités comme des consommateurs, ils doivent acquitter les droits à l'entrée de la ville.

Les commerçants de boissons à Paris ne profitent pas des avantages accordés à leurs confrères de province, c'est-à-dire crédit de l'impôt, remise sur le déchet, etc., mais ils ne sont pas exercés et ne paient pas de licences ; ils ont plus de liberté dans leurs travaux que ceux de province ; toutefois, leur faculté de vente est bien moindre, leur trafic est limité aux fortifications de Paris, car on ne leur rembourse pas à la sortie de la ville les impôts qu'ils ont payés à l'entrée. Le législateur a créé jadis des inégalités qu'il devrait maintenant faire disparaître.

Dans ses grandes lignes, le régime fiscal est donc resté le même depuis 1816 sous le rapport des règles administratives, mais le taux d'imposition a subi des variations et a été modifié à diverses époques. Ces variations sont indiquées dans le tableau qui suit :

Droit général de consommation.

La loi du 24 juin 1824 l'a fixé à 55 francs.
La loi du 12 décemb. 1830 l'a fixé à 37 40, dimin. 32 0/0.
La loi du 14 juillet 1855 l'a fixé à 60 », augm. 45 0/0.
La loi du 26 juillet 1860 l'a fixé à 90 » — 50 0/0.
La loi du 1er sept. 1871 l'a fixé à 150 » — 66 0/0.
La loi du 30 déc. 1873 l'a fixé à 156 25 — 5 0/0.

Ce droit général est applicable dans toute la France. Indépendamment de cette taxe de consommation, il y a en plus des droits d'octroi certains droits spéciaux ; à l'entrée à Paris les alcools sont soumis à un régime spécial. La marche de la progression des taxes de l'alcool à l'entrée de Paris, depuis 1824 a été résumée dans le tableau suivant.

Régime spécial pour la ville de Paris. Pour la ville de Paris le droit d'entrée est compris dans la taxe de remplacement qui élève considérablement le taux de l'impôt.

Tarif de la taxe de remplacement et progression qu'elle a suivie.

Années	Droit général de consommation	Taxe de remplacement	Perception totale
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1824	50 »	47 80	97 80
1830	37 60	46 80	84 40
1855	60 »	47 40	107 40
1860	60 »	77 40	137 40
1871	150 »	47 40	197 40
1871	180 »	99 »	249 »
1872	150 »	108 60	258 60
1873	156 25	109 80	266 05

Par suite des surtaxes qui ont été mises sur l'alcool, les ressources du Trésor français ont toujours augmenté. En voici la progression :

Quantités d'alcool imposées et total de l'impôt perçu.

Années	Quantités d'alcool imposées	Total de l'impôt perçu par le Trésor
	hectol.	francs
1830	365.182	20.241.000
1847	607.462	25.215.000
1857	825.589	53.744.000
1867	939.465	89.330.000
1877	1.029.683	173.209.000
1887	1.467.630	243.025.000

Toute la France n'est pas assujettie dans les mêmes

proportions à cet impôt sur l'alcool. Dans le Midi où les habitants ne consomment presque exclusivement que le vin et où l'absorption de l'alcool est bien moindre que dans les départements du Nord, l'impôt sur l'alcool pèse moins. Ainsi dans la Savoie l'impôt, par tête, est vingt-deux fois moins fort que dans la Seine-Inférieure. Dans le tableau qui suit on peut voir les variations de l'impôt, par tête, suivant les différents départements.

Départements	Impôt par tête	Départements	Impôt par tête	Départements	Impôt par tête
	fr. c.		fr. c.		fr. c.
Savoie (Haute-)	» 97	Hérault	3 19	Maine-et-Loire	5 67
Gers	1 38	Ardèche	3 21	Loire-Inférieure	5 86
Savoie	1 46	Alpes (Basses-)	3 27	Meuse	6 06
Landes	1 59	Vienne (Haute-)	3 28	Belfort	6 26
Lozère	1 80	Allier	3 33	Rhône	6 59
Ariège	1 92	Cher	3 38	Vosges	6 72
Corrèze	1 99	Sèvres (Deux-)	3 43	Aube	6 73
Aveyron	2 20	Saône-et-Loire	3 43	Nord	6 90
Creuse	2 38	Vaucluse	3 51	Ardennes	7 35
Pyrénées	2 44	Alpes-Maritimes	3 51	Bouches-du-Rhône	7 42
Cantal	2 50	Isère	3 60	Ille-et-Vilaine	7 45
Lot-et-Garonne	2 51	Vienne	3 63	Orne	7 51
Vendée	2 51	Indre	3 99	Sarthe	7 91
Tarn-et-Garonne	2 53	Jura	4 11	Finistère	9 13
Ain	2 55	Drôme	4 21	Seine-et-Marne	9 22
Lot	2 61	Saône (Haute-)	4 26	Mayenne	9 26
Puy-de-Dôme	2 62	Loir-et-Cher	4 44	Marne	9 97
Charente	2 67	Pyrénées-Orientales	4 67	Seine-et-Oise	10 05
Charente-Inférieure	2 72	Marne (Haute-)	4 69	Manche	10 18
Alpes	2 77	Doubs	4 72	Pas-de-Calais	10 76
Aude	2 78	Loire	4 82	Seine	11 14
Loire (Haute-)	2 78	Côte-d'Or	4 94	Eure-et-Loir	11 22
Dordogne	2 91	Indre-et-Loire	5 13	Eure	12 18
Pyrénées	2 92	Gironde	5 25	Calvados	12 36
Tarn	2 99	Loiret	5 37	Aisne	12 57
Garonne	2 99	Morbihan	5 47	Oise	12 69
Yonne	3 01	Meurthe-et-Moselle	5 50	Somme	14 91
Nièvre	3 04	Var	5 58	Seine-Inférieure	21 75
Gard	3 11	Côtes-du-Nord	5 65	Moyenne pour l'ensemble de la France	6 fr. 42

Réforme de la législation. Depuis 1880, il a été publié de nombreux projets de réforme de la législation de l'impôt sur les boissons et particulièrement sur l'alcool. Chaque année, cette question a été présentée au Parlement sans toutefois être résolue. Les uns demandent la suppression de l'impôt et son remplacement, soit par des taxes personnelles sur les marchands de boissons, soit par des contributions directes; les autres proposent l'impôt à la fabrication avec la suppression de l'exercice, l'abolition du privilège des bouilleurs de crû et la suppression du droit de détail. D'autres enfin, dans leurs projets, proposent de supprimer les impôts sur les vins, les cidres et les bières, et d'augmenter les droits sur l'alcool. Quelques propositions d'un système de monopole de l'alcool ont aussi été présentées mais sans toutefois rencontrer beaucoup de partisans.

L'imposition de l'alcool à l'étranger. Les systèmes d'impositions de l'alcool sont bien divers, mais les deux systèmes auxquels peuvent se ramener les législations étrangères, en ce qui concerne le mode de perception, sont :

L'impôt à la production. L'impôt à la consommation. L'impôt à la production existe en Angleterre, en Russie, en Allemagne, aux Etats-Unis, en Italie, en Hollande, en Belgique, en Autriche. Dans tous les pays où il existe, il est établi tantôt d'après la quantité réelle, tantôt d'après la quantité présumée d'alcool. Dans le premier cas cette quantité est déterminée par un mesurage, dans le second cas elle est évaluée d'après la durée du travail, la contenance des appareils ou la nature des matières soumises à la distillation.

Les autres Etats imposent l'alcool à la consommation.

Quoiqu'il en soit, les ressources tirées de l'impôt sur l'alcool par les principales puissances sont considérables. Voici les classements de ces Etats :

1° Par importance totale du rendement de l'impôt.
2° Par taux de l'impôt à l'hectolitre;
3° Par contribution de chaque habitant.

Impôt sur l'alcool à l'étranger.

	1885		1885
Russie	650.000.000	Hollande	48.000.000
Angleterre	458.000.000	Autriche	42.000.000
Etats-Unis	372.000.000	Belgique	32.000.000
France	240.000.000	Italie	19.000.000
Allemagne	66.000.000	Danemark	5.000.000

C'est près de deux milliards de revenus que ces Etats tirent annuellement de l'alcool sans compter les impositions sur cette matière que d'autres pays subissent et dont l'importance ne peut être évaluée. La Russie recouvre la plus forte somme de l'impôt sur l'alcool. La France ne vient qu'au quatrième rang dans l'ordre d'importance de cet impôt.

Classement selon le taux de l'impôt.

Angleterre	477 19	Belgique	128 »
Pays-Bas	252 »	Finlande	92 »
Etats-Unis	245 36	Allemagne (union douanière)	33 91
Canada	240 »	Bavière	32 75
Norvège	187 40	Wurtemberg	32 75
Russie	179 53	Danemark	26 80
France	156 25	Autriche-Hongrie	26 75
Italie	150 »	Bade	23 12
Suède	145 »		

La taxe anglaise est depuis longtemps la plus forte. Elle est presque du double de celle des Etats qui suivent :

Pays-Bas, Etats-Unis, Canada. Elle est triple de la taxe frauçaise.

La France ne vient donc qu'au septième rang dans l'ordre des taux d'imposition.

Classement selon la part contributive de chaque habitant.

Angleterre.	12 60	Danemark.	2 30
Pays-Bas.	11 80	Suisse.	1 90
Etats-Unis.	7 50	Allemagne (un. douan.)	1 78
Russie.	6 40	Finlande.	1 19
France.	6 32	Autriche-Hongrie. .	1 11
Canada.	5 42	Italie.	» 64
Suède.	4 30	Bavière.	» 57
Belgique.	3 48	Bade.	» 50
Norvège.	2 50	Wurtemberg. . . .	» 40

En Angleterre, la charge contributive de l'habitant pour l'imposition de l'alcool est double de celle qui pèse sur le Français. La France vient au cinquième rang dans l'ordre de ces parts contributives.

En 1888, plusieurs Etats Européens ont modifié leur régime fiscal des alcools. La Suisse qui a transformé complètement son système d'imposition a établi un monopole en élevant la taxe de 100 francs par hectolitre. L'Allemagne, l'Autriche, l'Italie et l'Espagne en modifiant leur législation ont aussi augmenté la quotité de l'impôt sur l'alcool.

Comme on le voit il y a une tendance générale des Etats européens a accroître leurs ressources budgétaires par des surtaxes sur l'alcool. — G. H.

ALCOOMÈTRE. GRADUATION DE L'ALCOOMÈTRE CENTÉSIMAL DE GAY-LUSSAC. On a vu au *Dictionnaire*, article ALCOOMÈTRE, que la graduation de cet instrument s'obtient en faisant des mélanges d'eau et d'alcool en proportions connues, pour y plonger l'alcoomètre à graduer. Les points d'affleurement correspondants indiquent les degrés d'alcool en centièmes et en volumes. Pour effectuer cette graduation complète en 100 parties inégales (1) on ne réalise pas 100 mélanges distincts, mais seulement 4 ou 5 à l'aide desquels on peut tracer la courbe qui permet de déterminer tous les points de divisions entre 0° et 100°.

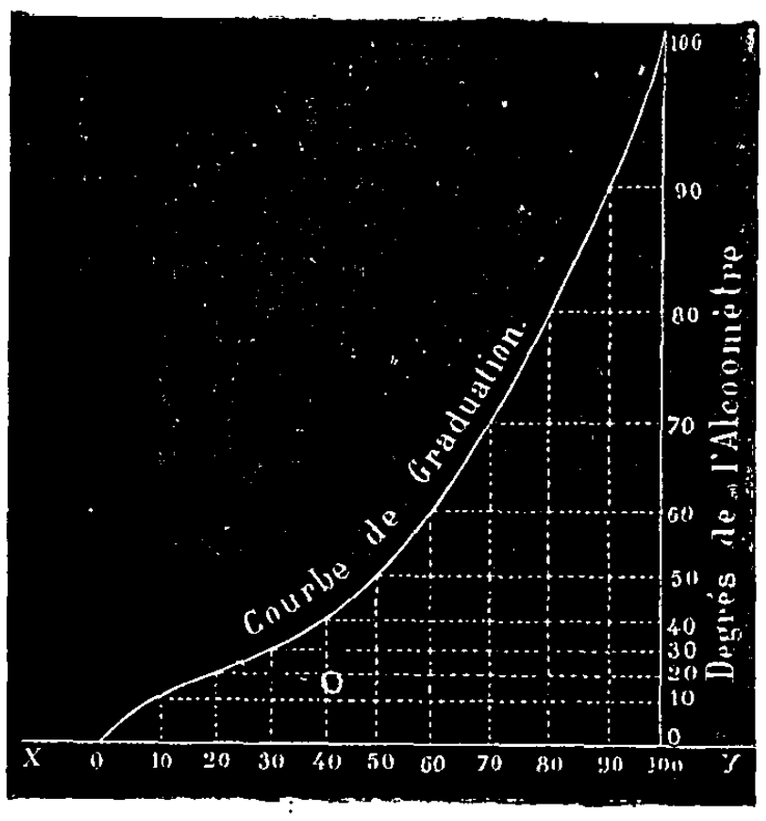


Fig. 21.

(1) Pour la figure de cet alcoomètre, V. le *Dictionnaire*, AÉROMÈTRE, page 246, fig. 119.

On fait un premier mélange, par exemple de 10 volumes d'alcool absolu et de 90 volumes d'eau pure. On trace une ligne horizontale XY (fig. 21) sur laquelle on porte 100 divisions égales. A la division 10, on élève sur XY une perpendiculaire de longueur égale à la distance de 0° à 10 prise sur la tige de l'alcoomètre à graduer lorsqu'il est plongé dans ce mélange. Un second mélange de 20 volumes d'alcool absolu et de 80 volumes d'eau distillée donnera une longueur d'affleurement plus grande que la précédente. On la portera au point 20 perpendiculairement à XY. On procédera de même pour les mélanges suivants. En joignant les extrémités des perpendiculaires ainsi obtenues on construira la courbe continue à l'aide de laquelle on pourra tracer tous les degrés de l'aréomètre. Aux points où cette courbe coupe les perpendiculaires élevées des points 10, 20, 30 et 100 on mène parallèlement à XY des droites qui rencontrent la dernière et donneront sur elle les degrés alcoométriques. Il est facile avec cette courbe, construite au besoin sur une échelle plus grande, de tracer les divisions de 2 en 2° et même de degré en degré.

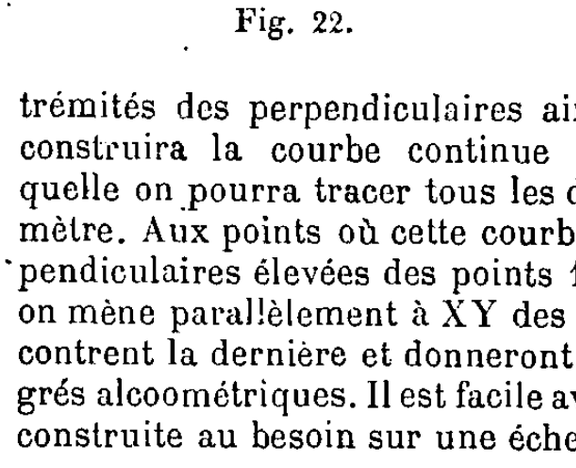


Fig. 22.

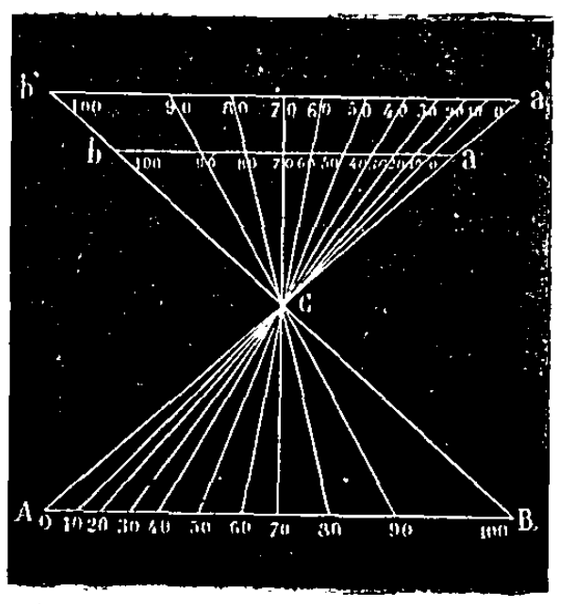


Fig. 23.

La graduation d'un alcoomètre centésimal étant une opération longue et délicate, les instruments de cette sorte coûteraient fort cher s'il fallait, pour graduer chacun de ceux qu'on livre journellement au commerce et à l'industrie, recommencer les mélanges et les opérations correspondantes. Heureusement cela n'est pas nécessaire. Avec un alcoomètre étalon, construit exactement, on peut en graduer par comparaison, une infinité d'autres, sans avoir besoin de recourir aux mélanges dont nous venons de parler.

Il suffit, après avoir lesté convenablement l'instrument à graduer, de le plonger successivement dans l'eau distillée puis dans l'alcool absolu (à la

température de 15°) et de marquer 0° et 100° aux points d'affleurement. Avec ces deux points extrêmes on peut tracer exactement les divisions intermédiaires, au moyen de la construction géométrique suivante :

On trace sur le papier, une fois pour toutes, l'échelle AB de l'alcoomètre étalon, en vraie grandeur (fig. 22). D'un point quelconque C, on mène des droites par tous les points de division de cette échelle et on les prolonge même au-delà de AB (il est rationnel de choisir le point C de manière que les droites extrêmes CA CB fassent entre elles un angle aigu pour ne pas couper trop obliquement AB.)

Parallèlement à AB, on place la longueur *ab* (ou *a'b'*) comprise entre les points 0° et 100° (précédemment déterminés) de l'alcoomètre à graduer. Les points où cette ligne sera coupée par les droites issues de C donneront les divisions du nouvel alcoomètre.

La figure 23 montre une autre construction qui conduit au même résultat.

On peut même se passer de l'alcool absolu pour marquer le 100e degré de l'alcoomètre à graduer. Pour cela, on plonge simultanément les deux instruments dans un mélange d'eau et d'alcool. Supposons que l'étalon y marque 80° : on marquera 80 au point d'affleurement de l'alcoomètre à graduer. On portera, parallèlement à AB, cette longueur jusqu'à la rencontre de la droite C—80° et l'on prolongera la ligne *a*—80 jusqu'à la rencontre de BC, en *b*, qui sera le point 100. Les autres divisions seront données comme dans le cas précédent.

On pourrait opérer autrement : tracer d'abord l'échelle AB de l'alcoomètre étalon et, parallèlement, la droite *ab* (ou *a'b'*) représentant la distance des points 0° et 100° de l'alcoomètre à graduer (points qui ont été déterminés précédemment). Par les points A et *a*, B et *b* on mène deux droites qui se rencontrent en C. De ce point on tire des lignes par toutes les divisions de AB; ces droites coupent *ab* en autant de points correspondants qui seront les divisions du nouvel alcoomètre.

La pratique a suggéré diverses précautions à prendre dans l'emploi de l'alcoomètre de Gay-Lussac, pour obtenir plus de précision dans les résultats. Ainsi, le vin qu'on emploie doit être, au moment où l'on en mesure 100 ou 200 centimètres cubes, à 15° centigrades environ, en le plongeant dans l'eau fraîche.

Quand le vin est très alcoolique, on n'en prend que 100 centimètres cubes qu'on mélange à 100 centimètres cubes d'eau. On en distille la moitié. Il faut avoir soin d'appuyer l'ouverture de l'éprouvette contre le fond du serpentin pour éviter l'évaporation de l'alcool. Le produit de la distillation devra être rafraîchi dans l'eau à 15° environ et ramené exactement à 100 centimètres cubes avec de l'eau distillée.

On doit essuyer le thermomètre avec un linge propre et l'alcoomètre avec un linge fin imprégné d'alcool pour éviter les effets de la tension superficielle.

Il est essentiel de prendre le degré alcoolique à la température à laquelle on a mesuré le vin. La lecture du degré alcoolique sur l'instrument doit se faire en visant horizontalement le *dessous* du ménisque. Les vins acides ou piqués doivent être préalablement saturés par du carbonate de potasse avant la distillation.

M. Pasteur distille 200 centimètres cubes de vin, en recueille 100 centimètres cubes qu'il mélange de 50 centimètres cubes de chaux et 50 centimètres cubes d'eau distillée. Il redistille ce mélange en recueillant 100 centimètres cubes dont il détermine alors le titre alcoolique.

Deux méthodes alcoométriques ont été exposées dans le *Dictionnaire:* la *méthode aréométrique* et la *méthode par distillation* (auxquelles il vient d'être donné quelques développements); la première ne s'applique qu'aux mélanges d'eau et d'alcool (alcoomètre centésimal de Gay-Lussac), la seconde est applicable aux vins, bières, cidres, etc.

On en connaît d'autres, destinées aux mêmes usages ; nous allons les décrire sommairement.

Méthode par dilatation (Silbermann). Elle est fondée sur ce fait : que, dans les limites de l'essai la dilatation de l'alcool est trois fois plus grande que celle de l'eau, et s'applique aux dissolutions sucrées ou salines, car la présence du sucre et des sels n'altère pas la dilatabilité de l'alcool et de l'eau. Avec une pipette convenablement graduée, on aspire le liquide (préalablement chauffé à 25°) jusqu'à ce que le niveau affleure au zéro de l'échelle graduée. On ferme à l'aide d'un obturateur l'ouverture inférieure de la pipette et on porte l'instrument dans l'eau chauffée à 50°. Le liquide s'échauffe, se dilate, s'arrête à une division qui indique la richesse en alcool. Ce procédé est rapide et simple, mais il est moins exact que celui de Gay-Lussac.

Méthode par ébullition (Ebulliscope Malligand). Un rapport très favorable de cet instrument a été fait en 1875, par M. P. Thénard, à l'Académie des sciences (t. LXXX, p. 1114). L'appareil un peu compliqué exigerait, pour être décrit complètement, des détails au sujet desquels nous renvoyons au rapport du savant académicien, nous contentant d'une description sommaire.

L'instrument se compose essentiellement d'une bouillotte B (fig. 24) en forme de cône tronqué renversé, chauffé à l'aide d'un thermosiphon S qui seul reçoit la chaleur d'une lampe L. Ce thermosiphon a une forme d'anneau dont les deux extrémités viennent se souder au bas de la bouillotte à deux hauteurs sensiblement inégales. Le réfrigérant R se compose de deux tubes concentriques qui se visent sur le couvercle de la bouillotte. L'espace annulaire formé entre ces deux tubes, qui se rejoignent par le bas, reçoit l'eau froide destinée à la condensation. Le thermomètre T qui plonge dans la bouillotte est, à sa sortie, recourbé horizontalement. Il ne marque que les degrés alcooliques, sur une planchette mobile. Le zéro alcoométrique correspond au point d'ébullition de l'eau. Il faut, chaque fois que le baromètre varie, ramener à ce point le zéro alcoométrique. Un petit curseur *c*, amené au point où le mercure s'arrête, indique

sur l'échelle en regard le degré alcoolique du liquide en expérience.

Pour faire usage de l'instrument « on verse dans la bouillotte de l'eau ordinaire jusqu'au niveau d'un trait qui est marqué intérieurement; on visse le couvercle, on ajoute le réfrigérant, préalablement rempli d'eau froide, on allume la lampe et on la met en place. Au bout de dix minutes l'eau étant en pleine ébullition, on amène le curseur en face du point où le mercure s'est arrêté et on vérifie si ce point reste stable. Alors on fait glisser la réglette de façon à faire correspondre la ligne marquée zéro avec le niveau d'ébullition, et on la fixe solidement sur l'écrou. Cela fait, on démonte aussitôt l'appareil, on jette l'eau de la bouillotte, on la lave avec un peu du vin à titrer, puis on la remplit de ce même vin, comme tout à l'heure d'eau, et l'on recommence, sauf qu'on ne

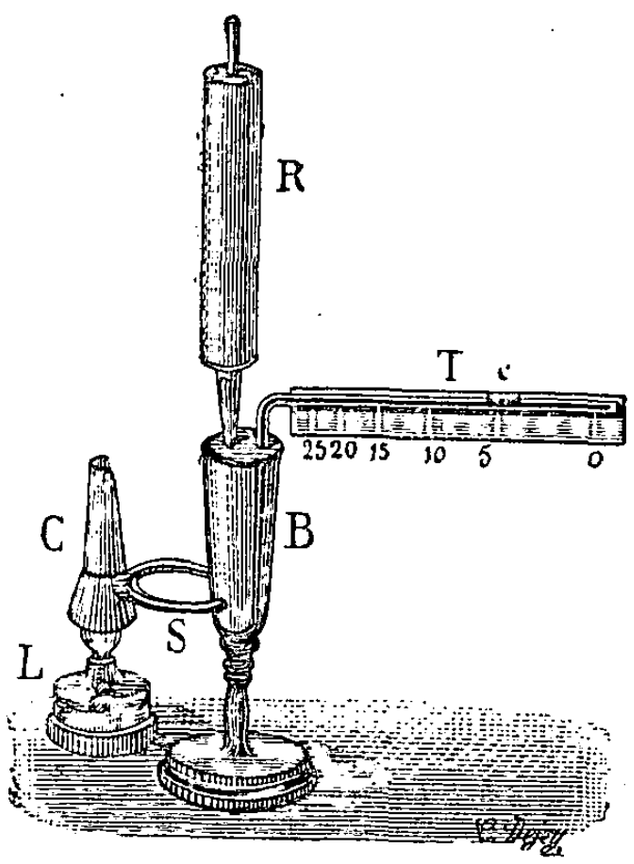


Fig. 24. — *Ebulliscope.*

touche plus à la réglette. Quand l'ébullition est déterminée, on ramène le curseur au point où le mercure s'est arrêté dans le thermomètre, et on lit le chiffre que ce même curseur indique sur la réglette; c'est le titre alcoolique du vin » (*Agenda du chimiste,* 1889).

Ebulliscope Amagat. L'ébulliscope Malligand exige deux opérations successives. Celui d'Amagat, fondé sur le même principe, n'en exige qu'une ou plutôt les deux opérations se font simultanément sur l'eau et sur l'alcool, dans deux tubes voisins, ce qui abrège la durée de l'essai du vin. L'instrument se compose de deux petites chaudières (que chauffe une seule lampe) : l'une renfermant l'eau, 15 centimètres cubes, l'autre le vin, 50 centimètres cubes. Le contrôle du zéro se fait aussi pendant l'opération. On règle, à l'aide d'une vis, la colonne mercurielle de gauche, en face du trait, et à droite on lit le titre alcoolique. On a soin, de temps à autre, avant de se servir de l'appareil, de vérifier le zéro. On nettoie les chaudières avec une dissolution de potasse et on rince. — C. D.

Bibliographie : Alcoomètre, par Adrien Bernard, 1 vol. in-8°, 1875, Gauthier-Villars; *Agenda du chimiste,* 1889, Hachette.

• **ALÉSER** (Machine à). *T. de mécan.* Machine-outil ayant pour but de rendre parfaitement circulaire la surface intérieure d'une pièce de forme cylindrique. Pour les petites pièces ayant moins de 2 centimètres de diamètre, coussinets, etc., on se contente d'alésoirs qu'on fait tourner à la main avec un vilebrequin pour les arrondir intérieurement; mais dès que le diamètre de la pièce devient un peu important, comme pour les cylindres de machines à vapeur, de pompes, etc., il faut recourir à une machine spéciale. Celle-ci comporte alors une série d'outils tournant autour d'un axe qui se confond avec celui de la pièce à travailler, et ces outils reçoivent en même temps un avancement très lent pour atteindre toute la surface du cylindre d'un mouvement hélicoïdal. La vitesse d'avancement est réglée au moyen d'engrenages différentiels qui permettent de la rendre aussi faible qu'on le désire. On la détermine d'ailleurs d'après la nature du métal sur lequel on opère, en la prenant en général moitié moindre que dans le cas du tour. On adopte donc 5 à 6 centimètres par seconde pour le fer, 4 à 4,5 pour le cuivre, 3 à 3,5 pour la fonte grise, et on descend à 1 centimètre seulement pour la fonte blanche en raison de son extrême dureté.

Les machines à aléser sont de deux types, horizontal ou vertical; le type horizontal est adopté en général pour les pièces dont le diamètre n'est pas trop considérable, tandis que le type vertical est réservé pour les pièces de grand diamètre qui pourraient fléchir ou s'ovaliser au tournage. En outre, on a l'avantage avec le type vertical que les copeaux tombent naturellement et ne restent pas sur la pièce où ils peuvent gêner la marche de l'outil.

Dans sa disposition essentielle, une machine à aléser horizontale se compose d'un disque porte-outils monté sur un arbre creux dirigé suivant l'axe de la pièce, et qui lui communique le mouvement de rotation. La pièce est maintenue fixe, et le mouvement d'avancement est transmis au disque porte-outils par un arbre fileté plein traversant l'arbre creux, le disque présente à cet effet une saillie intérieure pénétrant à travers une rainure longitudinale ménagée à cet effet sur l'arbre creux, et venant faire écrou sur la vis intérieure.

L'arbre plein est directement actionné par l'effort moteur, et son mouvement est transmis à la vis intérieure au moyen des engrenages différentiels dont nous avons parlé plus haut. La vis intérieure ne peut que tourner sur elle-même sans avancer, et elle oblige ainsi l'écrou du disque porte-outils à avancer longitudinalement.

On rencontre d'ailleurs des machines à aléser de types très variés, combinées souvent avec d'autres machines comme des tours de machines à percer, à fraiser, etc., mais elles présentent toujours les mêmes dispositions essentielles. On construit peu actuellement de machines destinées simplement à l'alésage, sauf pour les ateliers où

on a un grand nombre de travaux à effectuer sur des pièces identiques. On peut arriver d'ailleurs à aléser en employant un tour, à condition que la pièce puisse recevoir un mouvement de translation longitudinale, et qu'elle ait un diamètre inférieur à la hauteur des poupées du tour. Les machines à percer ou à fraiser peuvent être employées également au même objet. Pour aléser par exemple certains trous coniques ou ayant un profil déterminé comme ceux des boîtes de roues, on emploie une machine à percer, dont l'outil porte un couteau plat ayant l'inclinaison ou le profil demandé.

ALFA. On distingue dans le commerce de l'alfa deux provenances bien tranchées ; celles d'Espagne et celles d'Algérie et des pays environnants.

Alfa d'Espagne. C'est l'exploitation de l'alfa en Espagne qui a été l'origine de l'utilisation de cette plante en Algérie. Dans les premiers temps, on n'accordait dans la Péninsule aucune valeur à cette plante qui était extirpée comme une mauvaise herbe ; les propriétaires des terrains où elle croissait la brûlaient et en arrachaient les racines pour la détruire complètement. Ce fut seulement lorsque les Anglais, vers 1862, vinrent acheter ces touffes dont personne ne voulait, que les Espagnols s'aperçurent qu'ils pourraient utiliser l'alfa. Ils apprirent à arracher les feuilles sans extirper la plante de terre, puis ils fabriquèrent divers objets pour leur consommation domestique. Tout d'abord ils en firent des semelles d'espadrilles ; encore aujourd'hui un grand nombre de villages n'utilisent pas l'alfa d'une autre façon, et dans certaines communes de la côte, notamment à Batera, Naguero, Villavieja, Santa-Pola et Villares, les trois-quarts des habitants en fabriquent journellement une centaine de paires dits de sparte, des cabas (soit pour porter à la main, soit pour bêtes de somme), des balais, des claies, des nasses, des filets ; mais ce ne fut que plus tard que l'on songea à en confectionner des cordes et des nattes. Dans un certain nombre de boutiques des villages de l'Espagne, on vend tout ensemble ces divers objets, dont les uns proviennent de véritables fabriques et d'autres sont issus de l'industrie domestique ; la population pauvre, notamment une partie de la Manche, de Valence, de Murcie, et même de l'Andalousie, se livre au travail de l'alfa ; le voyageur qui parcourt ces provinces peut voir souvent ces industriels sur le seuil de leur porte, un paquet d'alfa sous le bras, se livrer au tressage des feuilles.

En Espagne actuellement, les cordes en alfa, qui pourrissent difficilement au contact de l'eau, servent à l'exclusion de toutes autres dans les norias et les puits pour l'extraction des eaux ; on les utilise aussi dans les constructions pour élever des poids et opérer des tirages de grande résistance ; elles sont encore employées par les laboureurs, les muletiers, les maçons, les bergers, etc. Pour les fabriquer, on fait macérer la plante dans les mares et les lagunes, puis on la broie, soit au moyen de maillets à la main, soit avec une machine et on finit par le peigner. Il y a des communes comme Azarau, où l'on ne prépare que l'alfa écrasé, d'autres où on l'envoie en cet état pour le peigner et en faire un produit manufacturé.

— L'industrie de la natte est concentrée en quelque sorte à Crevillent, Santa-Pola et Torrévieja. Toute la population de ces villes est occupée dans les fabriques de nattes : femmes, enfants, grands et petits. Dans un grand nombre d'usines les femmes ne font que tisser l'alfa et les hommes ne sont occupés qu'à la couture des tresses. En un jour, une femme fait au moins 50 vares de tresses, beaucoup en font 75 et 100, gagnant à la journée de 9 à 18 cuartos ; le nattier coud dans une journée les 12 bandes nécessaires à la valeur d'une pièce, ce qui lui vaut 8 réaux. La valeur d'un rouleau de nattes de tresses de 50 vares de long varie entre 100 et 130 réaux suivant qu'elle est blanche ou de couleur. Cette industrie a été apportée à Crevillent par un Marseillais, Manuel Martinez, qui longtemps travailla seul avec ses frères dans un souterrain et vendit ses nattes à très bon prix à Madrid ; à sa mort ses frères propagèrent l'industrie dans le pays, et celle-ci s'y trouve maintenant généralisée au point que les nattes d'alfa remplacent les tapis dans presque toutes les habitations de la classe moyenne.

On extrait environ en alfa 150,000 tonnes anglaises des côtes d'Espagne ; on en exporte en moyenne 60,000 kilogrammes pour la fabrication du papier. Le principal port de destination est Newcastle on Tyne, en Angleterre, dont les docks renferment constamment plus de 20,000 tonnes, où se trouvent un certain nombre de maisons espagnoles qui se livrent exclusivement au commerce de cet article ; les autres ports d'importation sont Cardiff, Liverpool, Glascow, Edimbourg, Aberdeen et Londres ; les ports d'embarquement en Espagne sont Alicante, Almeria, Carthagène, Malaga, Garrucha ; Motril et Aguilas. L'alfa d'Espagne est le plus fin de tous.

Alfa d'Algérie. Les Anglais ne s'adressèrent à l'Algérie que lorsque l'alfa qu'ils prenaient à l'Espagne atteignit, dans ce pays, un prix exagéré. La récolte de la Péninsule fut en effet, dès 1868, entièrement accaparée par de puissantes maisons anglaises qui ne la proposèrent plus qu'à un coût inabordable. Il fallut pour le moment s'en contenter. Mais l'année suivante, des achats furent effectués au Maroc qui en expédia annuellement 2,000 tonneaux en Angleterre, et comme dans ce pays à demi civilisé, le transport et l'exploitation de l'alfa présentaient de grandes difficultés, des agents furent dirigés vers l'Algérie pour y acheter tout ce qu'ils pourraient trouver de disponible. Dès ce moment, l'exploitation de notre colonie prit des proportions inaccoutumées.

Le premier envoi d'Algérie en Angleterre datait cependant de 1862, mais il n'avait été fait qu'à titre d'essai. Dans les années suivantes, il fut envoyé de Mers-el-Kebir (avant-port d'Oran) et d'Arzew les quantités suivantes :

1863.	10.500 quint. métr.	1868.	27.000 quint. métr.,
1864.	19.000 —	1869.	90.000 —
1865.	28.000 —	1870.	370.000 —
1866.	42.000 —		

On voit donc qu'à partir de 1869 l'exportation devint subitement considérable, ce fut nécessairement au détriment de l'exploitation. Seuls, les indigènes se livrèrent tout d'abord à l'arrachage de l'alfa, dénudant le plus souvent le terrain où poussait cette graminée et le transportant à la mer sur de lourds chariots ; à la fin de 1871, ils avaient défoncé, miné, réduit à néant toutes les routes fréquentées de la province d'Oran. Tant que l'arrachage fut entre les mains des indigènes, les Anglais ne traitèrent qu'avec des commissionnaires, la plupart juifs, qui servaient d'intermédiaires entre eux et les alfatiers. Aujourd'hui que le gouvernement a accordé pour 3, 6 et 9 années, une partie des terres domaniales sur lesquelles croît l'alfa (à raison de 30 centimes l'hectare dans la province d'Oran et de 20 dans celle de Constantine), l'étranger préfère traiter avec les concessionnaires qui exploitent dans de meilleures conditions. Le bon marché seul les fait revenir aux indigènes.

On estime à plus de 5,000,000 d'hectares la superficie des Hauts-Plateaux algériens couverts d'alfa. La « plaine d'alfa » ou mer d'alfa, ne touche pas au Tell, elle en est

séparée par la zone des terres de labour des tribus sahariennes, dont la largeur va en grandissant de l'ouest à l'est et ne dépasse pas une moyenne de 80 kilomètres. A l'exploitation le rendement d'un hectare peut être évalué de 1,000 à 1,500 kilogrammes de feuilles vertes, suivant l'espacement des plants. — V. ALGÉRIE.

Pour exploiter leurs terrains à alfa, les concessionnaires (particuliers ou compagnies) ne trouvèrent tout d'abord que les ouvriers indigènes, puis au premier appel les ouvriers espagnols arrivèrent en grand nombre, ces derniers sont aujourd'hui les meilleurs; ils se donnent le nom de *sparteros*. Le travail auquel ils se livrent est des plus pénibles, ils se trouvent toute la journée au milieu de solitudes sans eau, arrachant la plante (tout en laissant la racine) au moyen d'un petit bâtonnet, sous un soleil de feu, mais rien ne les rebute car ils obtiennent un salaire élevé (6 à 8 francs par jour); ils ne reviennent de leurs chantiers à la commune la plus proche que le dimanche : au milieu des champs d'alfa, ils se construisent un gourbi au moyen de quelques perches et d'alfa et se réunissent en grand nombre autour de chaque chantier. Tout propriétaire d'un gourbi débite couramment de l'épicerie, de la farine et du pain et il arrive souvent que l'arabe qui vient y vendre une charge d'alfa se paie en nature et rapporte en échange une partie de ses produits qu'il achète moins cher qu'aux juifs algériens.

Voici quelle a été l'exportation d'Algérie depuis 1875 :

1875. . .	57.763.597 kil.	1881. . .	77.560.790 kil.
1876. . .	58.754.785	1882. . .	85.699.741
1877. . .	68.756.991	1883. . .	82.414.771
1878. . .	65.649.656	1884. . .	96.210.003
1879. . .	62.585.983	1887. . .	95.545.210
1880. . .	80.896.132		

Dans ces dernières années, la majeure partie des produits exportés a été livrée à l'Angleterre et à l'Espagne; la France ne tient qu'une faible part dans cette exportation. — A. R.

• **ALGÈBRE.** *T. de math.* L'algèbre a pour objet la généralisation des questions que l'on peut se proposer sur les nombres et des raisonnements qui se présentent dans les problèmes d'arithmétique tels qu'on les rencontre dans la pratique. L'algèbre fait un grand usage de lettres pour représenter les quantités connues et inconnues qui se rencontrent dans la question, et de signes abréviatifs pour désigner les opérations d'arithmétique auxquelles ces quantités peuvent être soumises. Il est assez difficile d'établir une démarcation très nette entre l'algèbre et l'arithmétique, à tel point que Newton désignait l'algèbre sous la dénomination assez réussie d'« Arithmétique Universelle ». Quelques auteurs ont cru trouver cette démarcation dans l'emploi des lettres pour désigner les quantités et dans celui des symboles d'opération; mais, en y regardant de plus près, on reconnaît aisément que l'emploi des lettres ou des symboles ne constitue qu'un procédé, très précieux il est vrai, pour abréger l'écriture et les raisonnements, mais qui ne saurait en aucune façon changer la nature d'une science. Tant qu'on n'invoque que les principes ordinaires de l'arithmétique, quelle que soit la manière dont on les écrive, on ne fait que de l'arithmétique. Pour arriver à l'algèbre, il faut entrer dans un ordre d'idées nouveau. Aussi, la véritable différence entre les deux sciences consiste en ce que l'algèbre comporte un degré d'abstraction plus élevé que l'arithmétique, lequel provient de ce que les opérations fondamentales, quoique portant le même nom dans les deux sciences, ont dans l'algèbre une signification plus générale et plus étendue qu'en arithmétique; mais on n'a pu obtenir ce degré de généralité qu'en généralisant par la même occasion les objets auxquels s'appliquent les opérations. Ainsi l'arithmétique, qui est la science des *nombres*, ne pourra s'occuper que des nombres entiers, fractionnaires et incommensurables, tandis que l'algèbre est essentiellement la science des *opérations*, quels que soient les objets auxquels ces opérations soient appliquées. L'algèbre étudiera donc avec soin les propriétés fondamentales de chaque opération et en déduira les conséquences. Pour que les déductions soient applicables à la pratique, il suffira que les opérations effectuées sur les objets concrets jouissent bien de toutes les propriétés indiquées. Mais, pour que les opérations soient possibles dans tous les cas, et pour que les règles de calcul ne se présentent pas différemment suivant les circonstances, il a été nécessaire d'étendre à la fois la signification des opérations et la notion de quantité. Au reste, les abstractions nouvelles qu'il a fallu faire se réduisent à deux. La première concerne la généralisation de l'*addition* et l'invention des quantités appelées *nombres négatifs*. Cette idée nouvelle a permis de considérer la soustraction comme une opération toujours possible et de donner pour l'addition et la soustraction des sommes et différences une règle uniforme qui ne comporte aucune exception et qui constitue la règle d'*addition des polynomes*. La deuxième abstraction particulière à l'algèbre est d'une portée peut-être encore plus considérable : c'est l'introduction des quantités dites *imaginaires* qui a rendu possible l'extraction des racines carrées des nombres négatifs, et qui a permis d'énoncer tous les théorèmes d'algèbre sous une forme simple et générale qui ne souffre jamais d'exception. Il nous est impossible d'entrer dans de plus longs détails à ce sujet sans sortir complètement du plan du *Dictionnaire*. Nous nous bornerons à faire remarquer que l'invention des quantités imaginaires constitue peut-être le plus grand progrès qui ait été réalisé dans les sciences mathématiques. Quoi qu'il en soit, on voit que ce qui distingue nettement l'algèbre de l'arithmétique c'est l'introduction des quantités négatives et imaginaires, et nullement l'emploi des lettres et symboles.

L'algèbre se divise généralement en deux parties assez distinctes. La première a pour objet l'étude des règles de calcul et de transformation applicables aux quantités représentées par des lettres ou des groupes de lettres et de symboles, groupes qui représentent eux-mêmes le résultat d'opérations précédentes : c'est ce qu'on appelle le *calcul algébrique*. La deuxième partie, qui est la plus importante au point de vue pratique, a pour objet la *résolution des équations*. Si l'on sait qu'une quantité inconnue x, soumise à un ensemble d'opérations doit donner un résultat connu, et qu'on écrive ce fait à l'aide des signes de l'algèbre, on obtiendra ce qu'on appelle une équa-

tion : $f(x)=A$; $f(x)$ désignant l'ensemble des opérations qu'il faut faire subir à la quantité x. Résoudre l'équation, c'est chercher la valeur qu'il faut donner à x pour que, tous calculs effectués, l'égalité se trouve exacte. On conçoit facilement que l'application de l'algèbre aux problèmes de la pratique conduise toujours à des équations, car les inconnues du problème doivent satisfaire à certaines conditions qui constituent l'énoncé, et qui, traduites en langage algébrique, deviennent les équations du problème ; seulement il peut arriver que ces équations renferment plusieurs inconnues au lieu d'une seule. Dans tous les cas, pour mettre un problème en équations, il suffira de désigner les inconnues par des lettres, et d'indiquer par les signes de l'algèbre, les opérations qu'il faudrait faire subir à ces inconnues pour vérifier le problème, en supposant qu'on en ait deviné la valeur. On comprend ainsi toute l'importance que présente la résolution des équations, et l'on s'explique que les plus grands géomètres aient consacré tant d'efforts à perfectionner cette partie de la science.

S'il a été difficile d'établir une démarcation bien nette entre l'algèbre et l'arithmétique, il l'est bien davantage d'en établir une entre l'algèbre et l'*analyse infinitésimale*. On peut dire que l'analyse infinitésimale a pour objet l'étude des fonctions, c'est-à-dire les lois relatives à la variation simultanée de deux quantités liées l'une à l'autre. Dès lors, la théorie des *dérivées* (V. ce mot) appartient à l'analyse. Malheureusement la considération des dérivées joue un rôle si important dans la théorie des équations qu'il est impossible de la supprimer d'un cours d'algèbre. Il y a là une difficulté qui paraît insurmontable mais qui, à tout prendre, est sans importance, car les distinctions que nous cherchons à établir entre les sciences sont nécessairement arbitraires et factices; les vérités s'enchaînent les unes aux autres; toutes les sciences se rattachent entre elles par des liens étroits, et peu importe la manière dont nous établissons nos classifications : il suffit qu'elles soient établies avec assez d'ordre pour soulager la mémoire et aider l'esprit de pénétration.

— L'algèbre s'est constituée peu à peu par le besoin qu'éprouve l'esprit humain de généraliser les questions dont il s'occupe. L'algèbre était inconnue des anciens géomètres grecs. Diophante, qui vivait à Alexandrie vers le milieu du IVe siècle de notre ère, nous a laissé une collection de problèmes où, pour la première fois, les inconnues sont désignées par des lettres. Viète (XVIe siècle) est quelquefois considéré comme le fondateur de l'algèbre parce qu'il désigne les données d'un problème par des lettres, qu'il fait un grand usage des signes d'opération et qu'il considère quelquefois les quantités négatives ; mais la théorie de ces quantités ne sera donnée que par Descartes. Diophante avait résolu l'équation du deuxième degré, Cardan celle du troisième, Descartes et Ferrari ont résolu celle du quatrième. Newton, Descartes et Rolle ont donné d'intéressants théorèmes sur les équations de degré quelconque dont la théorie générale a été complètement élucidée dans ce siècle par les travaux d'Abel et le beau théorème de Sturm. Enfin les travaux de Bézout, Euler et des géomètres contemporains sur l'élimination ont porté presque à la perfection la théorie des équations à plusieurs inconnues. — M. F.

* **ALGERIE.** L'importance exceptionnelle de notre colonie africaine, et le développement qu'elle a pris dans ces dernières années, surtout depuis la substitution du gouvernement civil au gouvernement militaire, nous ont déterminé à lui consacrer une place à part dans ce *Supplément*, ce que nous n'avions pas cru devoir faire dans le *Dictionnaire* lui-même. Il paraît certain que maintenant la période des luttes, des tâtonnements, des sacrifices en hommes et en argent, est passée pour la métropole. Le pays est pacifié, il se peuple d'Européens; une sélection s'est faite parmi les colons primitifs, qui n'avaient pas tous les capitaux, les aptitudes, la persévérance nécessaires pour exploiter avec fruit les concessions qu'on leur avait confiées; enfin le pays a trouvé sa véritable voie dans la culture; c'est, pour la plaine, les céréales, surtout le blé dur et l'orge, pour la plaine encore et pour les coteaux, la vigne, devenue tout récemment une des richesses de l'Algérie, dans le steppe, l'alfa, que les Anglais nous empruntent pour nous le rendre sous forme de tapis, de tentures, de papier, pour la région montagneuse surtout, l'exploitation des forêts et le chêne-liège, enfin pour le Sahara, la datte et les plumes d'autruche.

Des sociétés de formation récente, mais qui ont déjà donné des résultats assez beaux pour encourager le développement d'associations semblables de capitaux, ont exploité largement ces ressources agricoles. L'industrie est actuellement beaucoup moins prospère, et il est difficile de prévoir avec quelque certitude l'avenir qui lui est réservé. Le défaut de capitaux, le manque de bras européens et la répugnance des indigènes pour le travail de manufacture, sont les principales causes qui arrêtent son essor. Néanmoins, il paraît certain que, en présence d'une pareille abondance de matières premières, l'industrie sera appelée un jour à en tirer parti sur les lieux mêmes, et c'est la raison d'être de la place que nous allons donner, dans ce *Dictionnaire*, à la situation économique, agricole et industrielle de l'Algérie.

ECONOMIE INDUSTRIELLE ET AGRICOLE. Notre grande possession africaine est devenue un centre de production et de consommation, autour duquel rayonne chaque année un mouvement d'échanges qui représente certainement plus de moitié du trafic de tout notre domaine colonial.

Ce mouvement se chiffre, en effet, par une valeur de 416,000,000 de francs; telle est du moins, d'après la période décennale qui s'étend du 1er janvier 1879 au 31 décembre 1888, la moyenne (importations et exportations réunies) du commerce extérieur de l'Algérie.

Au point de vue économique, le rôle de notre colonie peut, à grands traits, s'esquisser dans les termes suivants : l'Algérie produit surtout des objets d'alimentation et de matières premières, auxquelles elle ne fait guère subir que des transformations élémentaires; elle se borne à livrer ces produits, soit à la consommation directe, soit à la fabrication du dehors. Elle a recours à la production extérieure pour s'approvisionner de certaines denrées alimentaires qui lui manquent, comme les sucres, les cafés, et elle lui demande la plupart des objets manufacturés que réclame sa consommation (tissus, vêtements, ouvrages en métaux, outils).

Ce double courant a subi dans ces derniers temps, quant à l'importance respective de ses deux branches, des variations significatives en ce sens qu'elles donnent bien la mesure des changements qui se sont opérés dans la situation économique de l'Algérie. De 1879 à 1888, le chiffre des importations, qui d'ailleurs s'était toujours maintenu supérieur à celui des exportations, s'élève de plus en plus, tandis que la part de celles-ci reste stationnaire. En 1882, par exemple, l'écart dépasse 78,000,000. Les statistiques publiées par l'administration des douanes accusent, en effet, à l'entrée une valeur de 255 millions 703,743 francs contre 177,285,461 francs à la sortie. C'est l'époque où s'organise dans la colonie toute une

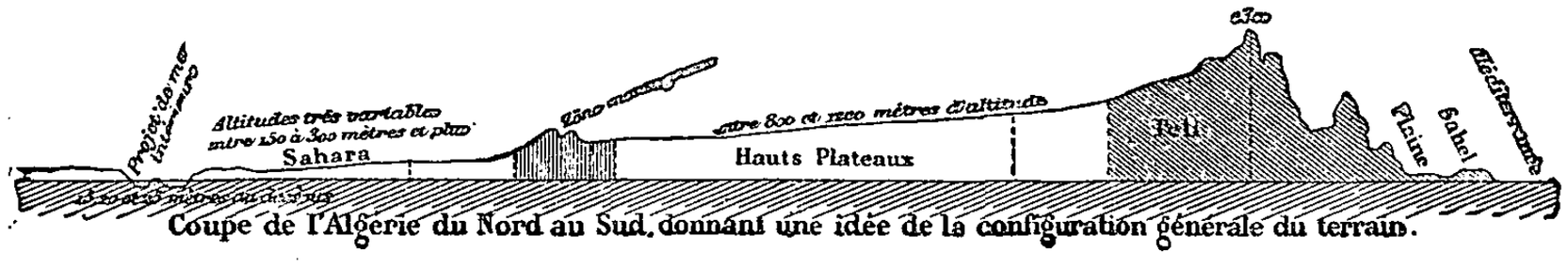
industrie nouvelle, où elle s'enrichit d'un outillage vinicole qui ne peut être immédiatement en plein rapport; mais le développement de la production préparé durant cette période ne tardera pas à se manifester. Dès 1885, en effet, en même temps que l'importation redescend à son niveau normal, l'exportation dépasse constamment celui auquel elle s'était toujours arrêtée; l'équilibre tend de plus en plus à s'établir dans la balance des entrées et des sorties, et si la progression commencée en 1885 et 1886 ne s'accentue pas davantage pendant les deux années suivantes, cela tient très certainement à la crise que la colonie a traversée par suite d'une sécheresse exceptionnelle et de l'invasion des sauterelles. Même sans tenir compte de ces causes accidentelles, on trouve dans le tableau suivant la traduction d'un état singulièrement en progrès sur celui qu'exprimaient les chiffres de 1882 :

Années	Importations en Algérie	Exportations d'Algérie
	francs	francs
1885	237.957.903	195.869.668
1886	222.167.562	196.399.452
1887	220.094.772	200.441.457
1888	234.908.120	197.699.685

Ce rapide coup d'œil sur le mouvement commercial de l'Algérie suffit à faire comprendre que nous ayons jugé utile de procéder à l'examen détaillé d'une production qui, pour s'appliquer surtout à la mise en valeur des ressources agricoles, n'est pas cependant sans toucher par de nombreux côtés aux intérêts purement industriels, objet principal des études réunies dans ce *Dictionnaire.*

Du nord au sud, l'Algérie se divise en 3 régions bien distinctes (fig. 25). La première est comprise entre les côtes de la Méditerranée et les massifs montagneux qui se succèdent parallèlement au littoral à travers les trois départements d'Oran, d'Alger et de Constantine. C'est sur cette région, la plus fertile, la plus peuplée, la mieux exploitée, que s'est porté et que continue de s'exercer l'effort le plus actif de la colonisation. Cette contrée, le Tell, mesure environ 136,000 kilomètres carrés. Elle jouit d'un climat analogue à celui du Midi de la France. Dans les plaines voisines de la mer, sur les coteaux qui s'étagent au pied des montagnes boisées; le long des vallées qui en descendent, le sol, suffisamment arrosé pendant une partie de l'année par les pluies et par de nombreuses rivières se prête admirablement à la culture des céréales, à celle de la vigne et à certaines cultures industrielles. Plus loin, vers le sud, sur les plateaux de l'Aurès et de l'Atlas, les cultures viennent mal, parce que les variations atmosphériques sont trop brusques et que l'eau y est saumâtre; mais une végétation assez active en certaines saisons permet l'élevage des troupeaux, et l'alfa qui se développe facilement sur ces terrains impropres à toute autre exploitation est une richesse sans cesse renouvelée. Enfin, le Sahara ne produit guère que des dattes, et la culture n'en peut être entreprise que dans les oasis.

Ces trois régions forment ensemble un territoire dont



Coupe de l'Algérie du Nord au Sud, donnant une idée de la configuration générale du terrain.

Fig. 25. — *Coupe de l'Algérie.*

la superficie est presque égale à celle de la France. Il est habité par une population civile de 3,752,196 personnes (1), dont la très grande majorité (3,246,299, en 1887) se livre aux travaux des champs. Au 31 décembre 1887, le Gouvernement général de l'Algérie estimait à 206,958 individus le nombre des agriculteurs européens établis sur le sol de la colonie; la contenance des propriétés rurales qui leur appartenaient était de 1,355,606 hectares, et la valeur de leurs instruments aratoires d'environ 20,000,000 de francs. A la même date, la population rurale indigène s'élevait à 3,039,341 hommes, femmes ou enfants au-dessus de quinze ans, cultivant 9,210,955 hectares avec un outillage valant à peu près 4,000,000 de francs.

Plus des trois quarts de cette population habitent le Tell. Le point où elle offre la plus grande densité et où se dépense la plus forte somme de travail agricole est la partie de la Kabylie qui s'étend dans l'est du département d'Alger, vers Constantine. Le département d'Oran est celui qui compte le plus de cultivateurs européens et le moins d'indigènes; au contraire, dans celui de Constantine, les indigènes sont beaucoup plus nombreux que les colons venus d'Europe.

De tout temps, l'élevage du bétail a eu une grande importance en Algérie. Il se fait surtout dans le sud et constitue la principale occupation des Arabes des hauts plateaux qui voient s'ouvrir devant eux d'immenses terrains de libre pâture. A la fin de 1887, on comptait dans la colonie environ 18,000,000 d'animaux, sur lesquels 17,264,777 appartenaient aux indigènes. Les moutons figurent dans ce chiffre pour plus de 10,000,000 de têtes, dont la moitié environ au compte du département de Constantine; les chèvres pour 4,798,684, les bœufs pour 1,071,624. Les espèces chevaline, mulassière, asine, caméline et porcine fournissent le reste du contingent. Cette branche de la production rapporte à la colonie des sommes de plus en plus considérables. C'est ainsi que, de 35,000,000 de francs en 1886, 41,000,000 en 1887, l'exportation des produits de l'élevage algérien a atteint, en 1888, une valeur approximative de 60,000,000. La vente des moutons (27,000,000) et de leur laine (21,000,000) sont les éléments les plus importants de ce chiffre; l'exportation des animaux de l'espèce bovine y participe pour 7,000,000, celle des peaux pour 5,000,000 de francs.

Il y a quelques années, des tentatives ont été faites en vue d'installer en Algérie des établissement où l'on eût procédé à l'élevage en grand des autruches pour la vente des plumes. Bien que ces essais aient suffisamment réussi pour prouver que l'entreprise pouvait être avantageuse, l'exemple ne paraît guère avoir été suivi.

La culture la plus considérable comme superficie est celle des céréales. En 1887, les ensemencements couvraient, d'après les évaluations officielles, 2,674,802 hectares dont le rendement a dépassé 15,000,000 de quintaux métriques.

L'orge (1,299,257 hectares ayant produit 8,229,943 quintaux) et le blé dur (1,050,781 hectares et 4,673,960

(1) Le dernier recensement officiel, celui de 1886, a accusé la présence de 259,729 Français, 43,183 israélites indigènes naturalisés, 3,262,849 Musulmans sujets français, 22,538 Tunisiens et Marocains, 217,386 étrangers européens (Espagnols, Italiens, Maltais), soit un total de 3 805,684 individus. Il faut en déduire un chiffre de 65,269 représentant l'armée et la population dite « en bloc » pour obtenir la population civile, qui se trouve ainsi fixée à 3,752,196 habitants. De 1876 à 1886, la population de l'Algérie s'est accrue de près d'un million d'habitants dont plus de 100,000 Français.

quintaux) tiennent le premier rang. Ces cultures sont d'ailleurs celles auxquelles s'adonnent plus volontiers les indigènes; le blé dur, notamment, sert à la préparation du couscouss, leur principale nourriture; toutefois, on en exporte de très grandes quantités en France pour la fabrication des semoules et des pâtes alimentaires.

Puis viennent, par ordre d'importance, le blé tendre cultivé plus spécialement par les Européens, qui ont récolté, en 1887, 1,100,720 quintaux; l'avoine, les fèves, le seigle, le maïs, le bechna ou variété de sorgho.

Les céréales, tant en grains que sous forme de farines, ont figuré pendant de longues années à l'exportation en tête de la liste des marchandises classées d'après la valeur. Elles y occupaient encore la première place, en 1886, avec le chiffre de 56,000,000 de francs, dépassant du double la moyenne des années précédentes. Bien que cette moyenne ait encore été largement dépassée depuis lors (33,000,000, en 1888), la première place appartient aujourd'hui à l'exportation des produits de l'industrie vinicole.

Longtemps négligée, bien qu'on n'ignorât pas dans la colonie que le cep y produit dès la troisième feuille, la culture de la vigne n'a guère commencé à se développer sérieusement que depuis une dizaine d'années. Les premières expériences avaient été en réalité peu fructueuses. Les procédés de culture et de taille étaient mal appliqués; les méthodes employées en France pour obtenir la fermentation ne convenaient pas à la température élevée de l'Algérie; les caves faisaient défaut. C'est seulement à la suite des ravages exercés dans nos vignobles du Midi par le phylloxera, que l'espoir de retrouver sur le sol algérien une compensation aux pertes subies dans la métropole attira l'attention sur les ressources que la colonie pouvait offrir à l'industrie vinicole. Depuis lors, les grandes sociétés anonymes qui ont des intérêts en Afrique, les colons jouissant d'un certain crédit, beaucoup de capitalistes métropolitains, tous les petits colons enfin se sont mis à planter de la vigne, de sorte qu'on rencontre aujourd'hui d'immenses domaines de 500 et de 1,000 hectares; ceux de 100 à 200 ne sont pas rares; les petits propriétaires cultivent selon leurs moyens, 20, 30, 50 ares quelquefois 1 hectare. Bref, l'ensemble des plantations, qui couvrait à la fin de 1878 seulement 16,800 hectares, se trouva doublé dès 1881 et à la fin de 1887 atteignit une contenance totale de 87,795 hectares. Les trois départements ont leur part de ce chiffre, celle du département de Constantine est toutefois moins forte que celle des deux autres dont chacun comptait en 1887 de 32 à 33,000 hectares. Si l'on admet que la plantation d'un hectare exige, tant pour la préparation spéciale du terrain, que pour la construction des bâtiments et l'acquisition de tout l'outillage vinaire qu'elle comporte une immobilisation de capital de 3,000 à 3,500 francs, on est amené à évaluer à plus de 200,000,000 la somme dépensée depuis dix ans en Algérie pour la constitution des vignobles. Les résultats ont d'ailleurs répondu à ces sacrifices : le rendement qui était en 1881 de 685,335 hectolitres s'est élevé en 1887 à 1,903,011. Ces magnifiques récoltes trouvèrent immédiatement un écoulement dans la consommation de la colonie, et l'importation des vins, qui représentait une valeur moyenne de 15,000,000, durant la période décennale 1877-1886, est descendue en 1887 à 8,000,000, puis à 6.000,000 en 1888. En même temps, les excédents, de plus en plus considérables, se plaçaient au dehors. En 1887, la France avait acheté 765,716 hectolitres de vins algériens d'une valeur de 26,668,893 francs. En 1888, ce chiffre est monté à 1,235,513 hectolitres payés 43,297,315 francs. En y ajoutant le prix des ventes faites par la colonie à divers pays étrangers, notamment à l'Allemagne, on constate pour la seule année 1888 une exportation totale de 44,145,806 francs. Par une heureuse coïncidence, la production vinicole de l'Algérie s'est vue en mesure de pourvoir abondamment aux besoins du marché métropolitain le jour où la rupture du traité de commerce avec l'Italie a fermé notre frontière aux vins de ce pays. Les vins algériens ont pu prendre ainsi une situation qui a permis d'apprécier leurs qualités, non seulement pour les coupages, mais aussi comme vins de table, et qui leur a valu une clientèle désormais assurée. Vers 1885, l'apparition du phylloxéra sur divers points, notamment aux environs de Mansourah, de Sidi-bel-Abbès, de Philippeville, et depuis lors dans certaines parties de la province d'Oran, avait fait concevoir de vives inquiétudes relativement à l'avenir des vignobles algériens. Mais grâce à l'énergie des mesures prises, le fléau paraît être circonscrit, et l'on a tout lieu d'espérer que les planteurs algériens, instruits par la douloureuse expérience des viticulteurs de France, auront définitivement le dessus dans la lutte entreprise contre le terrible insecte.

Parmi les autres cultures industrielles qui semblent appelées à prospérer en Algérie, il faut citer en première ligne celles du lin et du tabac, mais il convient d'ajouter que le développement en a été quelque peu ralenti dans ces derniers temps par l'impulsion subite qu'a reçu le développement de l'industrie vinicole. Le tabac pourtant donne d'excellents rendements dans les bonnes terres et la récolte de 1888 a fourni encore à l'exportation une quantité de feuilles estimée à 3,500,000 francs.

Le colza, les arachides, le ricin, la ramie viennent également bien, mais la culture de ces plantes n'a pas pris jusqu'à présent toute l'importance dont elle serait susceptible, et se trouve plutôt actuellement en décroissance. Il en est de même de celle du coton.

L'olivier croît spontanément et en très grande abondance dans le Tell. Il n'est toutefois soumis à une culture et à une exploitation régulières que dans certaines parties. L'huile obtenue dans les moulins indigènes n'est du reste qu'imparfaitement épurée et celle qui est destinée à la consommation extérieure est en général dirigée sur les fabriques de Provence. Il en a été ainsi exporté en 1888, pour la France, une quantité de 4,500,000 kilogrammes environ valant de 4 à 5,000,000 de francs.

Le mûrier, auquel les terrains et le climat d'Algérie conviennent parfaitement, permet l'élevage des vers à soie. Pendant quelque temps cette industrie y fut pratiquée avec succès; mais depuis une dizaine d'années, elle a tellement décliné qu'on peut aujourd'hui la considérer comme à peu près abandonnée.

L'oranger, le citronnier, le bananier, le pamplemoussier poussent facilement et sans grands soins sur le sol algérien; le plus grand nombre se trouve dans le département d'Alger.

La plupart des arbres fruitiers d'Europe ont été acclimatés sans peine dans la colonie et portent de bonne heure des fruits qui s'expédient par quantités considérables au dehors. Des espaces assez étendus ont été en même temps consacrés à la production des légumes dont l'exploitation comme primeurs est très rémunératrice.

Le palmier-dattier, qui exige à la fois une température très élevée et un sol humide, trouve ces conditions dans les oasis de l'extrême Sud, autour des puits creusés dans les sables du Sahara. Grâce à de nombreux forages qui font jaillir l'eau de profondeurs atteignant parfois 80 mètres, des palmeraies dont l'ensemble comprend plus de 3,000,000 d'arbres ont pu être créées dans ces dernières années dans l'Algérie méridionale. Celles de la vallée de l'Oued-Rihr, et des oasis de Mghaïet, d'Ouaghlana, de Tamerna, d'Ouargla, de Touggourt, fournissent un revenu qu'on évalue à plus de 60,000,000.

L'Algérie possède dans l'alfa une richesse spéciale qui, à la différence de celles qui viennent d'être énumérées, n'entraîne aucun frais de culture. On trouve cette plante en masses compactes et sur des surfaces énormes dans la partie des Hauts-Plateaux qui est située

vers le sud du département d'Alger, et plus abondamment encore dans celui d'Oran. Pourvu qu'on l'arrache avec certaines précautions, faciles d'ailleurs à observer, elle se reproduit d'elle-même très rapidement. D'immenses étendues d'alfa sont affermées chaque année pour l'exploitation. La récolte de 1887 qui portait sur 1,248,852 hectares a été de 2,240,020 quintaux métriques. Les quantités les plus importantes sont vendues en Angleterre où l'alfa est employé à la fabrication du papier, des toiles à sacs et de différents ouvrages de sparterie. En France, l'industrie paraît ne s'être pas souciée du parti qu'elle pourrait tirer de la transformation de cette plante qui se prête à de nombreux usages. — V. ALFA au *Suppl.*

Les forêts couvrent en Algérie, principalement dans les parties montagneuses, une superficie de 3,247,692 hectares. Elles se composent d'essences très variées, fournissant d'excellents bois de construction ou d'ébénisterie. Les espèces qui dominent sont le pin d'Alep, le chêne vert, le cèdre, le thuya, l'olivier sauvage, l'acacia et enfin le chêne-liège, très abondant surtout dans le département de Constantine où un grand nombre d'arbres sont soumis chaque année à l'opération du démasclage. L'exportation du liège brut a produit en 1888, 6,941,967 *francs*.

Les fibres du palmier nain, qui vient à foison dans certains terrains incultes et broussailleux des Hauts-Plateaux, fournissent à l'exportation d'assez fortes quantités de crin végétal.

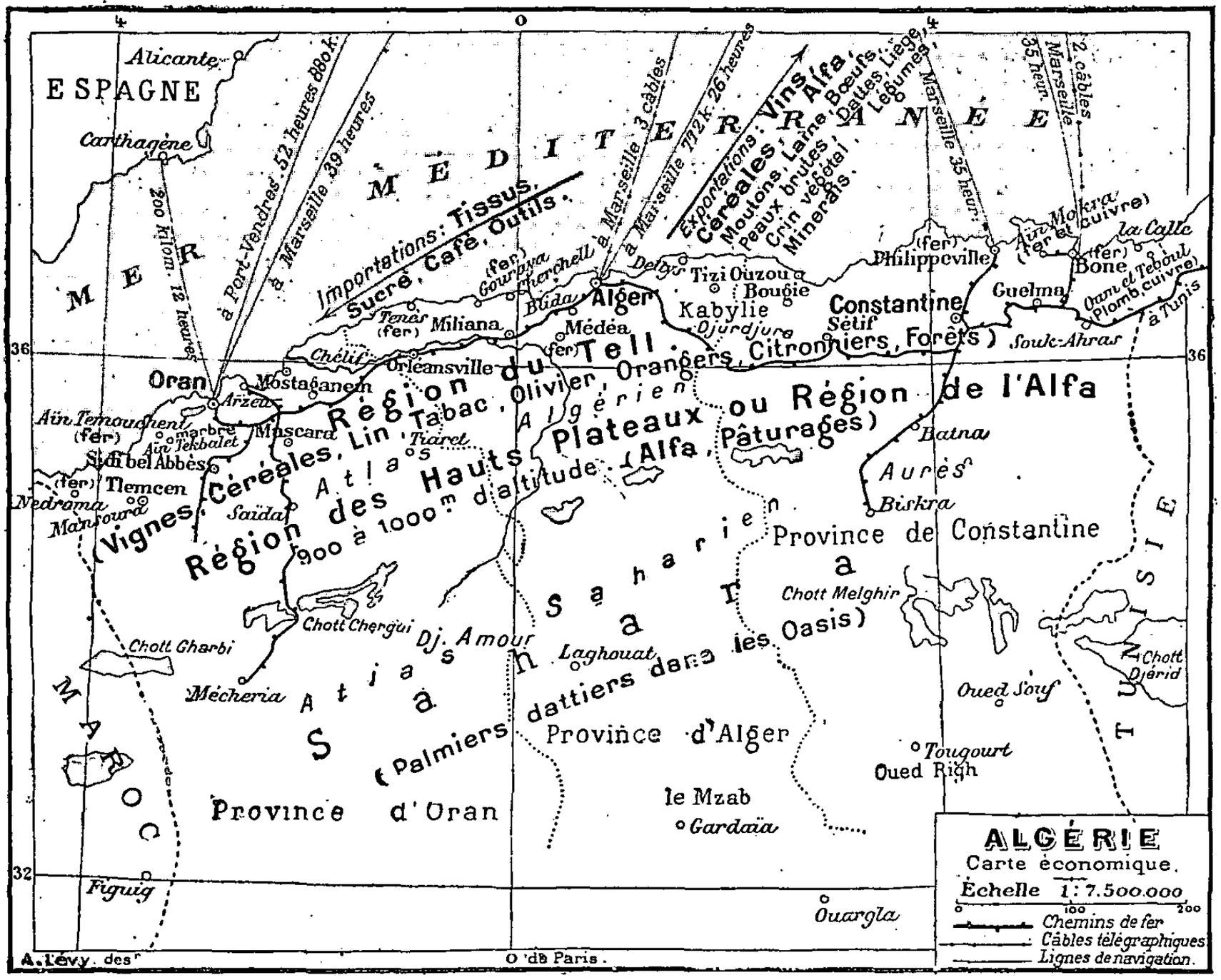


Fig. 26.

Le sous-sol de l'Algérie renferme des richesses minérales d'une assez grande variété. On connaît des gisements de fer d'un intérêt capital aux environs de Médéa, de Ténès, de Gouraya, dans le département d'Alger ; de Nedroma et d'Aïn-Temouchent, dans celui d'Oran ; de Philippeville, dans le département de Constantine. Ce dernier est d'ailleurs le plus favorisé au point de vue minier. On y trouve, en outre, du plomb, du cuivre, de l'antimoine, du mercure, du zinc, du lignite et de l'oxyde de fer (gisements de Bône et d'Aïn-Mokra). Mais l'extraction de ces minerais n'est actuellement pratiquée que dans une mesure assez restreinte. Sur 43 concessions accordées à la fin de 1887 (25 dans le département de Constantine, 14 dans celui d'Alger, 4 dans celui d'Oran) fort peu étaient en activité. Le travail ne présentait guère quelque importance que dans les mines d'Aïn-Mokra (oxyde de fer magnétique et cuivre) qui avaient extrait dans l'année 153,694 tonnes ; de Kef-oum-Theboul aux environs de la Calle (plomb, argent, cuivre) qui avaient produit 10,894 tonnes et de Sakamody (zinc et plomb), ayant donné un rendement de 7,873 tonnes. Le personnel employé dans ces différentes mines n'a été en 1887 que de 614 ouvriers travaillant au fond, et 635 à l'extérieur.

Il existe également dans la colonie des carrières de marbre excessivement riches qui pourraient offrir à l'exploitation de très beaux bénéfices.

En 1887, l'industrie des pêches occupait en Algérie 4,000 personnes environ. Elle se réduit du reste à peu près uniquement à la pêche côtière et ne produit guère que pour la consommation locale.

Les pêcheries de corail, autrefois très prospères, ont, depuis plusieurs campagnes, diminué dans des proportions considérables, par suite de l'épuisement progressif des bancs corallifères.

Si l'Algérie produit en somme une assez grande quan-

lité de matières premières, sa production manufacturière est en revanche presque nulle. A part un certain nombre de minoteries et de moulins à huile disséminés dans les départements d'Alger et de Constantine, elle ne possède, en fait d'établissements industriels, que des distilleries fournissant un contingent de quelque valeur à l'exportation, sous forme d'eaux-de-vie et de liqueurs. Il faut y ajouter deux ou trois fabriques de chocolat, situées à Alger ou dans les environs.

Les indigènes, dont les besoins sont d'ailleurs peu étendus, confectionnaient eux-mêmes autre fois la plupart des objets nécessaires à leur usage. Dans les tribus arabes et chez les Kabyles, on se livre encore au tissage de certaines étoffes, soit pour le vêtement, soit pour l'ameublement (tapis, tentures, etc.). On y exécute également des ouvrages en peau, ou en métaux (harnachements, cuirs brodés, armes, ustensiles en cuivre gravé, bijoux en argent). La mode a, d'ailleurs, répandu dans le commerce ces objets qui sont vendus en France comme articles de curiosité ou d'ornementation, et procurent encore, malgré la concurrence qui leur est faite par la contrefaçon européenne, quelques bénéfices aux ouvriers de la colonie.

Mais en dehors de ces métiers où ils font souvent preuve d'une véritable habileté, les indigènes répugnent en général au travail de manufacture, et il semble qu'on pourrait difficilement compter sur eux pour suppléer à l'insuffisance des bras européens, le jour où des efforts viendraient à être entrepris pour mettre en œuvre dans la colonie même les matériaux qu'elle produit. Une autre circonstance qui paraît peu favorable au développement de l'industrie, serait d'ailleurs l'absence de gisements houillers. Au surplus, trop de ressources naturelles sont encore en réserve, pour qu'on puisse dès aujourd'hui prévoir avec quelque vraisemblance le moment où l'Algérie touchera à cette étape de son existence économique, au delà de laquelle les colonies sont poussées par l'expansion de leur force productrice à entrer sérieusement en concurrence sur le terrain industriel avec les vieilles sociétés dont elles émanent.

A l'heure qu'il est, on peut affirmer que, dans ses rapports avec les pays étrangers, l'Algérie est à la veille de compenser ses achats de produits ouvrés par la vente des productions de son sol. Si l'on prend parmi les chiffres les plus récents ceux d'une année moyenne, ceux de 1886, par exemple, on voit qu'elle a livré à l'étranger pour 53,000,000 de marchandises contre 56,000,000 qu'elle lui a payés. Les résultats de 1887 et de 1888 sembleraient, il est vrai, marquer un recul dans cette voie; mais il ne faut pas perdre de vue les conditions exceptionnelles dont la colonie, comme nous l'avons indiqué au début de cet article, a eu à souffrir durant ces deux années. Quoi qu'il en soit, les exportations de l'Algérie à destination de l'étranger se sont chiffrées, en 1888, par 40,000,000 environ, tandis que les importations de l'étranger se sont élevées à plus de 60,000,000. L'Angleterre d'abord, et après elle, l'Espagne, prennent la plus forte part dans ce mouvement d'échanges.

Mais c'est, bien entendu, avec la Métropole que l'Algérie entretient les relations d'affaires les plus suivies et de beaucoup les plus importantes. En 1888, pour nous en tenir à cette seule année, qui comporterait ici encore les mêmes réserves que ci-dessus, avec une exportation de 159,000,000 à destination de la France, la colonie vient au onzième rang parmi nos vendeurs; elle est au septième rang de

Principaux articles importés en Algérie (1888).

	France	Angleterre	Espagne	Italie
VALEUR TOTALE DES IMPORTATIONS.	francs 173.630.107	francs 11.905.951	francs 8.681.352	francs 2.104.081
Tissus, passementerie et rubans de coton.	26.948.554	6.235.083	»	»
Ouvrages en peau ou en cuir	14.882.790	»	»	»
Outils et ouvrages en métaux.	8.426.079	54.695	»	»
Vêtements confectionnés et pièces de lingerie cousues	7.078.280	»	59.060	55.300
Tissus. passementerie et rubans de laine	5.492.739	114.802	»	»
Peaux préparées.	5.425.010	»	»	»
Sucres raffinés.	5.387.872	»	»	»
Vins	4.416.660	»	2.607.536	104.011
Céréales (graines et farines).	3.779.317	»	»	»
Papiers, cartons, livres et gravures	3.954.965	»	»	»
Eaux-de-vie, esprits et liqueurs.	3.515.518	»	102.782	»
Bimbeloterie.	3.378.978	»	638.120	»
Huiles fixes pures.	3.305.853	»	1.872.213	11.286
Fromages	2.629.503	»	25.500	180.369
Machines et mécaniques.	2.787.368	249.818	»	»
Savons autres que de parfumerie	2.940.649	»	»	»
Bougies.	2.666.411	»	»	»
Poteries, verres et cristaux.	2.507.008	»	»	»
Fonte, fer et acier.	2.220.678	31.287	»	»
Semoules en gruau.	2.286.374	»	»	»
Tissus de jute..	1.939.313	»	»	»
Ouvrages en bois..	1.920.537	»	»	»
Tissus, passementerie et rubans de chanvre ou de lin.	1.850.058	»	»	»
Tissus, passementerie et rubans de soie ou bourre de soie.	1.404.466	»	»	»
Armes, poudres et munitions..	1.729.611	»	»	»
Meubles..	1.316.132	»	»	»
Carrosserie..	1.169.068	128.331	»	»
Cordages de chanvre	829.514	»	95.973	23.883
Fils de toute sorte	752.487	103.728	»	»
Houille.	274.357	2.168.862	»	»

nos acheteurs (avant l'Italie), notre part dans les importations se chiffrant par 173,630,107 francs. L'étendue des débouchés ouverts à l'industrie nationale sur le marché de la colonie est indiquée par le tableau ci-dessus, qui met en regard des importations d'un certain nombre de marchandises françaises ou francisées, les chiffres correspondants des opérations effectuées par les principaux pays importateurs.

Le nouveau régime douanier appliqué depuis le commencement de 1885 à l'Algérie a certainement contribué pour une bonne part aux résultats favorables exprimés par les chiffres qui précèdent. Ce régime qui résulte de la loi du 17 juillet 1867, de celle du 7 mai 1881, et de l'article 10 de la loi de finances du 29 décembre 1884, consiste, en effet, dans une union douanière à peu près complète avec la métropole. Il admet l'importation en franchise pour les produits originaires de l'Algérie à leur entrée en France, et réciproquement à l'entrée en Algérie pour les produits français ou nationalisés, les sucres exceptés. Quant aux marchandises étrangères qui, avant 1885, étaient reçues en Algérie, soit en payant le tiers des droits inscrits au tarif français, soit en exemption de droits, elles sont, depuis la loi du 29 décembre 1884, soumises aux conditions du tarif métropolitain, sauf les denrées coloniales déjà taxées auparavant suivant une tarification particulière à laquelle elles restent assujetties. Comme en France, la règle est donc l'application ou du tarif général établi par la loi du 7 mai 1881 qui est le droit commun, ou du tarif conventionnel pour les provenances des Etats qui peuvent invoquer des traités ou arrangements leur assurant cet avantage. Ces Etats sont actuellement la Belgique, la Suède et la Norwège, l'Autriche, l'Espagne, l'Allemagne, la Turquie, le Portugal, a Russie, les Pays-Bas et l'Angleterre. Indépendamment des droits de douane, il est perçu à l'entrée en Algérie une taxe municipale d'octroi de mer, exigible sur toutes les marchandises sans distinction de provenance, et applicable, par conséquent, même aux envois de la métropole.

Le développement des moyens de transport a naturellement suivi en Algérie celui de la production et du trafic qui en est la conséquence. Aux routes construites dans les premières années de la colonisation, sont venus se joindre de nombreux chemins de fer, Depuis 1860, date de la première concession, la colonie a été dotée d'un réseau qui, à la fin de 1889, mesure une longueur de 3.130 *kilomètres ouverts à la circulation*. Quatre compagnies principales, celles de Bône-Guelma et prolongements, de l'Est-Algérien, de l'Ouest-Algérien et la Compagnie Franco-Algérienne, se partagent ce réseau qui relie les trois départements entre eux, et qui depuis le raccordement de Souk-Ahras les met en rapport avec les lignes tunisiennes, formant ainsi une voie qui va sans interruption d'Oran à Tunis. Sur cette longue ligne se greffent en différents points des embranchements qui permettent aux produits du sol de gagner les ports d'embarquement et viennent y prendre les marchandises du dehors.

C'est en effet par mer que s'effectue le trafic extérieur de l'Algérie. De grands travaux d'amélioration récemment commencés dans un certain nombre de ses ports sont actuellement en cours d'exécution, notamment à Alger, Oran, Bône, Philippeville, Mostaganem, Arzew, où les municipalités ou les chambres de commerce ont été autorisées à participer, au moyen de subsides ou d'avances, à la réalisation de l'œuvre considérable entreprise par l'Etat.

Actuellement, Oran et Alger, qui seuls ont des entrepôts réels de douanes, sont les deux ports où le mouvement maritime est le plus actif. Des services réguliers subventionnés, effectués par les paquebots de la Compagnie transatlantique, les relient à Marseille, à Cette et à Port-Vendres et les mettent en communication directe entre eux, ainsi qu'avec Philippeville, Bône, Tunis d'une part, et Tanger d'autre part. Plusieurs autres compagnies de navigation françaises et étrangères font le service des voyageurs et des marchandises tant avec la métropole qu'avec l'Angleterre, l'Espagne, l'Italie et l'Allemagne.

Les navires chargés, expédiés des ports algériens à l'étranger ou arrivant de l'étranger dans la colonie, ont effectué, en 1888, 3,176 voyages représentant un tonnage total de 1,400,000 tonneaux. En y joignant le mouvement des transports entre la France et l'Algérie, on arrive au chiffre de 3,820,658 tonneaux en 6,280 voyages. Le pavillon français a couvert 2,618,000 tonneaux ; il figure dans l'ensemble de la navigation pour une part de 68 1/2 0/0 quant au tonnage. Dans le mouvement maritime avec les autres pays, la concurrence étrangère, notamment celle de l'Angleterre, ne lui laisse qu'une proportion de 18 0/0. Mais le trafic avec nos ports lui procure une compensation dont il est appelé à jouir plus complètement d'ici peu. Une loi en date du 3 avril 1889, faisant un nouveau pas vers l'assimilation de l'Algérie avec la métropole, a en effet étendu à nos relations maritimes avec les ports de la colonie le régime du cabotage, c'est-à-dire l'exclusion des marines étrangères. Les transports entre la France et l'Algérie sont ainsi dès maintenant réservés en principe au pavillon national. Toutefois, cette mesure ne pourra être effectivement appliquée à la plupart des marines étrangères qu'en 1892, à l'expiration des conventions d'où résultent actuellement des droits acquis. — L. R.

Beaux-Arts. Dans toutes les luttes dont l'Algérie a été le théâtre, le développement artistique des divers conquérants de l'Algérie n'a pu suivre un cours régulier. Les Romains avaient couvert le pays de monuments ; il n'en reste que des vestiges bien incomplets, à Cherchell, à Tébessa, à Lambèze, point de concentration des routes entre la Numidie et la Mauritanie, à Sétif, etc. Les rois de Mauritanie nous ont laissé un superbe tombeau en forme de pyramide et dans un bel état de conservation ; çà et là aussi on trouve des monuments celtiques.

Voilà pour l'antiquité. Les monuments musulmans ne sortent pas du médiocre, surtout quand on les compare aux merveilles de l'Espagne, de l'Egypte et même du Maroc. Trop de peuples se sont succédé, trop de luttes ont amené des destructions. Il reste pourtant d'assez jolies mosquées, un peu partout. Nous citerons, à Alger, la grande mosquée, et celle de Sidi-abd-el-Rhaman, au-dessus de l'esplanade Bab-el-Oued, dont l'effet est ravissant ; à Tlemcen la mosquée Mansourah, celles de Sidi-ben-Madin et Djama-Kabira. Tous ces édifices sont bâtis sur le même plan et avec une ornementation analogue, ce qui leur enlève de l'intérêt ; c'est une série de colonnades avec une disposition rectangulaire ; dans un coin le *mihrab*, ou niche orientée qui permet au fidèle de faire face à la Mecque. Un minaret donne à la construction son caractère ; c'est une tour carrée surmontée d'une terrasse à créneaux, et au-dessus un petit appendice coiffé d'un toit pointu, surmonté lui-même d'une flèche avec trois boules de cuivre doré ; un croissant termine le tout.

L'extérieur de tous ces édifices est simple : ouvertures rares, balcons de bois fermés, soutenus par des poutres apparentes, murs blancs relevés çà et là, autour des portes surtout, d'une bordure en faïence bleue ou verte, Mais à l'intérieur la richesse de décoration est très grande, et toujours d'un goût parfait. Les murs sont couverts d'arabesques d'une incroyable fantaisie, car elles ne sont jamais moulées, mais bien tracées à même le plâtre frais selon l'inspiration de l'ouvrier, ce qui leur laisse une précieuse liberté d'allure. Partout où la muraille ne doit pas paraître, elle est couverte de faïences aux vives couleurs, percées de niches peintes, ou garnies d'étagères supportant de beaux vases. Le sol est pavé en mosaïque ou en marbre, et recouvert de tapis ; les plafonds sont très décorés, à compartiments peints, quel-

quefois sculptés. Cette décoration très chargée, baignée par un soleil discret, n'est jamais heurtée ou criarde, comme on pourrait le craindre ; les artistes arabes ont le sentiment de l'harmonie extraordinairement développé, comme toutes les races très civilisées d'Orient, et malgré toute la fantaisie de leur esprit, on ne peut leur reprocher aucun écart de goût.

L'apogée de l'art algérien est au XIIIe siècle, pour l'élégance de l'ornementation et la sobriété harmonieuse des couleurs, il n'est pas d'époque plus parfaite; l'architecture y est essentiellement primesautière, au moins dans les détails; rien ne supporte l'analyse, mais l'ensemble est irréprochable. Au XVIe siècle, après un moment de décadence, la conquête turque introduit des



Fig. 27. — *Femme kabyle parée de ses bijoux.*

motifs persans d'une richesse plus grande, mais qui ne sont pas toujours employés avec mesure.

Les bazars, les caravansérails, les *madresa* ou collèges, complètent les différents groupes de l'architecture algérienne, mais leur construction n'offre rien de particulièrement intéressant.

La religion musulmane interdisant la reproduction figurée des êtres vivants, la peinture et la sculpture en sont réduites aux figures géométriques et aux caractères d'écriture arabe, et il n'en peut être fait ici une étude spéciale. — V. ORIENTAL.

ARTS DÉCORATIFS. Peu à peu les indigènes abandonnent pour l'agriculture la plupart de leurs industries nationales, si remarquables, et les produits manufacturés européens remplacent malheureusement les burnous en poil de chèvre ou de chameau, les kaiks, les tapis, les sabres gravés, les fourreaux sculptés et incrustés, les cuirs si curieux des harnachements, même ces loques innommables, si drôlement bariolées, mais auxquelles le soleil donne une prestigieuse magie de couleurs.

L'industrie du métal comprend la dinanderie, très remarquable, surtout en ce qui concerne les récipients divers en cuivre gravé, parfois doré, et les lampes de mosquée; souvent l'émail joue dans cette ornementation un rôle important; l'orfèvrerie et la ciselure, qui se servent également de l'émail et de la dorure comme adjuvants, et qui ont produit de jolis bijoux en métal repercé, en filigrane d'argent. Les bijoux kabyles surtout sont renommés et ils méritent une mention spéciale pour l'originalité de leur fabrication. Ils sont en argent, soit émaillé, soit filigrané et accompagnés de coraux polis. L'émail, posé sur cloisonnés, comprend quatre couleurs : bleu clair, vert foncé, vert clair et jaune. Les fonds sont mats, ou de teinte vieil argent, des bossettes en relief et polies tranchent sur le tout et imitent les perles. Le fini de ces diverses pièces et leur goût dénotent chez les Kabyles un art véritable; on ne peut leur reprocher qu'une profusion excessive dans l'application qu'ils en font au costume : les femmes kabyles, qui sont plus belles, plus élégantes que les femmes arabes, portent des parures de quinze à dix-huit livres d'argent, de corail et d'ambre. Ces bijoux étant très minces et le plus souvent à jours, on pourra juger par là de l'étalage surabondant de ces richesses (fig. 27).

Les broderies sur cuir, sur étoffes, sont une des grandes industries du pays, et une de celles qui ont le mieux résisté à l'invasion européenne, babouches, bottes, fourreaux de sabre, selles et harnachements, sont brodés d'or sur fond rouge ou vert; les voiles et les ceintures sont également brodés, même les robes et les corsages, bien que leur usage soit moins répandu en Algérie que dans les pays d'extrême Orient. L'ornementation générale de ces broderies a presque toujours une origine mauresque. L'industrie des tapis et des tentures est aussi très prospère. Là, l'ornementation est plutôt syriaque et persane, tout en restant inférieure aux produits analogues de l'Asie.

L'Algérie à l'Exposition de 1889.

Nous avons la bonne fortune de commencer nos études spéciales sur les expositions de nos colonies et de l'étranger par celle qui, d'un avis unanime, a été jugée, non seulement très intéressante, mais entre toutes la plus agréable aux yeux et la plus gaie. Les organisateurs ont compris quel parti ils pouvaient tirer de l'architecture multicolore des Arabes, des minarets, des dômes, des balcons fermés, accompagnés de la verdure opulente du pays du soleil, sur lesquels trancheraient les vêtements pittoresques des indigènes. En mettant à profit les études archéologiques sur les édifices anciens du pays, le goût des ouvriers orientaux pour la décoration, dirigé par l'expérience d'architectes habiles et de colons intelligents, ils sont parvenus à intéresser à l'œuvre de la colonisation algérienne le grand public qu'il est difficile de séduire; ils ont su attirer dans une exposition uniquement agricole, qui n'a pour attrait ni le prestige des mines d'or ou de diamant, ni la curiosité des peuples inconnus, aux mœurs étranges, la foule des visiteurs sérieux et des badauds. L'honneur en est aux commissaires, aux architectes, MM. Ballu et Marquette, et à la Compagnie de l'Oued-Rirh' qui a complété par une fort jolie annexe l'ensemble du pavillon dressé par la commission algérienne.

Ce pavillon, d'ailleurs très bien situé, près d'une des entrées les mieux accessibles de l'Exposition, donnait une tache blanche au milieu de la verdure des plantes tropicales. L'entrée avait la forme d'un rectangle ouvert sur l'un des côtés. Au milieu une fontaine entourée de palmiers, au fond une galerie couverte avec une colonnade, à droite les magasins du bazar, dont les éta-

lages étaient au dehors, à gauche enfin le palais proprement dit, dans lequel nous allons pénétrer.

Les différentes parties du palais, autant de merveilles, ont été toutes empruntées à des édifices algériens en réputation. Naturellement il a fallu, suivant le cas, en augmenter ou en réduire l'échelle, pour les mettre entre elles en parfaite harmonie. Il a fallu aussi les relier par des éléments étrangers, mais du même style. C'est là qu'il faut admirer la science et l'esprit d'invention des architectes. La partie purement décorative, surtout, a dû être modifiée, notamment en ce qui concerne l'adaptation des vitraux colorés; elle était d'un goût parfait, et tout l'honneur en revient à M. Marquette, à qui cette tâche difficile avait été réservée.

La porte d'entrée était le *mihrab* de la mosquée de la Pêcherie, à laquelle appartenait encore la loggia extérieure adjacente. Le pavillon vert au-dessus de la colonnade était la reproduction de celui où le bey d'Alger donna à notre ambassadeur ce fameux coup d'éventail, signal de sa perte. La galerie extérieure appartenait à la bibliothèque d'Alger. La façade qui regardait l'exposition de la Tunisie était particulièrement remarquable dans son ensemble, les arcatures étaient prises à la bibliothèque, ainsi que la fort jolie porte de sortie.

A la mosquée de Sidi-Abd-el-Rhaman ont été empruntés le minaret, la coupole et le vestibule d'entrée.

A l'intérieur une vaste galerie servait de dégagement. Sa décoration, la merveille du palais, était empruntée à l'archevêché, à la maison d'Aziza Bey; et au musée d'Alger, dont les arcades élégantes donnaient vue et accès sur les salles d'exposition. Dans cette galerie étaient placés quelques fragments de sculptures antiques qui donnaient la plus haute idée de l'art romain en Afrique. La pièce la plus remarquable était le buste de la Vénus trouvée à Cherchell.

Le plafond était peint avec une richesse très grande, et le jour était donné par de beaux vitraux mauresques peints par Didron et Oudinot.

Au fond, un élégant salon algérien, sous coupole à pendentifs, offrait aux visiteurs un joli exemple du style des intérieurs mauresques; les murs étaient couverts de faïences, les meubles étaient incrustés de nacre, les portes en marqueterie à fond rouge tranchant sur les tentures d'une tonalité chaude. Les architectes voulaient faire de ce petit salon un coin frais et agréable, avec une petite fontaine entourée de divans. Mais le commissariat en a disposé autrement. La maison Bacri a meublé le salon, et en interdisait l'entrée par une cordelette tendue à travers la galerie. C'était dommage!

L'exposition proprement dite a été partagée en trois sections parallèles, comprenant chacune un département: Alger, Oran, Constantine, soit trois salles longues terminées chacune par une plus petite consacrée uniquement à l'exposition vinicole, la partie la plus importante de l'envoi algérien. Une quatrième, parallèle, comprenait des peintures et des vues photographiques du pays, et aboutissait à un petit salon de lecture sobrement décoré.

Dans la section oranaise, nous avons remarqué les peaux de tigres et de lions de V. Monier, les marbres onyx de Tekbalet, envoyés par MM. Pallu et C^ie^, et ceux de Guelma. La pièce maîtresse de cette section était une grande vasque supportée par quatre colonnes sur piédestal. A citer encore les costumes et broderies envoyés par M^me^ Magne. L'industrie textile semble former le fond de la colonisation de l'ouest algérien. L'alfa, dont le chemin de fer d'Arzew à Saïda traverse les champs immenses, est, on l'a vu plus haut, une des richesses du pays. Ses intéressantes applications : tapis, tentures, cordes, sacs, pâte à papier, etc., occupaient les vitrines voisines, sous les noms notamment de MM. Barbet, à Tlélat, et Lajoukaire, à Oran. Un autre textile est employé dans l'industrie, et avec succès à ce qu'il semble, c'est le crin végétal provenant du palmier nain.

La salle consacrée aux productions du département d'Alger était, par sa variété, d'un intérêt plus grand pour la foule. C'est, ici, un Arabe à cheval, tout équipé en guerre, là les bijoux arabes et les beaux plats gravés par M. St. Léon. Une vitrine contenaient les curiosités locales: objets en métal filigrané, fourneaux sculptés, fusils incrustés, vingt objets et ustensiles en marqueterie, selles brodées, lampes de mosquée émaillées et peintes, etc.; dans une autre on pouvait admirer de magnifiques plumes d'autruche, d'un prix considérable, provenant de la colonie agricole de Coléah.

Beaucoup de beaux bois dans la région. Les trappistes de Staouéli ont envoyé des échantillons fort remarqués, notamment d'eucalyptus. M. L. Tardieu exposait des billes et des morceaux de choix, où l'on retrouvait toutes les essences rares pour lesquelles le nord de l'Afrique est terre bénie : sycomore, acacia, thuya, santal, laurier, cèdre surtout, très dur et prenant bien le vernis. Mais ce qu'il fallait voir surtout, c'était l'exposition de l'administration forestière algérienne, dans la galerie d'accès du palais; elle méritait l'attention des industriels.

A noter encore parmi les productions indigènes les laines et les soies, les huiles de Guelma, les vermouths, les pâtes alimentaires, le sucre de Sorgho, etc.

Dans la section de Constantine, les meubles nous attiraient tout d'abord. M. Meuser fils, à Constantine, a envoyé une belle salle à manger en bois de cèdre, dont les tons gais et clairs conviennent bien à l'éclairage des pays méridionaux. D'ailleurs, la plupart des ameublements sont faits avec cette essence. C'est ainsi que M. Arnaud, à Bône, nous montrait une chambre à coucher mauresque qui détonait peut être un peu dans le milieu où on l'avait placée, mais dont le dessin et la couleur étaient d'une originalité indiscutable. Bône est un des principaux centres industriels du département. On y trouve encore une manufacture de tabacs, les ateliers de M. Devriès pour l'utilisation de l'alfa, une maison arabe, très complète et très coquette d'aspect, dont le modèle exposé était dû à M. Fr. Camilleri.

Dans cette même salle de Constantine, la Société agricole de Batna et du Sud-Algérien exposait des dattes et de l'alfa. Les plans en relief de ses oasis et son système de colonisation par les puits jaillissants offraient un réel intérêt, mais nous allons retrouver ces procédés avec la Compagnie de l'Oued-Rirh' à laquelle on avait réservé une place spéciale dans l'exposition algérienne.

Nous ne nous attarderons pas dans les salles réservées aux produits vinicoles, parce que nous sommes arrêtés par la difficulté de citer des noms. Il faudrait nommer tous les grands propriétaires, tous ceux qui se sont distingués par l'étendue de leur exploitation, par l'excellence de leurs crus, par l'habileté qu'ils ont montrée ou par les améliorations qu'ils ont su réaliser.

Bornons-nous à rappeler que c'est à l'établissement des trappistes de Staouéli que les premiers essais raisonnés de vignobles ont été tentés.

Après un coup d'œil donné, au dehors, sur l'installation de la Compagnie des chênes-liège de la petite Kabylie, nous arrivons à la Compagnie de l'Oued-Rirh', au pavillon de laquelle nous accédons par une jolie façade couverte de faïences à fond bleu, empruntée à la mosquée de Sidi-bou-Haloui, à Tlemcen.

Les fondateurs de cette Société, MM. Fau et Foureau, se sont installés dans la vallée aride de l'Oued-Rirh', qui s'étend près de 150 kilomètres, entre Biskra et Touggourt, et ils ont tenté de planter de palmiers tout cet espace inculte, en creusant des puits artésiens et en créant une suite non interrompue d'oasis. En effet, il existe sous le sol de la vallée une nappe souterraine d'une grande importance, et qu'on fait jaillir en creusant le sol d'environ 50 à 80 mètres selon les endroits.

C'est d'ailleurs le système général de colonisation du

désert. Rappelons que, de 1856 à 1880, il a été exécuté dans le seul département de Constantine 179 recherches d'eaux jaillissantes et 297 recherches d'eaux ascendantes, qui sont devenues le noyau d'autant d'oasis à palmiers. La Compagnie de l'Oued-Rirh' a exécuté pour sa part 13 forages, donnant 26,000 litres d'eau à la minute, et elle est en possession d'un outillage puissant, dont elle expose les modèles, qui va lui permettre d'étendre encore ses cultures. Elle a 60,000 dattiers dans ses oasis. Chaque arbre femelle produit à l'âge de huit ans environ 15 kilogrammes de fruits ; le rapport moyen de ces arbres est d'environ 3 fr. 50.

Ce qu'il y a de remarquable dans ce genre de colonisation, c'est que les diverses sociétés qui ont entrepris, à la suite de MM. Fau et Foureau, le forage des puits artésiens, ont conquis à la France et à la culture des territoires absolument incultes. Elles ont fait davantage pour l'influence française au désert que toutes les colonnes d'expéditions et toutes les razzia, qui n'atteignent guère un insaisissable ennemi. D'ailleurs on ne cultive pas que le palmier dans ces centres agricoles, et il paraît certain que le désert irrigué pourrait devenir le jardin de la France.

Voilà le résumé des côtés pratiques de la section algérienne. Que dire maintenant des amusements qui ont fait son succès, des fantasias, de la *nouba* des Turcos, des cafés maures, de la danse du ventre, des Aïssaouas qui mangent du feu ou se percent le visage, du sérail des Touaregs ou des intérieurs kabyles? Il est regrettable que le cadre de ce *Dictionnaire* ne nous permette pas de nous étendre plus longuement sur des mœurs qui disparaissent de jour en jour devant notre civilisation, et qu'il ne nous avait pas été donné de voir jusqu'ici à Paris, dans un cadre aussi original et d'une manière aussi complète. — C. DE M.

• **ALIGNEMENT**. *T. de topog.* On figure une ligne droite sur le terrain par une série de jalons qu'il est très facile de placer en ligne droite. Supposons, par exemple, qu'on veuille placer un jalon quelque part sur le prolongement de la droite définie par les deux jalons A et B. L'opérateur enverra son aide, tenant le jalon à la main, à l'endroit où celui-ci devra être posé ; puis, s'étant installé lui-même derrière le jalon A, il placera son œil de manière que le jalon B soit caché par A, et il fera des signes à son aide jusqu'à ce que celui-ci ait placé le jalon C de telle sorte que lui aussi

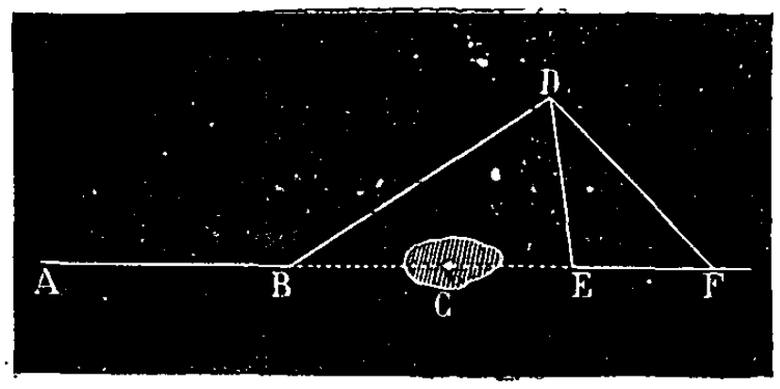


Fig. 28.

soit caché par A. Si l'alignement doit avoir une grande longueur, ou si l'on veut une très grande précision, il ne faut pas se contenter de ces visées à l'œil nu; on emploie une lunette munie d'un réticule qu'on installe dans la direction voulue, et l'on fait planter les jalons de manière que chacun d'eux vienne produire son image dans la lunette, juste sur le fil du réticule.

Une difficulté se présente lorsque l'alignement doit être prolongé au delà d'un obstacle qui masque la vue. On emploie dans ce cas un procédé trigonométrique. Supposons qu'il s'agisse de prolonger la ligne droite AB (fig. 28) au delà de l'obstacle C. En B on mènera la droite quelconque BD, et l'on mesurera l'angle ABD, dont le supplément est l'angle EBD. En D, on tirera les deux droites quelconques DE et DF, et l'on mesurera les deux angles BDE, BDF. Enfin, on mesurera la longueur BD à l'aide de la chaîne d'arpenteur. Dès lors, dans chacun des deux triangles BDE, BDF, on connaît le côté BD, et les deux angles adjacents. On pourra donc résoudre ces deux triangles et déterminer les longueurs DE et DF, ce qui permettra de placer en E et F, deux jalons à l'aide desquels on pourra continuer l'alignement. — M. F.

• **ALIMENTATION D'EAU**. *T. de chem. de fer.* On trouvera aux art. GRUE D'ALIMENTATION et RÉSERVOIR D'EAU les indications relatives aux appareils en usage dans les chemins de fer, pour remplir les tenders des locomotives et leur fournir, au fur et à mesure de l'épuisement en cours de route, l'eau nécessaire à la production de la vapeur, c'est-à-dire de la force motrice. Il reste à indiquer quelles sont les bases d'après lesquelles doit se guider l'ingénieur chargé de la construction d'une ligne de chemin de fer, pour étudier l'installation générale de cette alimentation et pour fixer les points de la ligne où il est nécessaire de prévoir l'établissement de réservoirs et de grues.

Une machine, en service normal, consomme au moins 50 litres d'eau par heure et par mètre carré de surface de chauffe ; pour une surface de 120 mètres carrés, cela représente une consommation de 6 mètres cubes à l'heure, correspondant à la capacité minimum aujourd'hui admise pour les tenders; en admettant que la vitesse moyenne de la marche des trains soit de 30 kilomètres à l'heure, on devrait donc placer un appareil d'alimentation au moins tous les 30 kilomètres. Mais on descend généralement au-dessous de ce chiffre, parce qu'on fait intervenir d'autres considérations dans le choix des emplacements, par exemple le voisinage d'une source abondante et pure, la position des stations avec lesquelles doit, bien entendu, coïncider l'alimentation qui se fait pendant l'arrêt régulier des trains, le profil de la ligne qui, s'il est accidenté, nécessite une alimentation plus fréquente, puisque la consommation d'eau est évidemment plus forte.

Le choix du moteur est une question de prix de revient : si la quantité d'eau à débiter est faible, on emploie une pompe à bras, pourtant à la condition que la main-d'œuvre soit à bas prix ; si l'on dispose d'une chute d'eau, on peut encore l'utiliser; dans quelques cas exceptionnels, on a eu recours à des moulins à vent auxquels il faut, à cause du défaut de continuité de cette force motrice, suppléer par l'installation de pompes à bras. Mais, dans la généralité des cas, c'est une machine à vapeur de 3 à 6 chevaux qu'on installe avec une pompe aspirante et foulante.

La capacité de la prise d'eau dépend de l'inten-

sité de la circulation et du nombre des machines que l'on peut avoir à alimenter. Etant donnés :

l et l' les longueurs des sections situées de part et d'autre de la station qu'il s'agit d'alimenter ;

n_1 n_2 les nombres de trains circulant chaque jour dans chaque sens ;

c la consommation d'eau, par kilomètre, des locomotives.

La capacité maxima C de la prise d'eau sera donnée par la formule

$$C = c(n_1 \times l + n_2 \times l').$$

ce sera le volume à donner au réservoir, si l'on admet qu'on ne renouvelle l'approvisionnement qu'une fois par jour ; mais si la machine d'alimentation donne un débit de D mètres cubes par heure, il faut que l'on ait :

$$\frac{C}{12} \text{ ou } \frac{C}{24} > D$$

suivant qu'il n'y a pas ou qu'il y a un service de nuit sur la ligne en question.

Dans un certain nombre de gares du réseau du Nord, on a fusionné l'alimentation d'eau avec la fourniture de la force nécessaire à la charge d'accumulateurs électriques, utilisés, soit pour l'éclairage de la gare, soit pour la mise en marche des cabestans permettant de faire tourner les machines et les vagons sur les plaques.

En Angleterre et sur le Pensylvania Railroad, aux Etats-Unis, on a souvent recours au procédé Ramsbottom, qui évite les pertes de temps résultant des arrêts nécessaires pour l'alimentation des machines ; le remplissage du tender se fait pendant la marche du train, dans une auge en maçonnerie ou en métal, installée entre les rails. Le tender est muni d'un tuyau, dont l'extrémité inférieure, mobile autour d'une charnière, peut descendre dans l'auge, quand le chauffeur la rabat. La vitesse du train, au moment où plonge cet ajutage, force l'eau à y monter et le tender se remplit dans un temps très court. Ainsi, pour un tender de 10 mètres cubes, il suffit de circuler avec une vitesse de 35 kilomètres à l'heure sur une auge d'une longueur de 865 mètres. — M. C.

— V. *Traité d'exploitation des chemins de fer*, Huberti, Flamache et Stevart, Bruxelles, 1889.

Alimentation d'eau pour les villes. L'eau est devenue dans les cités modernes une nécessité incontestable, sans laquelle on ne saurait appliquer convenablement et efficacement les principes de l'hygiène et de la salubrité publique.

Dès la plus haute antiquité, on avait compris qu'une abondante alimentation d'eau était un élément indispensable pour la vie et le bien-être des villes populeuses ; la civilisation romaine nous a laissé à cet égard des vestiges remarquables, qui témoignent des travaux gigantesques auxquels on n'hésitait pas à se livrer alors pour satisfaire à cette condition d'une large distribution d'eau dans les agglomérations urbaines. A notre époque, un grand nombre de villes se sont imposé à cet égard d'énormes sacrifices et ont exécuté des ouvrages qui rivalisent avantageusement avec les conceptions grandioses des Romains. Les besoins se sont développés à mesure que les moyens d'alimentation se perfectionnaient, et nous verrons, en traitant spécialement des *distributions d'eau*, les proportions dans lesquelles les villes les plus importantes d'Europe et du Nouveau-Monde sont actuellement pourvues d'une alimentation d'eau destinée aux usages publics et particuliers. — V. Distribution d'eau.

ALIZARINE ARTIFICIELLE. Nous ajouterons aux différentes considérations, déjà présentées dans le *Dictionnaire* sur ce sujet (V. Alizarine naturelle, Alizarine artificielle, Garance, Teinture), une classification des méthodes exploitées ou proposées pour la fabrication de cette série de colorants et quelques courtes réflexions d'économie industrielle.

I. *Classification des procédés.* A. Il y a des méthodes qui conduisent à l'alizarine en passant par l'anthraquinone et des méthodes qui suppriment ce passage. Bien que cette suppression réponde à l'un des desiderata de la fabrication de l'alizarine et que théoriquement on puisse en entrevoir la possibilité, pratiquement, dans la grande industrie, aucune des usines en activité ne supprime cette opération.

B. Certains systèmes font réagir l'acide sulfurique sur l'anthracène et d'autres le font réagir sur l'anthraquinone, en d'autres termes, les uns oxydent avant l'action de l'acide sulfurique et les autres oxydent après l'action de l'acide sulfurique. Bien que dans ces deux méthodes, après les deux opérations d'oxydation et de sulfoconjugaison, se succédant dans un ordre ou *vice versâ*, on arrive à l'acide anthraquino-mono ou disulfonique, le procédé d'oxydation après sulfoconjugaison est pratiquement moins avantageux et est généralement abandonné.

C. Il y a des méthodes qui forment l'anthraquinone par le bichromate de potasse et un acide et d'autres qui la préparent avec acide nitrique, acide chromique, bioxyde de plomb ou de manganèse, etc. Mais la marche de beaucoup la plus suivie est celle par le bichromate et l'acide, l'acide sulfurique plutôt que l'acide acétique par raison d'économie.

D. Il y a des procédés qui conduisent de l'anthraquinone à l'alizarine par la voie directe consistant dans la substitution de deux oxhydryles à deux atomes d'hydrogène de l'anthraquinone, ou dans la fixation de deux oxygènes sur l'anthraquinone, et des méthodes qui suivent la voie indirecte en ne substituant les deux oxhydryles que dans une anthraquinone déjà transformée par substitution et devenue anthraquinone chlorée, bromée, nitrée, amidée, sulfonée, etc. Bien que la transformation de l'anthraquinone en alizarine soit possible, cependant la voie indirecte a semblé jusqu'à ce jour devoir être préférée dans la pratique.

E. Enfin, il y a les méthodes indirectes qui recourent aux substitutions sulfoniques et celles qui recourent à d'autres corps, simples ou composés, capables d'être substitués à l'hydrogène dans l'anthraquinone. Dans la pratique, c'est la méthode des acides sulfo-conjugués qui est

suivie. D'où, en résumé, pour la méthode actuelle employée dans la grande industrie : 1° purification de l'anthracène brut par pression à froid et à chaud, par lavage avec solvent naphta ou avec éther de pétrole, par sublimation; 2° formation de l'anthraquinone par acide sulfurique et bichromate, et purification de l'anthraquinone brute par acide sulfurique concentré et à 100°, puis par sublimation; 3° traitement par acide sulfurique à 45 0/0, SO^3, pour former avec l'anthraquinone, soit le dérivé monosulfonique qui donnera l'alizarine pure (alizarine pour violet), soit les deux dérivés isomères bisulfoniques qui donneront les isomères correspondants de la purpurine (alizarine pour rouge); 4° traitement par la soude caustique des sels sodiques de ces acides pour obtenir, soit l'alizarate, soit les isomères du purpurate de soude; 5° traitement par l'acide des alizarates et isopurpurates pour mettre en liberté, soit l'alizarine, soit les isomères de la purpurine qui sont vendus à l'état de pâte à 20 0/0 à raison de 230 francs les 100 kilogrammes. Pour les réactions de fabrication d'anthraquinone, des dérivés sulfoniques, des actions successives de la soude (V. GARANCE, § *Alizarine artificielle*). Nous ajouterons les équations :

1° Pour l'ensemble des actions de la soude :

$$\underset{\text{Acide anthraquino-monosulfonique}}{C^{14}H^7(SO^3H)O^2} + \underset{\text{Soude}}{4NaOH}$$

$$= \underset{\text{Alizarate}}{C^{14}H^6(ONa)^2O^2} + \underset{\text{Sulfite de soude}}{SO^3Na^2} + \underset{\text{Eau}}{2H^2O} + \underset{\text{Hydrogène}}{H^2}$$

$$\underset{\text{Acide anthraquino-disulfonique}}{C^{14}H^6(SO^3H)^2O^2} + \underset{\text{Soude}}{7NaOH}$$

$$= \underset{\text{Iso ou flavopurpurate}}{C^{14}H^5(ONa)^3O^2} + \underset{\text{Sulfite de soude}}{2SO^3Na^2} + \underset{\text{Eau}}{4H^2O} + \underset{\text{Hydrogène}}{H^2}$$

2° Pour le produit industriel, alizarines pour violet ou pour rouge :

$$\underset{\text{Alizarate}}{C^{14}H^6(ONa)^2O^2} + \underset{\text{Acide sulfurique}}{SO^4H^2} = \underset{\text{Alizarine pr violet}}{C^{14}H^6(OH)^2O^2} + \underset{\text{Sulfate de soude}}{SO^4Na^2}$$

$$\underset{\text{Iso ou flavopurpurate}}{2C^{14}H^5(ONa)^3O^2} + \underset{\text{Acide sulfurique}}{3SO^4H^2} = \underset{\text{Anthra ou flavopurpurine (alizarine pr rouge)}}{2C^{14}H^5(OH)^3O^2} + \underset{\text{Sulfate de soude}}{3SO^4Na^2}$$

II. *Economie industrielle.* L'industrie des matières colorantes artificielles du goudron a pris depuis une trentaine d'années une extension extraordinaire. Son importance actuelle répond à 120,000,000 de francs au moins comme production annuelle, et dans ce chiffre l'alizarine est non seulement au premier rang, mais elle prend à elle seule autant que toutes les autres réunies.

La France aurait pu et dû marcher à la tête des autres nations dans le développement de cette branche d'industrie qui est éminemment française, par ses débuts pratiques et par le plus grand nombre des découvertes qui s'y rattachent; et au lieu de marcher la première, elle arrive à peu près la dernière, c'est-à-dire après l'Allemagne, l'Angleterre, la Suisse. C'est l'Allemagne qui a pour ainsi dire monopolisé cette industrie, en particulier pour l'alizarine. Elle fabrique, en effet, presque les neuf dixièmes de l'alizarine artificielle. Et pourtant elle est tributaire des autres pays, de la France et surtout de l'Angleterre pour les goudrons et l'anthracène, matière première de l'alizarine. S'il lui faut environ 1,400 tonnes d'anthracène, elle n'en produit guère que 200.

Comment expliquer cette situation relative de la France et de l'Allemagne? Notre législation sur les brevets nous a été très funeste, tandis que la Suisse et l'Allemagne ont offert sous ce rapport un terrain plus favorable pour le développement de cette industrie. Plusieurs corps d'une grande consommation dans la fabrication des colorants, comme soude, bichromate, sel, alcool, sont grevés d'impôts en France; la main-d'œuvre et le charbon y sont plus chers; enfin, nous nous sommes laissé devancer de quinze années par l'Allemagne dans l'établissement des écoles de chimie technique.

Le remède à cette situation regrettable ne peut se trouver que dans la fondation de laboratoires spéciaux, offrant toutes les ressources pour la formation des futurs directeurs de fabrication des colorants et dans l'élévation, au moins transitoirement, des droits protecteurs non seulement pour les colorants eux-mêmes, mais encore pour les termes de passage des matières premières aux colorants. — V. ORANGE et VERT, § *Vert acide.*

Remarques. 1. L'acide acétique qui est employé industriellement dans la proportion de 1 à 2 litres à 8° par mètre cube de bain de teinture sert à éviter la formation de la laque calcaire d'alizarine ou de bleu d'anthracène qui est terne, et à favoriser la formation des laques d'alumine, de chrome, qui sont les plus belles.

2. Pour les produits de cette série à l'état de composés bisulfitiques, comme le bleu d'anthracène soluble, la conduite de la chaleur est très importante pour le succès des opérations.

3. L'alizarine artificielle et le bleu d'anthracène se substituent à la garance et au bleu de cuve, même pour la draperie militaire en Allemagne. La question a fait moins de chemin en France.

4. L'alizarine n'était représentée à l'Exposition de 1889 que par les anthracènes riches de Dehaynin et le jaune d'alizarine de Compagnie parisienne des couleurs d'aniline au Tremblay-Creil. — H. V.

***ALLEMAGNE.** Seule de tous les pays du globe, l'Allemagne s'est abstenue de prendre part à l'Exposition universelle de 1889. C'est une question dont l'étude pourrait n'être pas sans intérêt, que celle de savoir dans quelle mesure on a eu à se féliciter chez nos voisins de l'attitude prise en cette circonstance par le Gouvernement impérial. A en juger par tout ce qui s'est dit et publié depuis quelques mois de l'autre côté de la frontière, la réponse ne serait pas, en tous cas, de celles dont la France ait lieu de se plaindre. Mais c'est affaire aux intéressés de se mettre d'accord sur la place plus ou moins brillante qu'auraient pu occuper dans la lutte pacifique à laquelle notre pays avait convié l'Univers, ceux qui n'ont pas cru devoir se rendre à son appel. Au lendemain d'un succès devant lequel les moins bien disposés à notre égard ont dû s'incliner, on aurait mauvaise grâce à insister chez nous sur un sujet aussi délicat. Nous avons mieux à faire au surplus que de nous livrer à des comparaisons forcément vagues et stériles entre

a été représentée au Champ de Mars et la valeur d'efforts dont les résultats ne nous ont pas été mis sous les yeux. Ces efforts, chacun le sait, ont été considérables en Allemagne au cours des dernières années, et l'absence même d'éléments matériels d'appréciation qui eussent pu nous permettre d'en mesurer directement l'étendue, doit nous rendre plus attentifs à noter impartialement tous les phénomènes susceptibles de fournir quelques indications sur les ressources véritables de rivaux qui, jusque sur le terrain économique, ont tenu à se poser vis-à-vis de nous en ennemis.

Les modifications apportées au programme du *Dictionnaire* comprenant la publication dans ce *Supplément* d'une série de travaux relatifs à la situation industrielle et commerciale des pays étrangers, il nous a semblé particulièrement utile de réunir ici des renseignements précis et assez détaillés pour mettre nos lecteurs à même de se faire une opinion raisonnée sur l'état actuel de la production, les conditions du travail et le mouvement des échanges en Allemagne. Nous nous sommes attachés à puiser les chiffres qui ont servi de base à cette étude et les faits qui y sont énoncés aux sources les plus autorisées. Nous avons eu recours la plupart du temps aux tableaux officiels dressés par le bureau de statistique de l'Empire, *ainsi qu'aux rapports dans lesquels* les chambres de commerce allemandes résument chaque année leurs observations et leurs vœux. Nous avons complété nos informations sur certains points en consultant, dans la collection du *Bulletin consulaire français*, et dans celle du *Moniteur officiel du Commerce*, les rapports de nos agents diplomatiques établis dans les principaux centres manufacturiers de l'Empire, et en les rapprochant des communications analogues adressées par les consuls étrangers à leurs gouvernements respectifs. Parmi les documents de ce genre, auxquels nous avons eu l'occasion de nous reporter le plus fréquemment, nous devons signaler deux rapports très remarquables, dans lesquels M. Amédée Martreau, consul de France, a consigné les résultats d'une mission spéciale en Allemagne.

Situation économique. La superficie de l'Empire d'Allemagne est de 540,608 kilomètres carrés. Le territoire de l'Union douanière et commerciale, ou Zollverein, coïncide à peu près avec celui de l'Empire; les exceptions les plus considérables, qui étaient faites par l'article 33 de la Constitution de 1871 pour les territoires de Hambourg et de Brême, ont disparu, au mois d'octobre 1888, par suite de l'incorporation de ces deux villes à l'Union.

La population totale des 26 Etats composant l'Empire est actuellement d'environ 48,000,000 d'habitants; elle s'élevait, lors du recensement officiel du 1er décembre 1885, à 46,855,704 habitants, en augmentation de 1,633,951 sur celui du 5 juin 1882. On comptait dans ce dénombrement 16,058,080 personnes exerçant des professions industrielles et 18,840,818 se livrant à la production agricole.

La population rurale domine dans les Etats suivants : Bavière (2,643,986 agriculteurs contre 1,492,390 individus vivant du travail industriel), Wurtemberg, Bade, Mecklembourg-Schwerin, Mecklembourg-Strelitz, Oldenbourg, Waldeck. L'élément industriel l'emporte au contraire dans les pays saxons, en particulier dans le royaume de Saxe (1,695,895 contre 598,592 agriculteurs; c'est la région où la population atteint son maximum de densité: 212 habitants par kilomètre carré), les duchés de Saxe-Meiningen, Saxe-Altenbourg, Saxe-Cobourg-Gotha: dans le duché de Brunswick, le duché d'Anhalt, les deux principautés de Reuss. Dans le grand duché de Hesse, la part des deux éléments est presque égale. En Alsace-Lorraine la population rurale est représentée par 563,272 individus, la population industrielle par 627,800. Enfin dans le royaume de Prusse, le contingent industriel se chiffre par 9,393,750 personnes, contre un personnel agricole de 11,678,383; les deux éléments se distribuent d'ailleurs différemment suivant les provinces: c'est ainsi que la première catégorie est la plus nombreuse dans les districts miniers et manufacturiers de Westphalie et de la Prusse rhénane.

D'une manière générale, on peut dire que la production industrielle est plus active dans les régions de l'ouest et du centre de l'Empire, les exploitations agricoles plus nombreuses et plus vastes vers le nord et vers l'est.

Pendant très longtemps, la culture du sol a tenu la première place parmi les ressources de l'Allemagne. Aujourd'hui encore, malgré la période très pénible qu'elle a eu à traverser depuis une dizaine d'années, la production agricole a une importance considérable. Les neuf dixièmes du sol allemand sont productifs ou ont été rendus tels par le travail, car les terrains de la grande plaine du nord sont naturellement sablonneux et marécageux. La *propriété rurale est très morcelée dans l'ouest et dans les* pays rhénans, mais les provinces orientales sont encore des pays de grande culture où la moitié du sol appartient à des propriétaires ayant au moins 25 hectares.

Les cultures industrielles ont pris depuis quelques années une extension très grande, au détriment de la culture des céréales. Celle du blé en particulier est loin d'y jouer le rôle prépondérant qu'elle a en France. La production de l'Allemagne en froment n'est guère estimée à plus de 2,599,000 tonnes, année moyenne.

Le seigle, au contraire, représente une très forte part des ensemencements. On le récolte surtout dans la Saxe, le Brandebourg, la Poméranie, la Prusse, la Silésie, la Westphalie, le Schleswig-Holstein, la Bavière. Il forme la base de l'alimentation d'une très grande partie de la population. La production totale du seigle est en moyenne de 5,820,000 tonnes; l'importation étrangère verse en outre dans la consommation 700,000 tonnes environ.

L'avoine (4,342,000 tonnes) est cultivée principalement dans les provinces orientales.

L'orge vient ensuite avec un chiffre moyen de 2,260,000 tonnes.

Les pois, les fèves, les lentilles, les cumins, la chicorée sont produits spécialement par la Saxe et la Silésie.

La pomme de terre (300,000,000 d'hectolitres) est cultivée en grand dans les plaines du Nord. C'est, avec le pain de seigle, le principal objet d'alimentation des classes ouvrières. De très grandes quantités sont également travaillées par les distilleries et amidonneries.

La culture de la betterave a pris depuis quelques années une extension énorme. Elle occupe des surfaces considérables en Saxe, en Prusse, en Silésie, dans le grand duché de Bade, le Wurtemberg, la Bavière. De 3,550,036 tonnes, en 1876, les quantités de betteraves livrées aux fabriques de sucre se sont élevées à plus de 6,000,000 de tonnes pendant les campagnes 1880-81 et 1881-82; elles ont atteint 8, 9 et 10,000,000 de tonnes durant les trois années suivantes.

Le tabac est cultivé dans le Brandebourg, la Hesse, le Palatinat, etc. La récolte produit une moyenne de 12,000 tonnes, qui est de beaucoup inférieure aux besoins de la consommation. L'importation représente en effet une valeur de 65,500,000 marks (1) (moyenne de 1882 à 1887).

Pour la production du lin et du chanvre, les contrées les plus importantes sont la Westphalie, la Silésie, la Prusse orientale, le Hanovre, l'Alsace, la Bavière; pour celle du colza et du houblon, il faut citer la Poméranie, le Brandebourg, la Bavière et le Wurtemberg, l'Alsace.

Les vignobles allemands produisent une moyenne de 3,283.000 hectolitres de vins. Les plus connus sont ceux des vallées du Rhin, et de la Moselle; les meilleurs crus sont dans le Wurtemberg, la Bavière, le pays de Bade, la Hesse (vins du Rhin, Nierstein, Ingelheim, Bingen, Bergstrasse, côteaux du Reingau, Johannisberg, Steinberg, Rudesheim, Marcobrunner), en Alsace (vins de

(1) Le mark vaut 1 fr. 25.

Morsbronn, d'Ottrot, de Wolxheim, de Bergheim, de Richevihr, de Guebwiller, de Thann, etc.).

L'abondance et la richesse des pâturages dans certaines parties de l'Allemagne, notamment dans le nord et dans l'est, a permis à l'industrie de l'élevage de prendre depuis très longtemps un développement important.

L'espèce chevaline (2,500,000 animaux environ) est représentée par des races estimées dont les produits sont recherchés sur les marchés étrangers. Toutefois l'exportation des chevaux, qui se chiffrait avant 1880 par une valeur de 30,000,000 de marks, s'est sensiblement ralentie dans ces dernières années; en 1887 elle n'est guère supérieure à 13,000,000 de marks. Les principales contrées d'élevage sont la province de Posen, le Brunswick, le Hanovre, le Mecklembourg, la Prusse orientale où se trouve le plus grand haras d'Allemagne, celui de Trakehnen.

Les bêtes à cornes (11 à 12 millions de têtes) sont nombreuses surtout dans les provinces de l'ouest, bœufs du Voigtland, de la Lusace, de la Saxe et de la Thuringe; vaches laitières des Alpes bavaroises, de l'Algau et d'Alsace.

Les polders du Holstein, les pâturages d'Anhalt, du Hanovre et de Brunswick nourrissent d'immenses troupeaux de moutons. On élève le mérinos dans la Saxe, la Prusse, la Silésie, grands pays producteurs de laine. Le contingent total de l'espèce ovine est évalué approximativement à 15,000,000 de têtes.

L'élevage des porcs (5,800,000 animaux environ) se fait principalement dans les régions frontières de la Thuringe, de la Saxe, du Brunswick et de la Westphalie, provinces renommées pour leur charcuterie et leurs jambons improprement désignés sous le nom de *jambons de Mayence*. Les mêmes contrées nourrissent un grand nombre de chèvres.

L'apiculture a une certaine importance en Thuringe et dans le Lunebourg. Ses produits, ainsi que ceux de la laiterie, font l'objet d'un commerce très actif : beurres, fromages de l'Ost-Frise, du Holstein, de la Saxe, de l'Alsace (Munster), de Lorraine (fromages de Bresse et de Cornimont, analogues à ceux de Gérardmer, vendus en France sous le nom de *Géromé*).

Les forêts couvrent plus de 14,000,000 d'hectares. La plupart sont situées sur les pentes des massifs montagneux qui forment le bassin du Rhin, ou dans les vastes plaines sablonneuses et humides du nord. Le pin sylvestre est abondant dans les forêts de la Thuringe, du Brandebourg, de la Silésie; les hêtres et les sapins dominent dans la Forêt Noire, le Bohmer-Wald, l'Eifel, le Hundsrück, le Wester-Wald, le Harz. On en tire d'excellents bois de chauffage et de construction, des douves, du charbon, de la résine, du goudron, de la potasse. Toutefois les bois de construction et à ouvrer ne suffisent pas à la consommation de l'industrie allemande qui achète en outre, à l'étranger, d'assez fortes quantités (2,241,171 tonnes, en 1887, valant 92,912,000 marks). Il en est de même de la production des écorces de chêne employées en grandes masses par la tannerie, qui a également recours dans une mesure très large à l'importation.

L'Allemagne extrait de son sol des matériaux et des minerais de toute sorte.

On trouve des carrières de pierre et de grès abondantes dans le Brandebourg et la Westphalie, de marbres et d'ardoises dans la vallée de la Rühr, des pierres meulières dans l'Eifel, de la chaux, du kaolin, de l'argile dans la Saxe, le Hanovre, la Silésie, le Nassau.

Les tourbières de Postdam, de Dantzig, d'Ems, du Harz, des plaines du Nord sont très importantes.

Des gisements salins d'une très grande richesse sont exploités dans la région lorraine, dans le Harz, la Saxe (Strassfurt, Léopoldshall, Erfurt). En 1887 la production du sel gemme a été évaluée à 405,420 tonnes, celle du sel marin à 480,938 tonnes. Eaux salines d'Ems, de Selters (Seltz), Schlagenbad, Wiesbaden, Aix-la-Chapelle, Creuznach, Liebenstein (Thuringe), Salzbrunn (Silésie), Hall, Rosenheim, Reichenhall (Bavière). Eaux minérales à Niederbronn (Alsace), Baden-Baden, Rippoldsau, Petersthal (Bade), Kissingen (Bavière).

L'asphalte est exploité à Bentheim, le pétrole à Vietze et à Peene.

On recueille de l'ambre sur les bords de la Baltique, et des agates à Oberstein.

Strassfurt a la spécialité d'un minerai connu en Allemagne sous le nom de *kainite*, mélange de sulfate de potassium avec du sulfate et du chlorure de magnésium, qui s'emploie en quantités considérables comme engrais. 240,000 tonnes ont été extraites en 1887.

L'Allemagne possède quelques mines d'or, celles de Goslar dans le Hanovre et de Goldberg en Silésie, mais la plupart de ces mines sont presque épuisées, le rendement total est cependant encore estimé pour 1887 à 2,251 kilogrammes, valant 6,281,000 marks.

Il existe, en outre, des mines d'argent (en 1887 : 367,634 kilogrammes valant 48,157,000 marks) en Saxe (Freyberg, Annaberg, Schnegberg), en Silésie (Tarnowitz), dans le Hanovre (Goslar, Andreasberg); de cuivre (507,587 tonnes en 1887) dans le Harz, en Westphalie (Stadberg), en Saxe (Ilsenburg), dans la Prusse rhénane (Berncastel); de plomb (157,706 tonnes) dans le Hanovre (Altenau, Lautenthal, Goslar, Ocker), en Saxe (Stolberg), en Westphalie (Bleyberg), en Silésie (Tarnowitz), dans la Prusse rhénane (Boppart, Gressenich, Berncastel); de zinc (900,791 tonnes en 1887) dans les vallées de la Rühr et de la Lahn, dans le Harz, en Silésie (Beuthen); de manganèse (Nassau, vallée de la Lahn); d'antimoine et pyrite de fer aux environs de Bonn; d'arsenic, à Richenstein (Silésie).

Mais ce qui constitue de beaucoup la richesse la plus importante de l'Allemagne au point de vue minier, ce sont ses gisements de fer et de charbon.

Après l'Angleterre, elle occupe, en effet, la première place parmi les pays producteurs de charbon. Sa production annuelle est près de quatre fois plus considérable comme tonnage que celle de la France.

On distingue en Allemagne le lignite (braunkohlen), qui est presque exclusivement employé pour la consommation des ménages, et la houille proprement dite (steinkohlen), le combustible industriel qui sert spécialement comme générateur de force.

La presque totalité des mines se trouve sur le territoire prussien; les principales, voisines de la frontière française, sont dans la province du Rhin. L'extraction des mines prussiennes représente à peu près : pour la houille, les cinq sixièmes de la production de tout l'Empire, qui a été de plus de 60,000,000 de tonnes en 1887; pour le lignite, les quatre cinquièmes (production totale : plus de 15,000,000 de tonnes).

Le bassin houiller le plus important est celui de la Westphalie. La mise en exploitation des grands gisements de la Rühr qui se trouvent dans cette province est de date relativement récente. Après s'être lentement développée jusqu'en 1860, époque où le rendement ne dépassait pas 5,000,000 de tonnes, la production a augmenté avec une rapidité extraordinaire. En 1870, le rendement était de 12,000,000 de tonnes, en 1880 de 22,000,000 et en 1885 de près de 29,000,000, exactement 28,864,639 tonnes valant à la mine 137,757,591 marks, Le nombre des ouvriers employés à cette extraction était cette même année de 100,557. Le bassin de Westphalie offre des conditions particulièrement favorables à l'exploitation; il présente en effet une série de 74 couches de plus de 50 centimètres d'épaisseur, régulièrement superposées, où le travail peut se faire sans remblai et presque sans boisage, et qui forment une masse totale de 70 mètres de houille. Grâce à ces facilités, la moyenne annuelle d'extraction atteint 287 tonnes par homme.

Dans la Haute-Silésie, qui vient au second rang pour la production houillère, la moyenne est plus élevée encore; elle est de 319 tonnes. Le bassin se compose de 53 mines qui occupaient plus de 40,758 ouvriers en 1885 et avaient extrait 12,842,128 tonnes.

Puis viennent par rang d'importance (26,000 ouvriers, 6,200,000 tonnes) le bassin de la Saar situé dans la province du Rhin et où se trouvent les mines de l'Etat prussien; le bassin de la Basse-Silésie (14,000 ouvriers, près de 3,000,000 de tonnes); celui d'Aix-la-Chapelle (6,000 ouvriers, 1,225,500 tonnes); les mines de Hanovre (3,000 ouvriers, 475,000 tonnes); Ilbenburren (1,500 ouvriers); Willin-Hohnstein, Minden (1,000).

Pour le lignite, le centre de production le plus considérable est la Saxe (en 1885, 9,201,545 tonnes, 15,004 ouvriers, soit une moyenne annuelle d'extraction de 613 tonnes par tête). Les autres bassins où l'on trouve le lignite sont situés dans le Brandebourg (4,150 ouvriers, 2,223,000 tonnes), dans la Silésie, dans les provinces rhénanes, dans la Hesse, la province de Posen, le Hanovre.

Le tableau ci-dessous permet de suivre dans son ensemble le développement qu'a pris, depuis quelques années, la production houillère de l'Allemagne.

Production de l'Allemagne en combustibles minéraux.

Années	Quantités (en tonnes)			Valeur (en marks)				
	Houille	Lignite	Total	Houille	Lignite	Total	Moyenne par tonne	
							Houille	Lignite
1872	33.306.400	9.018.000	42.324.400	296.668.000	29.496.000	326.164.000	8mks88	3mks27
1875	37.436.400	10.367.700	47.804.100	297.485.000	36.885.000	334.370.000	7.96	3.56
1877	37.529.600	10.700.300	48.229.900	216.972.000	35.921.000	252.893.000	5.78	3.35
1880	46.973.600	12.144.500	59.118.100	245.665.000	36.710.000	282.375.000	5.23	3.04
1883	55.943.000	14.500.000	70.443.000	293.628.000	39.007.000	332.635.000	5.25	2.69
1884	57.233.900	14.880.000	72.113.900	298.780.000	39.578.000	338.358.000	5.20	2.66
1885	58.320.400	15.352.900	73.673.300	302.942.000	40.364.000	343.306.000	5.19	2.63
1886	58.020.600	15.617.000	73.637.600	300.727.000	40.270.000	340.997.000	5.18	2.58
1887	60.350.917	15.872.372	76.223.282	310.860.000	40.127.000	350.987.000	5.15	2.53

Ainsi de 42,324,400 tonnes de houille et de lignite en 1872, la production a atteint, 76,223,282 tonnes, en 1887, soit une augmentation de 80 0/0.

Mais cette extraction n'a pu se faire qu'au prix d'une baisse énorme sur la valeur. Comme l'indiquent en effet les chiffres qui précèdent, la valeur du combustible extrait, qui était en 1872 de 326,000,000 de marks, n'a pas dépassé en 1887 351,000,000 de marks pour une quantité qui n'est pas très éloignée du double. En sorte que le prix moyen de la houille est tombé de 8 mks 88 la tonne à 5 mks 15, en baisse de 3 mks 73; et celui du lignite de 3 mks 27 à 2 mks 53, en baisse de 0 mk 74.

Les combustibles allemands n'ont pas trouvé, en effet, sur les marchés du dehors, les débouchés qu'aurait exigé cet énorme accroissement de la production. L'exportation de la houille, qui représentait en 1872 une quantité de 3,819,789 tonnes, n'est en effet arrivée que depuis 1884 au chiffre de 8,000,000 de tonnes, autour duquel elle oscille depuis lors. D'autre part, l'importation étrangère, qui était de 2,267,849 tonnes en 1872, est restée à peu près au même chiffre et a même plutôt augmenté, puisqu'elle atteignait en 1886, 2,660,290 tonnes. Pour le lignite l'exportation est presque insignifiante : 15,855 tonnes en 1886, alors que l'importation s'est élevée à 4,084,930 tonnes. Il résulte de là que l'Allemagne a consommé en 1886, tant en houille qu'en lignite, une quantité de combustibles minéraux supérieure à 70,000,000 de tonnes, et qu'elle n'a eu à payer pour cette consommation qu'une somme de 436,000,000 de francs. Au cours de cette même année, la consommation totale de la France (30,000,000 de tonnes environ) lui a coûté 390,000,000 de francs, soit une différence de 36,000,000 de francs seulement pour une consommation inférieure à celle de l'Allemagne de plus de 40,000,000 de tonnes.

Cette constatation donne une idée de l'immense avantage que l'industrie allemande trouve dans l'abondance des combustibles, et dans les bas prix qui en sont la conséquence.

Un avantage du même genre résulte également pour l'industrie de la situation privilégiée de l'Allemagne au point de vue de la production du fer.

Le territoire de l'Empire possède en effet des mines de fer d'une très grande richesse, dont l'exploitation est des plus actives. Les principales sont situées dans la Westphalie et la Prusse rhénane, le long des vallées de la Rühr, de la Sieg, de la Lahn, de la Saar, de la Moselle (Hayange, Ottange, Moyeuvre, Styring), dans la Haute Silésie, la Saxe, le Brandebourg.

L'extraction de toutes ces mines représente une quantité de minerai de fer évaluée à 8,431,080 tonnes en 1886, et 9,299,462 en 1887.

La plupart des gisements se trouvant à proximité des houillères, les fonderies ont pu s'installer dans d'excellentes conditions.

Une grande partie de l'industrie sidérurgique de l'Empire se trouve ainsi concentrée dans les districts miniers de la Westphalie et de la Prusse rhénane. Toute la vallée du Rhin, ainsi que les vallées secondaires de la Rühr et de la Wipper sont peuplées de forges et de hauts fourneaux en pleine activité. C'est d'abord Essen où sont les établissements gigantesques de l'usine Krupp, la plus considérable du globe pour la production de l'acier. Dusseldorf, Kronenberg, Barmen, Elberfeld, Duisbourg, Mulheim, Oberhausen, Iserlohn, Bochum, Siegen, etc., forment un groupe dont le mouvement industriel est comparable à celui du Lancashire. Bielefeld construit des machines, moteurs et mécaniques, Remscheid, le Sheffield allemand, fabrique des outils et engins de toutes sortes, Solingen a la spécialité des armes blanches, Aix-la-Chapelle confectionne des aiguilles et des épingles.

En Saxe, Chemnitz, Zwickau, Magdebourg, Erfurt se livrent à la fabrication du fil de fer, de la tôle, des fers-blancs, de l'acier, à la construction des machines, chaudières, moteurs, qui occupe également dans le Wurtemberg (Esslingen, Berg), en Alsace (Mulhouse), dans le Brandebourg (Berlin, Spandau, Francfort) et dans la Silésie (Breslau, Gleiwitz, Beuthen, Ratibor), un grand nombre d'ateliers de première importance.

D'après les statistiques officielles, l'industrie sidérurgique était représentée en 1886, dans l'Empire, par

541 établissements de tout ordre employant un personnel qu'on peut évaluer à 275,000 ouvriers.

La production de la fonte a pris dans ces dernières années un développement sans cesse croissant. Elle était :

En 1879 de	2.226.587	tonnes.
1880 de	2.729.038	—
1881 de	2.914.009	—
1882 de	2.963.963	—
1883 de	3.125.210	—
1884 de	3.092.529	—
1885 de	3.220.245	—
1886 de	3.339.803	—
1887 de	3.834.755	—

De 1879 à 1887, l'Allemagne a donc augmenté sa production de fonte de 1,608,168 tonnes, ce qui équivaut à peu près à 72 0/0.

La presque totalité de la fonte ainsi obtenue est mise en œuvre dans les usines de l'Empire. En 1886, par exemple, sur 3,339,803 tonnes produites, 250.681 seulement ont été exportées. Or, comme l'importation des fontes étrangères a représenté durant cette même année 164,864 tonnes, on est amené à évaluer à 3,253,986 tonnes la quantité de fonte brute transformée par l'industrie allemande en fer, acier et fonte moulée.

En 1887, la production des fonderies atteint le chiffre de 2,834,755 tonnes, qui se décompose comme il suit : fonte de moulage 471,793 tonnes, fonte Bessemer 1,694,321 tonnes, fonte pour la production du fer à corroyer 1,668,641 tonnes.

Cette même année, les forges et hauts fournaux ont livré 703,319 tonnes de fonte de 2e fusion, 1,507,000 tonnes de fer et acier corroyés, 1,685,406 tonnes de fers et aciers fondus.

Si l'on prend pour base le chiffre moyen des exportations de ces dernières années, le compte des ventes réalisées annuellement sur les marchés de l'extérieur par l'industrie sidérurgique, peut s'établir approximativement comme il suit :

Fontes brutes	11.000.000	de marks.
Fers en barres	17.000.000	—
Tôles	7.000.000	—
Fils de fer	36.000.000	—
Rails	15.000.000	—
Tuyaux en fer	4.000.000	—
Ferronnerie fine	19.000.000	—
Aiguilles à coudre	6.000.000	—
Total des ouvrages en fer	115.000.000	de marks.
Auxquels il faut ajouter les machines et appareils	125.000.000	—
Soit ensemble une somme	240.000.000	de marks.

La part que prennent les différentes branches de l'industrie du fer aux exportations de l'Allemagne, ressortirait donc d'après ce calcul à 240,000,000 de marks, soit 300,000,000 de francs, environ 9 0/0 du commerce d'exportation de l'Empire.

Les industries textiles sont, avec les industries métallurgiques, celles auxquelles le travail manufacturier de l'Allemagne s'applique le plus activement. A en juger par le chiffre d'affaires avec l'étranger, elles l'emporteraient même considérablement en importance. Le tissage de la laine, de la soie et du coton, figurent en effet au commerce extérieur pour une moyenne de 430,000,000 de marks (plus de 536,000,000 de francs), soit 14 0/0 de l'exportation totale. Mais, il convient d'ajouter que cette valeur ne peut pas être mise tout entière, comme celle qui provient du travail métallurgique, au compte de la production nationale. Car, une grande partie des matières premières, est prise à l'importation, soit à l'état brut, soit sous forme de fils.

Il en est ainsi même pour l'industrie de la laine qui cependant trouve déjà sur place des approvisionnements assez étendus. Sa production consiste en draps foulés, cheviottes, molletons, flanelles, étoffes diverses pour le vêtement ou l'ameublement, châles, tapis, rubans, articles variés de bonneterie et de passementerie, tricots, soutaches, lacets, cordonnets, etc. Elle a ses ateliers de lavage et de cardage et ses filatures à Chemnitz, Werdau, Crimmschau, Nöhren, Aix-la-Chapelle, Munich, Nuremberg, et ses tissages en Saxe et dans le Brandebourg, à Grossenhein, Chemnitz, Kottbus, Berlin. Depuis 1880, le tissus de laine pure ou mélangée figurent à l'exportation pour une part qui oscille entre 170 et 180,000,000 de marks.

Les filatures de coton comptent un grand nombre de broches en Alsace, en Saxe et dans le Wurtemberg (Mulhouse, Stuttgart, Breslau, Cologne). Depuis une dizaine d'années, l'importation des cotons bruts se chiffre par 180 à 200,000,000 de marks. Les plus importants parmi les tissages et ateliers d'apprêt, de teinture, d'impression, sont ceux de Mulhouse, d'Elberfeld, Barmen, Gladbach, Scheidnitz, Dortmund, Berlin, Augsbourg, Hof, qui produisent des percales, des calicots, des coutils, des étoffes pour confections ou pour doublures, des velours et des peluches, des articles de bonneterie de toutes sortes, des tulles, mousselines, guipures, et ouvrages de passementerie, tresses, franges, galons. L'exportation des tissus de coton a plus que doublé depuis 1880. De 54,536,000 marks, elle s'est élevée à 118,740,000 marks en 1887.

L'Allemagne produit également des quantités considérables de soieries, tissus de soie et de bourre de soie pure et mélangée, étoffes unies, satins, velours, rubans, soutaches, etc. Les manufactures de Crefeld, de Barmen, de Bochum, de Bielefeld, d'Elberfeld, de Munich, d'Augsbourg, ont entrepris, depuis quelques années, la concurrence contre nos fabriques de Lyon, avec lesquelles elles arrivent à lutter pour les qualités inférieures. Les articles de soie participent à l'exportation pour une quantité évaluée à 195,000,000 de marks en 1887.

L'industrie du lin, du chanvre et du jute (fils, toiles, tissus), s'exerce principalement en Silésie (Reichenbach, Ratibor, etc.), en Westphalie (Bielefeld), en Saxe (Bautzen, Plauen), dans le Hanovre (Osnabruck, Kirchberg), en Bavière (Baireuth), dans le Wurtemberg (Kempten).

En dehors des tissages mécaniques, la fabrication à la main des broderies, dentelles et blondes, a pris depuis quelque temps, notamment en Westphalie et en Silésie, une extension remarquable.

Des ateliers considérables ont été créés récemment dans certains grands centres, à Berlin, par exemple, pour la confection des vêtements, et, on cherche à y copier en général les modèles français. Mais ces imitations n'ont, ni l'élégance, ni le goût, qui caractérisent nos produits, auxquels la consommation reconnaît, même en Allemagne, une supériorité marquée. Des essais du même genre et dont le résultat est analogue ont été faits pour développer la fabrication des articles de mode.

Indépendamment des grandes industries maîtresses dont nous venons de parler, certaines branches de la production manufacturière de l'Allemagne ont encore une grande importance.

Telle est l'industrie des pelleteries, des cuirs et peaux. De nombreuses tanneries et corroiries, répandues dans toute la région du Rhin, dans le Hanovre, la Saxe, le Brandebourg (établissements importants notamment à Berlin), apprêtent les peaux nécessaires à la sellerie, à la ganterie, à la cordonnerie. Des ateliers spéciaux pour la confection en grand des chaussures existent à Mayence et à Pirmassens. On fabrique à Offenbach des articles de toute sorte en peaux teintes et maroquinées. L'exportation des cuirs ouvrés atteint 42,000,000 de marks,

celle des ouvrages en peau et en cuir, 116,000,000 de marks.

Les scieries et les nombreuses industries qui travaillent le bois se trouvent dans la Thuringe, en Prusse, en Silésie, en Saxe, dans le Brandebourg, dans la Forêt Noire.

La production de la verrerie et de l'industrie céramique (cristaux, verres communs, porcelaines, poteries, ouvrages en ciment, carreaux en grès, tuyaux, etc.) figure à l'exportation pour 35,000,000 de marks. Les fabriques les plus connues sont celles d'Alsace, de Bavière, de Saxe, de Silésie (Nymphenbourg, Passau, Fürth, Breslau, Meissen, Berlin, Charlottenbourg, Cassel, etc.).

On a pu juger déjà de l'importance de la production du sucre d'après la quantité de betteraves consommées par les fabriques. Celles-ci sont situées naturellement dans les régions que nous avons indiquées comme étant celles où se fait principalement la culture de la betterave. Outre cette racine, certaines fabriques traitent également les mélasses, dont l'Allemagne a acheté depuis quelques années des quantités sérieuses au dehors, surtout en France. En 1876, le travail des mélasses ne représentait qu'une production de sucre de 1,500 tonnes; durant la campagne 1885-86, la production a été de 30,000 tonnes. Le tableau ci-dessous donne les quantités de sucre obtenues dans toutes les fabriques allemandes depuis une douzaine d'années :

Campagne	1876-77.	290.922 tonnes.
—	1880-81.	563.415 —
—	1881-82.	608.222 —
—	1882-83.	846.455 —
—	1883-84.	960.609 —
—	1884-85.	1.146.730 —
—	1885-86.	838.104 —
—	1886-87.	1.015.600 —
—	1887-88.	900.000 —

L'accroissement énorme de cette production est due dans une certaine mesure aux encouragements accordés à l'industrie sucrière par la législation allemande, qui accorde des primes très élevées. Depuis 1881, l'exportation des sucres représente une valeur qui varie entre 150 et 200,000,000 de marks. Le marché anglais contribue pour une très large part à cette exportation.

Un nombre considérable de distilleries se sont établies depuis quelque temps sur tous les points de l'Empire, surtout dans la Posnanie, la Saxe, la Silésie, le Brandebourg; l'alcool y est extrait de la pomme de terre, des grains, des mélasses, etc. La production, qui était en 1869 de 2,710,000 hectolitres et de 3,300,000 en 1879, est arrivée dans la campagne 1885-86 à 4,020,000 hectolitres. L'exportation s'est élevée au cours de cette même année à 1,100,000. Depuis lors, elle a sensiblement diminué, par suite des obstacles qui ont été apportés à l'entrée en France, où le droit de douane a été porté à 70 francs l'hectolitre, et des difficultés que les exportateurs rencontrent également en Espagne, où des restrictions sérieuses ont été apportées au vinage. Exportation totale en 1886, 22,000,000 de marks.

L'alcool est rectifié et rendu propre à la consommation sous forme d'eaux-de-vie dans les distilleries de Crefeld et de Dantzig.

Les brasseries sont répandues sur tout le territoire. Les plus considérables et les plus renommées sont celles de la Bavière et d'Alsace. L'exportation de la bière représente une valeur moyenne de 30,000,000 de marks.

Le Brunswick, la Saxe, la Bavière, comptent de nombreuses confiseries et fabriques de chocolat.

L'industrie du papier et des cartonnages, concourt à l'exportation pour une valeur de 60,000,000 de marks. Les plus grandes usines sont celles de Duren, Chemnitz, Berlin, etc.

La fabrication des produits chimiques (soudes, éthers, chloroformes, teintures, etc.), occupe des établissements très bien outillés à Berlin, Francfort, Breslau, Dresde, Nordhausen, Dortmund, Elberfeld (société par actions au capital de 7,500,000 marks), Barmen, Manheim.

Enfin, citons parmi les industries également prospères, les fabriques de savons et de parfumerie (Francfort, Cologne, etc.); de meubles (Berlin et Mayence); d'horlogerie (Saxe, Silésie) (7,000,000 à l'exportation); d'orfèvrerie et bijouterie (50,000,000), à Berlin, Breslau, Nuremberg, Offenbach, Hanau (parures or et argent, pierres précieuses, coraux, tailleries de diamants); d'instruments de musique (19,000,000 à l'exportation), à Berlin, Leipzig, Erfurt; d'instruments de précision pour la chirurgie, la pharmacie, etc. (Leipsig, Cassel, etc.); d'articles d'imprimerie et de librairie (brochures, livres, gravures, chromolithographies), Leipsig, Berlin, Breslau, Weimar, Munich; de jouets, Munich, Reichenhall, Ober-Ammergau, Nuremberg, Sonnenberg.

Par cette revue des différentes branches de la production, on peut juger de l'importance générale et de l'activité du mouvement industriel de l'Allemagne.

Nous avons eu l'occasion d'indiquer déjà au cours de cet exposé l'une des conditions essentielles qui, dans l'ensemble en favorisent le développement; nous voulons parler de l'abondance et du bon marché des principales matières premières, surtout de celles qui sont indispensables à toute industrie, le combustible et le fer.

Mais, il est un autre élément particulièrement important qui a eu une influence décisive sur la valeur de la production allemande et dont il nous paraît utile de donner ici un aperçu, c'est le prix exceptionnellement avantageux de la main-d'œuvre.

On peut dire en effet que jusqu'à ces derniers temps les salaires sont restés en Allemagne à des taux inconnus dans la plupart des pays à grande industrie. Il est assez difficile de donner des chiffres généraux, indiquant avec précision la rémunération du travail pour les différentes industries, étant données les différences que l'on trouve selon les provinces ou Etats de l'Allemagne. Pour les districts les plus industriels, c'est-à-dire les provinces du Rhin et de Westphalie, il est certain que le prix est supérieur à ce qu'il est dans les autres contrées de l'Empire. Mais, quelque élevé qu'il soit, il est encore bien au-dessous de celui qui est payé en France pour les industries similaires.

Pour en donner une idée, nous citerons d'après les moyennes, quelques chiffres relevés en 1886 et 1887 dans la région manufacturière de Dusseldorf.

Avant les grèves de 1889, les salaires payés aux ouvriers mineurs allemands, ressortaient comme il suit :

	Proportion du nombre pour chaque catégorie	Salaire moyen	
		Annuel	Journalier
	p. 100	francs	francs
Mineurs à la houille ou au rocher.	54	1.148 »	3 80
Rouleurs et ouvriers aux réparations. . .	24	838 »	2 77
Ouvriers à la journée.	19	912 »	2 99
Enfants	3	400 »	1 30
Total et moyenne.	100	1.007 50	3 32

Pour les ouvriers métallurgiques, la moyenne, y compris celle des apprentis et des manœuvres est évaluée, dans les usines de premier ordre de la région de Dusseldorf, à 3 mks 22 (4 fr. 25), pour une journée de dix heures. Mais, si l'on comprend dans le calcul les usines

de moindre importance, on obtient comme moyenne générale le chiffre de 2 mks 70 (3 fr. 37).

La moyenne du salaire des ouvriers tisseurs, qu'on ne peut guère évaluer qu'à l'année, étant donné qu'une partie du travail se fait à domicile, peut être estimée à 645 marks (806 fr. 15), pour les industries de la soie et du coton, soit un peu plus de 15 francs par semaine. Les tisseurs en laine, tapis et drap, ont une moyenne un peu plus élevée : 693 marks : soit 16 fr. 60 par semaine.

Celle des ouvrières en lingerie de Bielefeld et des ouvrières en dentelles, blondes et broderies à la main, est de 1 mark (1 fr. 25) par jour.

Les ouvriers en tresses de Barmen et d'Elberfeld, dont les salaires ont subi vers 1884 des réductions importantes, gagnent de 12 à 15 marks (15 à 18 fr. 75), par semaine de 60 heures de travail ; les femmes et les jeunes filles de 5 à 8 marks (6 fr. 25 à 10 fr.).

Les ouvriers teinturiers ont par jour un salaire moyen de 2 marks à 2 mks 25 (2 fr. 50 à 2 fr. 75) pour les hommes, de 1 mk 25 à 1 mk 40 (1 fr. 50 à 1 fr. 75) pour les femmes.

Mais ces différents prix, qui sont ceux des districts privilégiés de Westphalie et de la province du Rhin, doivent être diminués d'un tiers au moins, pour représenter les salaires payés en Saxe et en Silésie. Dans le premier de ces deux pays, le salaire le plus élevé pour les hommes est de 2 fr. 80 par jour, celui des femmes de 1 fr. 50 ; dans les filatures, la moyenne est de 1 fr. 70. En Silésie, cette moyenne décroit encore et arrive à 1 fr. 50.

A Berlin, les ouvriers employés dans les industries diverses, à l'exception des industries de luxe, gagnent de 2 fr. 50 à 3 fr. 50.

On peut apprécier par ces exemples, combien étaient avantageuses les conditions auxquelles le travail a pu être obtenu pendant longtemps en Allemagne. Nous devons ajouter que ces conditions se sont modifiées profondément dans ces derniers temps. Depuis la fin de 1888, l'ouvrier allemand, qu'on était habitué à voir se plier avec la plus remarquable facilité aux nécessités de la concurrence, en acceptant même au besoin des réductions très sensibles sur le taux des salaires, a paru décidé à changer complètement d'attitude. Déjà, à la suite des grandes grèves qui ont éclaté au mois de mai 1889, des augmentations de 10, 12 et même 15 0/0 ont dû être accordées dans la plupart des industries, et l'agitation qui depuis lors n'a cessé de régner dans un certain nombre de centres manufacturiers donne à penser que ce mouvement pourrait n'être que le prélude d'une ère de revendications dont, selon toute apparence, il sera difficile de retarder désormais l'avènement. On sait que le développement du socialisme constitue depuis longtemps une des grosses préoccupations des hommes politiques de l'Allemagne, et que, non contents de l'attaquer directement dans son organisation même, au moyen de mesures coercitives d'une extrême rigueur, ils n'ont pas hésité à essayer de le devancer sur son propre terrain, au risque de faire jouer à l'Etat, dans la solution des questions pendantes entre le travail et le capital, un rôle dont beaucoup d'esprits se refusent à reconnaître la légitimité. Sans insister ici sur un ordre d'idées qui sort du cadre de cette étude, nous nous bornerons à citer parmi les lois nombreuses procédant de cette tendance, celles qui ont réglementé les institutions de prévoyance : assurance contre la maladie, contre les accidents, contre la vieillesse et l'invalidité, etc. Malgré les efforts ainsi déployés par le Gouvernement impérial, pour combattre l'influence sans cesse croissante des doctrines socialistes en s'appropriant quelques-unes de leurs formules, il est douteux qu'il parvienne, enfin de compte, à détourner les travailleurs allemands de prêter l'oreille aux conseils d'une théorie qui leur promet une amélioration bien autrement rapide et complète de leur sort, et, sous l'inspiration de laquelle paraît en somme s'être organisé le récent mouvement déjà suivi de résultats appréciables. Quelle que soit d'ailleurs la forme que vienne à revêtir la question ouvrière en Allemagne, il est certain qu'elle est dès à présent posée assez nettement pour qu'on doive la considérer comme à la veille d'exercer sur l'avenir de la production une action peut-être décisive. De nouvelles manifestations des exigences de la main-d'œuvre pourront, en effet, entraîner des conséquences économiques d'autant plus graves que c'est précisément à l'absence de toute difficulté de ce côté que l'industrie allemande a pu, à une époque où les conditions étaient déjà très différentes dans les autres pays, s'orienter tout entière dans le sens de la production en masse, et à très bon marché, puis une fois engagée dans cette voie y marcher avec une extraordinaire rapidité qui devait même, à un certain moment, déconcerter la concurrence.

Nous allons maintenant, par l'examen rétrospectif des résultats généraux du commerce extérieur de l'Union douanière, chercher à déterminer l'étendue du chemin qu'a ainsi parcouru la production allemande, et essayer d'en marquer le point de départ.

Si l'on consulte le relevé officiel des importations et des exportations de l'Empire durant les vingt dernières années, on s'aperçoit qu'en 1872, par exemple, la balance commerciale se présentait avec une différence au détriment de l'exportation allemande de 972,000,000 de marks (1,215,000,000 de francs). En 1874, cette différence atteignait 1,441,000,000 de marks, et, en 1877 elle était encore de 1,011,000,000 de marks (1,263,000,000 de francs). C'est que, jusque-là, la grande industrie n'était pas encore entrée en scène. Les Allemands amélioraient leurs anciennes usines, en créaient de nouvelles munies d'un outillage perfectionné et capables de lutter avec les meilleures fabriques des autres puissances ; l'année 1879 correspond à peu près à la fin de ce travail de préparation.

L'année suivante, la proportion entre les deux courants du mouvement des échanges se retourne : l'exportation se chiffre par 2,895,000,000 de marks, tandis que l'importation n'est que de 2,820,000,000 ; la balance commerciale se solde au profit de l'Union par un excédent de 75,000,000 de marks. Il est vrai que, dès 1879, l'Allemagne s'est armée d'un nouveau régime douanier essentiellement protectionniste, et que les approvisionnements exceptionnels qui ont été faits en prévision de l'application des nouveaux droits, a pu fausser dans une mesure assez large le résultat normal de l'importation de 1880. Mais, si l'écart est moins sensible au cours des années suivantes, la proportion n'en demeure pas moins fixée dans le même sens. Alors en effet que durant la période 1876-1879, la moyenne annuelle représentait (en millions de marks) :

Pour les importations.	3.715
Pour les exportations	2.728
Soit un déficit de.	987

la moyenne des quatre années suivantes 1880-1883 ressort comme il suit :

Exportations.	3.083
Importations.	3.044
Soit un excédent de.	39

Au point de vue économique, l'année 1880 apparaît donc comme l'origine d'une situation toute nouvelle, qui ne fait que s'affirmer par la suite ; c'est d'elle que date l'entrée de l'Allemagne au nombre des grandes puissances industrielles.

En effet, la catégorie des marchandises qui a bénéficié dans la mesure la plus appréciable des modifications survenues dans le mouvement des exportations, est celle

des produits manufacturés. En dix ans, la part de cette catégorie a plus que doublé, comme le montrent les chiffres suivants qui expriment la valeur des objets fabriqués à la sortie du Zollverein :

1874.	841.000.000	de marks.
1877.	942.000.000	—
1880.	1.436.000.000	—
1884.	1.730.000.000	—

Ce qui fait pour 1884, en valeur représentative de notre monnaie, environ 2,150,000,000 de francs. Encore faut-il tenir compte de cette particularité, que les produits chimiques et les fers bruts ne figurent pas dans le total ci-dessus. Si on les y comprenait, on arriverait à un chiffre de 2,400,000,000 de francs.

Notons que l'étonnante augmentation que nous venons de relever, porte à peu près sur toutes les branches de l'industrie. La meilleure part revient toutefois à la métallurgie. L'exportation des ouvrages en métaux de toute sorte a quintuplé, celle des machines et mécaniques a presque doublé. L'industrie des textiles se présente également avec une plus value de 100 0/0. La quincaillerie fine (bijouterie et objets d'art), a plus que triplé son exportation, et il en est de même pour l'industrie des articles en cuir et en peau.

Poursuivant l'examen des résultats généraux, nous trouvons pour la période quinquennale la plus récente, les chiffres suivants :

Commerce extérieur de l'Allemagne (commerce spécial) (valeur en millions de marks).

Années	Importations	Exportations	Différences des exportations
1884	3.284	3.204	— 80
1885	2.944	2.860	— 84
1886	2.888	2.985	+ 97
1887	3.125	3.135	+ 10
1888	3.290	3.205	— 85

A s'en tenir aux apparences, ces chiffres sembleraient indiquer des variations profondes et nombreuses dans la situation économique de l'Empire.

Mais, en réalité si, comme en témoignent ces résultats, il est survenu des modifications importantes et désordonnées dans le mouvement des échanges, elles proviennent en très grande partie de causes étrangères aux phénomènes effectifs et réguliers de la production et de la consommation. Si l'on songe aux changements qui ont été apportés au régime commercial de l'Allemagne et de plusieurs autres pays au cours de la période dont nous nous occupons, on reconnaîtra facilement dans les chiffres qui précèdent, l'influence des perturbations que le jeu arbitraire des réformes de ce genre apporte toujours dans les courants normaux des échanges.

Ainsi, le vote du nouveau tarif douanier mis en vigueur en Allemagne dans le courant de l'année 1885, explique, par les achats anticipés qu'il a naturellement provoqués sur les marchés étrangers, la hausse de l'importation en 1884, et aussi celle, moins considérable déjà, de 1885, d'une part, et d'autre part les chiffres réduits en sens inverse de 1886 et 1887. Quant au nouveau soubresaut que subit le chiffre des entrées de 1888, il est simplement la conséquence de l'adjonction des territoires de Hambourg et de Brême au Zollverein, et du report en bloc du stock considérable de marchandises en magasin dans ces deux villes, au compte de l'importation.

On voit donc qu'on s'exposerait à de graves mécomptes si l'on considérait comme étant l'expression d'un état de choses destiné à se reproduire, les différences en sens contraire qu'accuse la balance du commerce extérieur des cinq dernières années. Il convient d'ajouter que, pour 1888, l'écart aurait été, selon toutes les probabilités, beaucoup plus sensible encore, si le chiffre de l'exportation ne se trouvait, lui aussi, majoré par des circonstances également exceptionnelles : à savoir les aggravations qu'à leur tour ont apportées à leurs tarifs certains Etats (l'Autriche-Hongrie, l'Italie, la Suisse), avec lesquels l'Allemagne fait un chiffre d'affaires considérable, et auxquels elle a été ainsi amenée à faire, durant les premiers mois de 1888, sous le bénéfice des anciennes conditions, des envois excessifs.

Peut-être cette circonstance a-t-elle aussi exercé une certaine action sur le chiffre des exportations de 1887. D'autre part, le résultat de l'importation au cours de cette même année, ne peut être accepté sans réserves, étant donné que l'appoint des céréales accuse une augmentation considérable (plus de 59,000,000 de marks) qui coïncide précisément avec le vote, en fin d'année, d'une loi qui relève encore les droits d'entrée en Allemagne sur ces produits.

En somme, il est assez difficile de tirer de ces résultats d'ensemble des renseignements concluants sur la situation réelle de la production allemande. Des indications plus utiles, à ce point de vue, ressortiront du tableau ci-dessous où sont énumérées, avec leurs valeurs respectives, un certain nombre de marchandises qui composent la majeure partie des importations et exportations du Zollverein (V. le tableau de la page 95).

Les chiffres ci-contre accusent des diminutions très sérieuses tant à l'entrée qu'à la sortie sur les céréales et les bestiaux. C'est là une des conséquences de la politique protectionniste au moyen de laquelle le Gouvernement impérial s'est efforcé de relever l'agriculture : les résultats en somme paraissent peu favorables, car si l'importation est très sensiblement atteinte, l'exportation subit une baisse beaucoup plus forte ; ce qui ne permet guère de conclure à une amélioration de la situation agricole.

Au point de vue industriel, nous avons dans le tableau ci-dessus la preuve du développement déjà signalé des principales fabrications entre les années 1881 et 1884. Nous nous bornerons donc ici à noter les modifications survenues depuis cette dernière année. C'est d'abord pour la métallurgie un ralentissement marqué dans le chiffre des ventes à l'étranger ; les fontes, fers bruts et rails tombent à l'exportation de 140,000,000 de marks à 111 en 1885, 101 en 1886, pour remonter seulement à 112 en 1887 ; de même l'exportation des machines qui, de 1880 à 1883 avait suivi une marche ascendante et représentait encore en 1884 une valeur de 56,500,000 marks, recule à 49,000,000 en 1885, 48 en 1886 et ne parvient pas en 1887 (52,000,000 de marks) à reprendre son ancien niveau. Une autre diminution se remarque sur les peaux préparées à l'exportation ; de 1884 à 1887 le déficit est de 55 0/0. Une baisse encore plus considérable apparaît d'autre part à l'importation des peaux brutes (77 0/0). Toutefois la vente des ouvrages en cuir ou en peau s'est maintenue, et présente même en 1887 une augmentation de 8,000,000 de marks sur 1884.

La plupart des autres industries ont en général conservé leurs positions durant cette période. Tel est le cas pour la catégorie de la verrerie, pour la fabrication des instruments de musique, et, dans l'ensemble, pour les industries textiles. Les tissus de laine, après une baisse de 1885 et 1886, retrouvent en 1887 leur moyenne d'avant 1885. Quant au tissage du coton, il est en progrès continu depuis 1880 ; partie cette année-là de 54,000,000 de marks, son exportation atteint 80,000,000 en 1884, et dépasse en 1887 118,500,000 marks. De même les soieries, dont l'exportation était de 171,000,000 de marks en 1884, atteignent près de 196,000,000 en 1887. Mentionnons enfin les augmentations importantes à l'exportation des

Commerce spécial (valeur en milliers de marks).

IMPORTATIONS					
Marchandises	1883	1884	1885	1886	1887
PRODUITS ALIMENTAIRES.					
Grains et farines	391.072	419.077	310.950	206.689	267.425
Animaux vivants	161.385	109.213	82.907	94.338	81.035
Café	137.008	122.219	112.228	138.466	168.025
Harengs	32.092	29.761	29.932	30.162	26.492
Sucre	2.026	1.383	1.449	1.138	1.493
Vins	39.501	33.317	37.056	33.893	32.090
AUTRES PRODUITS.					
Houille	22.902	24.116	27.085	28.168	29.422
Cuivre brut	15.164	15.892	12.510	10.526	10.936
Coton brut	208.002	202.448	186.408	175.346	224.877
Coton manufacturé	21.456	10.582	21.998	11.607	15.214
Lin	45.941	44.326	40.017	32.833	36.563
Graisse	29.482	20.257	25.312	27.707	26.941
Guano	14.597	13.654	9.017	8.658	9.626
Peaux brutes	99.546	150.666	98.512	91.397	84.937
Chevaux	61.309	63.299	59.906	69.111	72.049
Indigo	22.334	24.171	25.592	17.903	17.169
Fonte	14.840	12.696	9.179	6.595	6.598
Graine de lin	14.284	11.893	10.969	12.421	13.539
Locomotives et chaudières	225	151	23.107	18.847	21.830
Autres machines	22.451	22.401			
Ouvrages en métaux	24.052	24.713	23.360	21.783	23.502
Huile de graine de lin	22.916	17.226	17.241	15.897	16.597
Pétrole	55.546	69.382	69.918	56.991	61.128
Soie brute, cocons	131.531	139.223	110.965	150.491	145.108
Tabac en feuilles et manufacturé	53.425	59.841	66.795	64.638	75.722
Fils de toutes sortes	178.609	191.989	146.195	162.633	145.675
Laine brute	200.133	221.899	167.943	217.371	216.151
Tissus de laine	12.439	11.827	11.674	11.535	10.778

EXPORTATIONS					
Marchandises	1883	1884	1885	1886	1887
PRODUITS ALIMENTAIRES.					
Grains, farines, pommes de terre, etc.	108.929	68.887	53.810	61.310	50.382
Animaux vivants	138.541	131.120	100.796	83.646	78.801
Bière	22.645	21.499	24.099	19.476	19.721
Beurre	20.764	19.029	21.110	18.464	22.001
Houblon	33.762	35.692	24.712	31.721	31.503
Sucre	208.713	184.258	156.965	141.238	180.335
AUTRES PRODUITS.					
Houille	60.935	61.718	80.601	79.628	79.911
Coton en laine	24.724	26.581	16.493	17.311	21.879
Tissus de coton	73.160	80.352	79.573	98.742	118.740
Lin	29.973	27.090	23.910	18.526	22.070
Verrerie	38.059	35.411	32.327	33.704	37.503
Chanvre	13.118	12.172	13.874	10.296	15.945
Chevaux	23.036	21.889	18.136	16.135	13.142
Instruments de musique	36.007	36.193	33.996	33.271	35.542
Fer Fonte	17.317	12.190	9.396	10.779	10.190
Fer brut	112.529	113.139	83.789	75 520	86.715
Fer Rails	19.379	16.974	18.128	15.180	16.029
Plomb en saümons	12.393	10.602	8.841	9.693	9.581
Cuivre ouvré et teint	43.842	41.782	40.728	41.813	42.107
Ouvrages en cüir (gants non compris)	105.232	108.287	98.911	110.652	116.304
Machines de toutes sortes (y compris les locomotives)	65.606	56.568	49.871	48.141	52.768
Huiles de palme et de graine de lin, etc.	11.693	10.705	10.336	10.855	11.911
Papier	42.425	44.148	51.348	50.706	60.976
Pétrole	231	97	45	58	35
Tissus de soie	160.232	170.944	148.666	179.175	195.851
Peaux préparées	41.221	40.459	29.982	36.650	25.922
Tabac en feuilles et manufacturé	5.951	8.978	9.321	5.797	4.666
Laine brute	45.798	39.316	27.257	40.401	30.394
Tissus de laine	180.146	185.102	158.363	172.339	180.027
Fils	75.963	75.875	54.728	63.008	52.655

papiers, près de 61,000,000 de marks en 1887 au lieu de 42,500,000 en 1884.

Nous n'avons envisagé jusqu'à présent que la valeur des échanges de l'Allemagne : il est intéressant de comparer les valeurs aux quantités ; tel est l'objet du tableau ci-dessous, qui met en regard ces deux éléments pour l'ensemble du commerce extérieur de l'Allemagne.

Années	Importations		Exportations	
	Valeurs (milliers de marks)	Quantités (tonnes)	Valeurs (milliers de marks)	Quantités (tonnes)
1880	2.820.700	14.170.907	2.895.400	16.401.063
1881	2.963 000	14.848.198	2.977.000	16.672.116
1882	3.129.129	15.299.855	3.190.500	17.208.846
1883	3.263.700	16.297.136	3.272.200	19 239.486
1884	3.260.803	17.787.720	3.204.900	19.151.636
1885	2.944.400	17.867.291	2.860.300	18.813.869
1886	2.888.400	16.944.777	2.985.600	18.924.024
1887	3.124.700	19.386.477	3.135.300	19.495.464

Ce qui frappe tout d'abord quand on jette les yeux sur les chiffres qui précèdent, c'est que les variations qui se sont produites sur les quantités sont loin d'être proportionnées à celles qu'ont subies les valeurs. A l'exportation, tandis que, de 1880 à 1887, les valeurs sont en augmentation de 8 0/0, le tonnage s'est accru de 19 0/0 ; en d'autres termes, la valeur d'une tonne de marchandises qui, à la sortie, était en 1880 de. . . 176 mks 47
n'est plus en 1887 que de. . . . . 160 — 82

Soit une baisse de. . . . . 15 mks 67

Il en résulte que, si les prix de 1880 avaient été appliqués encore en 1887, l'exportation se serait élevée en valeur à plus de 3,440,000,000 de marks, au lieu de 3,135,000,000 ; d'où l'on peut conclure qu'il y a eu sur l'ensemble des prix, entre 1880 et 1887, un écart de 305,000,000 de marks au détriment de l'exportation en général.

Si maintenant on entre dans le détail des variations qui se sont produites au cours des années intermédiaires, on voit que pendant les trois premières (1880-1882), les prix sont très sensiblement en hausse. En 1882, la valeur moyenne de la tonne à la sortie dépasse 185 marks. Mais pendant les trois années suivantes, elle diminue dans des proportions considérables, si bien qu'en 1885 elle descend à 152 marks ; soit un écart de 33 marks sur les chiffres de 1882.

Ces moyennes nous conduisent à évaluer à plus de 620,000,000 millions de marks (750,000,000 de francs) la dépréciation qui a frappé les articles d'exportation dans la période 1882-1885.

Il est vrai que dès la fin de 1885, ce mouvement de baisse subit un temps d'arrêt. Les résultats de l'exportation en 1886 et 1887 font même ressortir un léger mouvement de hausse, sans que pourtant on soit remonté, même de très loin, aux anciens cours de 1880-1882. De 152 marks (chiffre de 1885) la valeur moyenne de la tonne de marchandises passe en effet en 1886 à 157 marks, puis à 160 en 1887. Ceux des chiffres de 1888 qui nous sont connus montrent que la reprise a persisté durant cette année, et d'après les indications contenues dans les derniers rapports des chambres de commerce allemandes, l'amélioration des cours se serait légèrement accentuée sur plusieurs points dans les premiers mois de 1889.

Il convient de remarquer du reste, que, si la production allemande a dû offrir dans ces dernières années des conditions de vente beaucoup moins rémunératrices, elle trouvait une compensation assez sérieuse dans une diminution générale des prix qu'elle avait à payer pour ses approvisionnements. Cette diminution est très apparente dans les résultats de l'importation. De 1882 à 1887, on relève une baisse de près de 40 marks par tonne sur les valeurs à l'entrée. Or comme les importations allemandes se composent bien plus de matières premières que de produits manufacturés, cette baisse de prix a pu profiter assez largement à l'industrie pour lui permettre dans une certaine mesure de soutenir la concurrence à l'extérieur tout en exportant à des prix très réduits.

Malgré les atténuations que cette circonstance a pu y apporter, une dépréciation aussi frappante que celle dont les produits de l'industrie allemande se sont trouvés atteints, spécialement durant la période 1882-1885, n'en reste pas moins par elle-même et par ses conséquences, un phénomène économique d'une réelle gravité.

Ce phénomène, il est vrai, n'a pas été exclusivement limité à l'Allemagne. On sait qu'il s'est manifesté dans la plupart des pays à grand trafic et à grande industrie, et qu'il a été le caractère à peu près général des difficultés contre lesquelles, un peu partout, la production industrielle a eu à lutter depuis quelques années en Europe. Mais on peut dire que c'est en Allemagne que cette crise de prix, restée plutôt à l'état de malaise dans beaucoup d'autres pays, a atteint son maximum d'intensité.

C'est que, nulle part ailleurs peut-être, la production n'a suivi dans son développement une marche comparable à celle qui, après une longue période de stagnation dans un rang secondaire, a subitement emporté l'Allemagne, en la faisant monter, pour ainsi dire d'un bond, au nombre des grandes puissances industrielles. Sans doute, comme nous l'avons indiqué déjà, ce brusque élan avait été précédé d'un travail de préparation très actif, mais accompli silencieusement, et qui, faute d'une observation attentive, avait généralement échappé à ceux qu'allait bientôt menacer l'expansion de cette force nouvelle. La surprise qu'elle causa ne fut certes pas le moindre facteur des succès très brillants qui devaient marquer ses débuts. Mais la facilité même de ces succès cachait un danger que l'inexpérience des nouveaux venus n'aperçut pas à temps. Grisée par sa rapide fortune l'Allemagne, là encore, ne sut pas restreindre ses ambitions à une juste mesure. Dans la hâte impatiente qu'ils mirent à pousser jusqu'au bout les avantages conquis avec un bonheur inespéré sur le terrain économique, ses industriels ne songèrent tout d'abord qu'à élargir de plus en plus le champ de leur production, sans réfléchir qu'un moment devait fatalement venir où elle cesserait d'être en rapport avec les besoins de la consommation. Le point où l'offre et la demande se font normalement équilibre ne tarda pas, en effet, à se trouver dépassé, et, dès lors, les producteurs allemands n'eurent plus seulement affaire à la concurrence du dehors qui, déjà remise de sa première émotion, commençait à pourvoir aux moyens de défense : désormais, ils se trouvaient aux prises avec les conséquences de leurs propres excès, et durent reconnaître qu'ils étaient devenus à eux-mêmes leurs plus redoutables ennemis. La nécessité d'exporter, conséquence de leur production à outrance, les obligeait à se disputer, au prix de sacrifices sans cesse croissants sur les conditions offertes à l'acheteur, les débouchés devenus de plus en plus rares à mesure qu'augmentait l'encombrement du marché. De là, la baisse effrayante que nous avons constatée dans l'ensemble des prix de vente, et qui, à un certain moment, finit par réduire jusqu'à l'extrême limite la rémunération du travail et du capital.

Une telle situation ne pouvait manquer de préoccuper vivement les esprits. Il y avait là, en effet, une véritable menace de ruine contre laquelle les intéressés déployèrent des efforts considérables, en s'appliquant à la fois à combattre le mal dans sa cause et dans ses effets.

On connaît les curieuses tentatives qui furent faites

dans un certain nombre d'industries pour arriver à des groupements ou syndicats poursuivant le relèvement des cours au moyen d'une limitation concertée de la production. Bien que de pareilles entreprises semblent en principe pouvoir être difficilement efficaces de nos jours, et qu'en fait, de nombreux essais d'entente de ce genre soient tout d'abord restés infructueux en Allemagne, on a annoncé dans ces derniers temps que des résultats appréciables auraient fini par être obtenus sur quelques points. Dans tous les cas, un résultat affirmé par de nombreuses plaintes, c'est que plusieurs des associations qui réussirent à se former ne résistèrent point à l'appât de spéculations qui, à diverses reprises, amenèrent des perturbations considérables dans les cours, et ne firent qu'aggraver la situation du marché allemand, en lui enlevant la stabilité nécessaire à la conclusion des affaires sérieuses et au fonctionnement régulier des opérations industrielles.

Mais on ne se borna pas à tenter d'exercer une action plus ou moins effective sur la production. Des efforts tout aussi actifs et d'une valeur peut-être moins contestable se sont, en effet, spécialement tournés vers le développement de l'exportation. L'Allemagne trouva à cet égard de précieuses ressources dans le tempérament même de ses nationaux qui, on l'a maintes fois constaté, possèdent à un très haut degré l'esprit d'entreprise en matière commerciale. Dès le début de la crise, les industriels allemands n'hésitèrent pas à aller chercher au loin, en dépit des difficultés, devant lesquelles s'arrêtent parfois les peuples moins aventureux, les éléments d'une clientèle nouvelle. Dans la fièvre d'affaires qui s'empara de leur pays, nos voisins n'ont pas été sans tomber ici encore dans une exagération dont les effets ne furent pas toujours heureux; beaucoup d'entre eux, après avoir conclu dans les régions lointaines des ventes pour lesquelles ils avaient négligé de s'entourer de garanties suffisamment sérieuses, ont essuyé de ce chef des pertes dont l'importance a été ressentie douloureusement. Mais ces accidents, bien que signalés en assez grand nombre pour refroidir l'ardeur des plus imprudents, n'ont pas découragé la résolution des nombreux producteurs qui depuis plusieurs années ont organisé entre eux des sociétés de vente et des syndicats d'exportation, où les représentants d'un même ordre d'industries travaillent en commun à dégager le marché intérieur du poids énorme des excédents, en étendant de plus en plus au dehors le cercle des débouchés. Nous aurons l'occasion de donner par la suite, notamment à propos du développement des voies de transport et des acquisitions territoriales récentes de l'Allemagne, un aperçu des efforts dépensés en ce sens, tant par l'initiative privée que par l'Etat.

Il nous reste auparavant, pour avoir la physionomie complète du mouvement des échanges de l'Allemagne, à indiquer l'importance respective de ses relations avec les différentes puissances.

Il n'est pas toujours possible de déterminer très exactement d'après les documents allemands la part de chaque pays au commerce extérieur de l'Empire. Les villes hanséatiques étant, jusqu'en 1888, en dehors du Zollverein, les statistiques les considèrent, en effet, comme territoire étranger et leur ouvrent un compte distinct, tant à l'importation qu'à l'exportation, et comme c'est par elles que se fait la majeure partie du commerce maritime de l'Allemagne, les chiffres qui leur sont attribués se composent pour la presque totalité d'opérations de transit, qui en réalité viendraient en addition pour une part qu'il est malaisé de déterminer aux chiffres afférents aux divers pays étrangers.

C'est ainsi que le port de Hambourg reçoit à l'entrée une quantité de marchandises de provenance française évaluée en 1887 à 52,000,000 de marks environ, dont une très grande partie devrait être certainement ajoutée aux 212,000,000 représentant, d'après les documents allemands, notre importation en Allemagne.

Nous aurons d'ailleurs, en ce qui concerne les relations de notre pays avec l'Allemagne, des résultats plus circonstanciés en consultant les *Tableaux du commerce de la France* publiés par l'Administration des douanes. L'examen de ces tableaux pour une période de quinze années montre que jusqu'en 1877 la balance des échanges se présentait en faveur de notre pays qui envoyait à l'Allemagne des marchandises pour une valeur bien supérieure à celle des produits qu'il en recevait : en 1875 la balance se soldait par 71,000,000 de francs au profit de la France. Mais cette différence s'affaiblit de plus en plus jusqu'en 1878, année où déjà l'Allemagne nous vend plus qu'elle ne nous achète. En 1880 apparaît au détriment de la France un écart de 65,000,000; en 1882 cet écart atteint 71,000,000; en 1883, il s'élève au chiffre énorme de 135,000,000 (476,000,000 à l'exportation d'Allemagne en France, contre 326,000,000 à l'importation de France en Allemagne). Mais à partir de 1884 une progression en sens inverse recommence : cette année-là le déficit se réduit à 89,000,000 de francs; il n'est plus que de 74,000,000 en 1885; de 41,000,000 en 1886, et de 24,000,000 de francs en 1888 (332,000,000 contre 308,000,000), après être descendu même en 1887 à 5,000,000 de francs (321,000,000 contre 316,000,000). Ainsi ce qui domine dans l'ensemble des cinq dernières années, c'est une tendance accusée de la part de la France à rétablir sa balance.

Un autre trait saillant que mettent en lumière les résultats généraux du mouvement des échanges, c'est le ralentissement de plus en plus marqué des relations commerciales entre les deux pays, ralentissement qui s'accuse d'année en année par des diminutions progressives dans les chiffres de l'importation comme dans ceux de l'exportation. Le tableau ci-dessous dressé par nature de marchandises permet de saisir d'un coup d'œil dans quelle mesure ces diminutions atteignent les échanges de produits alimentaires, de matières premières et d'objets manufacturés.

Commerce de l'Allemagne avec la France (valeur en milliers de marks).

Années	Importation de France en Allemagne			Exportation d'Allemagne en France		
	Objets d'alimentation	Matières premières	Objets fabriqués	Objets d'alimentation	Matières premières	Objets fabriqués
1881	78.332	128.687	176.022	115.928	174.358	164.400
1882	72.009	118.580	148.174	115.857	187.633	173.041
1883	61.012	119.511	145.479	113.454	170.649	157.663
1884	64.028	110.160	153.748	103.835	154.825	158.274
1885	58.864	101.288	139.248	96.165	137.724	140.226
1886	50.013	112.231	135.365	73.257	124.676	136.829
1887	49.154	117.683	149.379	58.295	122.407	141.220
1888	45.523	132.108	130.587	63.627	132.040	136.915

Ces chiffres nous montrent, pour les produits alimentaires, les exportations allemandes à destination du marché français en baisse constante (63,000,000 en 1888 contre 115,000,000 en 1881). De même l'importation fran-

çaise en Allemagne tombe de 78,000,000 à 45,000,000.

Le même fait apparaît pour l'Allemagne, quant à l'exportation des matières premières : aux chiffres de 174,000,000 et 187,000,000, en 1880 et 1881, succèdent des chiffres sans cesse décroissants jusqu'à celui de 1888 qui n'est que de 132,000,000. Le compte de la France se présente pour la même catégorie sous un jour un peu différent : après une série de diminutions qui va de 1880 à 1885 (108,000,000 au lieu de 128,000,000), nos ventes de matières premières sur le marché allemand remontent ensuite jusqu'à compenser nos achats (132,000,000 de part et d'autre).

Enfin dans la catégorie des produits manufacturés nous retrouvons la trace de la marche suivie par l'industrie de ce pays : marche ascendante prodigieusement rapide qui, jusqu'en 1883, menace notre marché d'une véritable invasion (de 98,000,000 en 1879, la valeur de l'exportation atteint 164,000,000 en 1881 et s'arrête à 177,000,000 en 1883); puis recul évident pendant trois années : (158,000,000 en 1884, 140,000,000 en 1885, 136,000,000, en 1886, chiffre qui reparaît en 1888 après une faible reprise en 1887). De notre côté, nous trouvons la contre-partie de ce mouvement : jusqu'en 1883 notre industrie perd du terrain sur le marché allemand où les importations françaises, qui étaient encore de 176,000,000 en 1881, ne se chiffrent plus que par 145,000,000 en 1883. Mais depuis lors le mouvement est enrayé, et la moyenne reste supérieure à 140,000,000.

Ainsi l'industrie française, un instant surprise par la subite impulsion donnée à une concurrence contre laquelle elle n'était pas suffisamment en garde, a bientôt retrouvé l'assurance nécessaire pour ressaisir les meilleures positions sur son propre marché et conserver chez ses adversaires eux-mêmes une clientèle importante. On est en droit d'éprouver une véritable satisfaction en constatant ces résultats, quand on songe qu'ils ont été atteints malgré les nouvelles charges dont l'Allemagne a grevé l'importation étrangère au cours d'une période où notre régime douanier n'a subi, dans son ensemble, aucune modification analogue.

Complétons, par quelques chiffres empruntés spécialement au *Tableau du commerce* de 1888, ces renseignements sur les échanges entre la France et l'Allemagne.

A l'importation en Allemagne, nos principales opérations portent sur les vins (valeur 28,000,000); les peaux et pelleteries brutes (19,447,000 francs); les tissus, passementeries et rubans de laine (13,000,000 en 1883, plus de 18,000,000 en 1888, dont près de moitié pour les draps et tissus unis et plus du quart pour la bonneterie); le coton en laine (16,000,000); les tissus, passementeries et rubans de soie et de bourre de soie (12,000,000 en 1883, 16,000,000 en 1888); les soies (13,000,000 à 14,000,000); les laines et déchets de laine (13,000,000); les plumes de parure (en augmentation constante depuis 1884, 10,000,000 en 1888); la bijouterie d'imitation (9,000,000 à 10,000,000); les peaux préparées (9,000,000); les minerais (8,000,000); les chevaux (8,000,000); les outils et ouvrages en métaux (6,500,000 francs); les tissus, passementerie et rubans de coton (9,000,000 en 1887, 6,500,000 francs en 1888); les fils (5,000,000); les tourteaux (5,000,000); les extraits de bois de teinture (4,500,000 francs); les bestiaux (4,000,000 à 5,000,000); les vêtements confectionnés et la lingerie cousue (4,000,000); les produits chimiques (3,000,000 à 4,000,000); l'horlogerie (3,000,000); puis pour des valeurs de 2,000,000 à 3,000,000, le safran, les grains à ensemencer, fruits de table, cuivres, ouvrages en peaux ou en cuir, machines et mécaniques, articles de bimbeloterie, d'orfèvrerie, huiles, écorces à tan, drilles, ouvrages de modes, tabletterie, eaux-de-vie et liqueurs; de 1,000,000 à 2,000,000 les poteries, verres et cristaux, poissons, carreaux de meulière, matériaux à bâtir, tabacs, chapeaux de paille, engrais, indigo, fleurs artificielles, graines, bois communs, meubles, etc... Les céréales, qui, de 1878 à 1884, représentaient une valeur annuelle de 10,000,000 à 15,000,000, de francs, ne représentent plus en 1888 que 256,649 francs.

A l'exportation d'Allemagne, la part de la France consiste principalement en bestiaux (20,000,000 de francs en 1888 : de 1871 à 1885 ce chiffre variait de 61,000,000 à 40,000,000); houille (18,000,000); bois communs (15,000,000); papiers, cartons, livres et gravures (14 millions); machines et mécaniques (12,000,000); tissus, passementeries et rubans de coton (au lieu de 25,000,000 en 1881, 21,485,000 en 1888, dont 5,000,000 environ pour les calicots, coutils, toiles, 2,000,000 pour les velours et autant pour la bonneterie, enfin plus de 1,700,000 francs pour les broderies, dentelles et guipures); tissus, passementeries et rubans de laine (11,762,876 francs en 1888, dont 2,000,000 environ pour les draps et tissus unis, et 3,500,000 pour la bonneterie); peaux et pelleteries brutes (10,000,000); minerais (10,000,000); outils et ouvrages en métaux (10,000,000); de 8,000,000 à 9,000,000 produits chimiques, poteries, verres et cristaux, peaux préparées, viandes fraîches et salées, bières; de 4,000,000 à 6,000,000 laines et déchets de laine, mélasses, céréales, cuivres et fils de toute sorte, chevaux, ouvrages en peau ou en cuir, articles en écume de mer, soies et bourres de soie, bimbeloterie; de 3,000,000, à 4,000,000 plumes de parure, teintures dérivées du goudron de houille, graines à ensemencer, chanvre, houblon, coton en laine; enfin de 1,000,000 à 3,000,000, manganèse, fromages, pommes de terre, meubles, matériaux à bâtir, fers et fontes, etc...

Le commerce extérieur de l'Allemagne avec l'Angleterre se chiffre à l'importation en 1885 et 1886, par 452,000,000 de marks et en 1887, par 460,000,000; à l'exportation, par 452,000,000 de marks en 1885, 442,000,000 en 1886 et 490,000,000 en 1887. Au cours de cette dernière année, l'Allemagne a importé 135,000 tonnes de fers anglais et 1,555,600 tonnes de houille. Elle a exporté en Angleterre, 384,300 tonnes de sucres, 38,000 tonnes de fils de fer, 10,500 de clous et 25,500 de chlorure de potassium.

L'importation de l'Autriche-Hongrie représentait, en 1887, une valeur de 422,000,000 de marks; les céréales figurent pour une forte part dans ce chiffre, les lignites de Bohême y entrent également pour une valeur assez considérable; depuis quelques années, ils font aux mines de Saxe une concurrence active : de 3,600,000 tonnes en 1885, l'importation a atteint, 4,000,000 de tonnes en 1886 et 4,400,000 en 1887; les autres produits importés sont les pétroles de Galicie, le tan (57,200 tonnes en 1888), les peaux et cuirs, etc. L'exportation allemande en Autriche a une valeur beaucoup moindre. De 1885 à 1887, elle reste inférieure à 3,000,000 de marks et inflige ainsi à la balance commerciale de l'Allemagne un déficit d'environ 120,000,000 de marks. Les achats autrichiens se composent de houilles de la Haute-Silésie, fers, fontes, tôles, fers blancs, ciments, engrais, produits chimiques, bières, alcools, matériel de chemins de fer, etc.

Les exportations de l'Allemagne en Russie ont considérablement décru dans ces dernières années. De 213,000,000 de marks en 1880, elles sont tombées à 144,000,000 en 1885 et à 124,000,000 en 1887. Au contraire, l'importation russe se retrouve en 1887, presque au même chiffre qu'en 1880, soit 336,000,000 de marks, ce qui fait en sa faveur un écart de 213,000,000 de marks; elle consiste surtout en produits agricoles, céréales (250,986 tonnes de blé et 416,164 d'avoine), colza, graines de lin, chanvre, peaux, bois, pétroles, etc.

L'Italie figure au commerce d'importation de l'Allemagne pour une valeur moyenne de 90,000,000 de marks, balançant une exportation à peu près équivalente. On avait espéré en Allemagne, que la situation créée à l'Italie par la rupture de ses relations commerciales avec la France, profiterait dans une très large mesure aux échanges entre les deux Etats dont le rapprochement

politique a fait tant de bruit en Europe dans ces derniers temps. Il ne semble pas que jusqu'à présent, les résultats attendus, en ce qui concerne les relations commerciales des deux puissances alliées, se soient réalisées.

Les Pays-Bas figurent à l'importation en Allemagne pour une valeur de 200,000,000 de marks, sensiblement égale à celle qu'atteint leur part dans l'exportation de l'Union douanière.

La situation de la Suisse est à peu près semblable (150.000,000 de marks à l'entrée et autant à la sortie).

Au contraire, la balance commerciale avec la Belgique se solde par une valeur approximative de 130,000,000 de marks au profit de cette dernière (280,000,000 environ à l'importation, contre une moyenne de 150,000,000 à l'exportation).

Les transactions avec le Danemark, la Suède et la Norwège, l'Espagne et le Portugal, représentent des valeurs moins considérables : Danemark en 1887, 26,000,000 de marks à l'entrée, 54,000,000 à la sortie. Suède et Norwège, 39,000,000 à l'entrée, 61,000,000 à la sortie. Espagne et Portugal 24,000,000 à l'entrée, 32,000,000 à la sortie.

Hors d'Europe, le débouché le plus important qui soit ouvert à la production allemande est l'Amérique du Nord. L'exportation à destination des Etats-Unis augmente d'année en année, elle atteint 231,000,000 de marks en 1887, d'après les statistiques qui ne comprennent pas dans ce chiffre les expéditions considérables de marchandises qui se font par le port de Hambourg. Les importations des Etats-Unis n'ont pas fait les mêmes progrès : elles sont évaluées en moyenne à 120,000,000 de 1883 à 1886 ; en 1887, ils s'élèvent à 143,000,000 de marks.

L'Allemagne travaille activement à augmenter ses relations avec l'Amérique du Sud, l'Australie, la Chine et le Japon.

La force d'expansion que lui valent l'accroissement très rapide de sa population et l'émigration régulière d'une partie de ses nationaux lui sert remarquablement à répandre, avec son influence, le goût de ses produits, dans les pays nouveaux. En 1888, le chiffre de l'émigration est de 98,515 personnes. On estime le nombre des Allemands qui se sont expatriés dans la période décennale qui va de 1878 à 1887 à 1,153,789 dont 1,116,098 sont allés aux Etats-Unis, 15,931 au Brésil, 13,769 dans les autres pays de l'Amérique ; 8,524 en Australie, 2,882 en Afrique, 692 en Asie.

Depuis quelques années, l'Allemagne ne s'est plus contentée d'envoyer dans les Etats déjà existants l'excédent de sa population : elle a voulu avoir pour son propre compte un domaine colonial, et l'on sait les acquisitions successives qu'elle a faites sur différents points du globe. En Australie et dans l'Océanie, elle a établi son protectorat sur les îles Marchall, Brown, Providence et Pleasant. Elle possède aujourd'hui des territoires considérables dans l'Afrique occidentale, ceux de Kameroum, de Togo, d'Otyimbingue ; sur la côte orientale, elle s'est tout récemment installée à Zanzibar. Elle y exporte des articles de coton, de laine et demi-laine, de chanvre, de lin, des ouvrages en fer et métaux, des armes, poudres, machines, cuirs, verreries, faïences, quincailleries, instruments et outils, savons, vins, bières, etc.

En même temps l'Allemagne a développé dans des proportions considérables sa marine marchande. Des services réguliers subventionnés par l'Etat, la relient aujourd'hui à Zanzibar, à la baie Delagoa, à Port-Natal, à l'Australie, aux Indes orientales, etc. L'initiative privée exploite en outre de très nombreuses lignes qui partent de Hambourg et de Brême. Indépendamment des grandes compagnies maritimes existant depuis de longues années à Hambourg (la compagnie Hambourgeoise-Américaine qui dessert par des steamers très rapides, New-York et l'Amérique centrale [Antilles et Mexique], et le Lloyd brêmois dont les bâtiments font le voyage entre l'Allemagne et l'Amérique du Nord), d'autres compagnies se sont fondées dans ces derniers temps à Hambourg : la Compagnie Kosmos, qui dessert La Plata ; la Société allemande d'armements à vapeur, qui fait le service de l'Indo-Chine ; la Compagnie allemande australienne, la Compagnie Hambourg-Calcutta, la Ligne du Levant, la Ligne Wienman, la Ligne du Pacifique, la Compagnie Tank, la Ligne de la Hanse, la Compagnie Snatowa, etc., la Société chinoise de cabotage, qui fait le trafic entre les ports du Céleste-Empire.

La marine marchande à vapeur s'est accrue, entre 1880 et 1886, de 280 bâtiments et de 238,156 tonneaux, et la moyenne de tonnage des navires, qui était de 521 tonneaux en 1880, atteignait, en 1886, 652 tonneaux. Actuellement l'Allemagne effectue plus de 50 0/0 de ses transports par mer.

Bien qu'elle ait encore recours dans une large mesure à l'Angleterre pour ses commandes de matériel naval, elle s'est mise sérieusement en devoir, depuis quelque temps, de pourvoir à ses propres besoins et il existe actuellement à Hambourg deux grands établissements de constructions maritimes.

L'Allemagne, qui fait ainsi des efforts considérables pour assurer à son industrie l'exportation considérable dont elle a besoin, n'a pas craint jusqu'en ces derniers temps de multiplier les barrières sur ses propres frontières. C'est en 1879, qu'a été inauguré le système de protection très accentué qui caractérise sa législation douanière. Les conditions de son régime douanier ont d'ailleurs été depuis lors aggravées dans de fortes proportions. Le tarif général de l'Empire résulte d'une loi qui porte la date du 22 mai 1885 ; il a été modifié sur divers points par les lois subséquentes du 24 juin 1887, relative aux eaux-de-vie, du 9 juillet 1887, relative aux sucres et du 21 décembre 1887, relative aux céréales, pâtes et amidons.

L'Empire d'Allemagne a conclu des traités de commerce avec l'Italie, l'Espagne, la Grèce et la Suisse. Mais ces traités se bornent ordinairement à consolider quelques-unes des taxes du tarif général, et n'accordent que des réductions très restreintes, et sur un petit nombre d'articles, de sorte que le tarif conventionnel qui en résulte est assez insignifiant. Il est applicable en vertu de traités stipulant la clause de la nation la plus favorisée, à l'Angleterre, à l'Autriche-Hongrie, à la Belgique, au Danemark, aux Pays-Bas, au Portugal, à la Roumanie, à la Serbie, à la Suède et Norwège, à la Turquie, et enfin à la France, en vertu de l'article 11 du traité de paix de Francfort.

Il est assez curieux de voir l'Allemagne, qui a donné le signal du mouvement protectionniste où la plupart des Etats voisins ont dû, par la force même des choses, s'engager à sa suite, arriver aujourd'hui à faire, à ses dépens, l'expérience des inconvénients attachés à la situation dont elle n'avait jusqu'ici connu que les avantages. Ce revirement se manifeste sous une forme assez imprévue en ce qui concerne cette fameuse stipulation du traité de Francfort que nous venons de rappeler. Tant que l'Allemagne n'a, en fait, accordé sur sa propre frontière aucune concession, elle a pu, de plein droit, profiter, sans compensation pour nous, de toutes celles que notre régime économique avait admises en faveur des pays contractants. La clause de la nation la plus favorisée est ainsi demeurée ce qu'elle avait vraisemblablement été dans la pensée de ceux qui nous l'imposèrent, une arme offensive contre laquelle nous restions sans défense. Mais voici que, poussée par la nécessité de plus en plus impérieuse de faciliter son exportation, l'Allemagne a dû renoncer sur certains points à l'autonomie de son tarif, et qu'elle va se trouver évidemment obligée d'en faire fléchir beaucoup plus sérieusement encore la rigueur, pour obtenir chez d'autres puissances dont les marchés lui sont indispensables la réciprocité en faveur de ses

produits. Il est permis de supposer que le gouvernement impérial se déciderait volontiers à entamer des négociations, ouvertement et instamment réclamées dès à présent par l'opinion publique, si l'on pouvait songer par exemple à la conclusion d'une Union douanière limitée à un certain nombre d'Etats. On sent assez combien une combinaison de ce genre pourrait être dangereuse pour ceux qui en seraient exclus, et de quel prix peut devenir une stipulation qui, comme celle de l'article 11 du traité de Francfort, constitue une indiscutable garantie contre une telle menace d'isolement. Enfin, tandis que, libre de préoccupation de ce côté, la France se trouve, d'autre part, au point de vue économique, dans une situation qui lui laisse une entière indépendance vis-à-vis des autres pays, et qu'elle peut, dès maintenant, étudier en prenant conseil de ses seuls intérêts, la ligne de conduite à suivre lors de la prochaine expiration des traités de commerce, l'Allemagne, au contraire, ne saurait envisager sans de graves appréhensions, les difficultés qui surgiront pour elle si les tendances aujourd'hui dominantes en Europe, ne se modifient pas avant cette échéance de 1892 à laquelle doit correspondre dans beaucoup de pays une revision de la législation douanière.

On voit, en somme, par cet exposé que, si dans un passé récent, l'Allemagne a pu accomplir avec une remarquable aisance une évolution économique d'une importance capitale, l'avenir est loin de lui promettre les mêmes facilités. Le jour où elle se décida à regagner l'avance qu'avaient prise depuis longtemps sur elle la plupart des pays industriels de l'Europe, elle avait trouvé dans la richesse de son sol en minerais et en combustibles, ainsi que dans les conditions exceptionnelles offertes par la main-d'œuvre, des avantages d'un prix inestimable, auxquels elle dût en partie ses rapides succès. Mais elle ne tarda pas à en abuser, et se vit bientôt acculée entre l'encombrement de son marché, conséquence d'une production développée à l'excès, et les difficultés chaque jour croissantes que rencontre son exportation. Malgré l'activité déployée pour remédier à cet état de choses, il en résulte un avilissement général des prix de vente, qui restreint dans des proportions inquiétantes la marge des bénéfices, déjà entamée d'un autre côté par l'augmentation des prix de revient. Grâce à l'élévation des droits de douane, le producteur allemand a pu chercher à se rattraper dans une certaine mesure sur le marché intérieur, des sacrifices qu'il était obligé de consentir au profit de sa clientèle du dehors, et il s'est habitué à faire payer cher à ses concitoyens ce qu'il doit vendre bon marché à l'étranger. Ce fut l'origine du renchérissement très marqué de la vie dont on se plaint partout à l'heure qu'il est en Allemagne, et qui coïncide précisément avec l'instant où, le développement de la richesse ayant répandu dans toutes les classes le goût du confortable, l'ouvrier réclame, lui aussi, sa part de bien être général. En sorte que l'Allemagne semble condamnée par la logique même des choses à perdre à très bref délai ce qui peut lui rester encore de la supériorité qu'elle avait longtemps conservée sur les autres pays au point de vue des conditions de la main-d'œuvre.

Cette perspective ne laisse pas d'être particulièrement inquiétante pour une industrie qui, en réalité, s'était dans son ensemble presque exclusivement organisée en vue de la production à bon marché. Arrivant l'une des dernières sur le terrain de la concurrence internationale, l'Allemagne avait, en effet, compris avec beaucoup de bon sens que c'était de ce côté que s'ouvrait pour elle le champ le plus vaste et le plus facile à exploiter. Ne pouvant s'adresser de prime abord aux clients pour lesquels la question du prix passe après celle de la qualité, clients de longue date acquis à l'industrie de plusieurs autres nations, elle s'est consacrée résolument à une spécialité à laquelle se prêtaient admirablement ses ressources naturelles ; elle s'est mise à fabriquer en grandes masses des objets communs, à l'intention d'une nouvelle catégorie d'acheteurs, qui se laissa en effet toucher par le bas prix de ses articles. L'industrie allemande a ainsi créé des besoins qu'elle est obligée de satisfaire et qui lui tracent pour ainsi dire le rôle de sa production. Ce rôle, pourra-t-elle continuer de le tenir longtemps encore? Et si, comme paraît l'indiquer le renchérissement de la main-d'œuvre, il faut admettre la négative, quel sort lui réserve l'avenir? Essaiera-t-elle de relever la qualité de ses produits et de tourner ses efforts vers les créations élégantes et la perfection des articles de luxe. Bien que les ressources du génie allemand aient paru jusqu'ici peu susceptibles de se plier aux exigences d'une production artistique qui suppose un certain esprit d'initiative, un goût, une souplesse, qu'on est peu accoutumé à lui reconnaître, nous devons nous garder de tirer d'inductions psychologiques peut-être prématurées, des conclusions absolues.

Mais en écartant même l'hypothèse d'un obstacle de ce genre, une telle évolution ne pourrait s'accomplir sans de grandes difficultés matérielles, ne fût-ce qu'en raison de la transformation que devrait subir dans son ensemble l'outillage immense créé naguère par l'industrie allemande en vue d'une toute autre destination. On peut se demander d'ailleurs quel accueil trouverait une tentative de cette nature auprès de la clientèle de luxe depuis longtemps en garde contre les habitudes d'une fabrication dont la mauvaise réputation est désormais universelle. On sait, en effet, qu'entraînés par la concurrence, les industriels allemands se sont trop souvent laissé aller à réaliser sur la qualité de leurs matières premières et sur le fini de la main-d'œuvre des économies excessives, et qu'à l'heure actuelle un discrédit très mérité pèse sur leurs produits dans la plupart des pays mêmes où ils avaient remporté leurs premiers succès. Personne n'ignore enfin, aujourd'hui que, pour échapper aux conséquences de cette détestable renommée, nos voisins n'ont pas hésité à recourir à des artifices d'une honnêteté plus que contestable pour rassurer l'acheteur trop prompt à se détourner des marchandises d'origine manifestement allemande ; c'est en effet chez eux un usage des plus répandus de placer leurs produits sous la recommandation de marques étrangères, si bien que, tout récemment encore, on avait à déplorer en Allemagne les effets de mesures que l'Angleterre, à l'exemple de plusieurs autres Etats, dut se décider à prendre pour arrêter les progrès des contrefaçons déloyales.

En résumé, l'ère des succès faciles paraît désormais close pour l'Allemagne. Aux prises à l'intérieur avec les conséquences de ses propres fautes, elle se trouve au dehors en face d'adversaires de plus en plus résolus à ne lui rien céder de leurs positions, et vis-à-vis desquels elle semble destinée à voir, à brève échéance, s'atténuer trop complètement les derniers vestiges de sa supériorité momentanée au point de vue économique, pour pouvoir, en l'état du moins, songer utilement à de nouvelles conquêtes. — L. R.

• **ALLEMAND** (Art). A l'époque où nous avons tracé le plan de notre *Dictionnaire*, un sentiment très répandu en France tendait à proscrire toute étude sur l'Allemagne, sur son histoire, sur ses productions, sur ses ressources. Nous avons cru devoir céder à ce courant, que peut-être nous n'approuvions pas sans restrictions, et ainsi nous n'avons pas tracé le tableau de l'histoire de l'art en Allemagne, comme nous l'avions fait pour tous les autres centres artistiques. Depuis, on a compris dans notre pays, qu'ignorer systématiquement tout ce qui s'est fait de l'autre côté du Rhin, c'est agir contre nos propres intérêts et, en ce qui nous concerne, nous sommes persuadés qu'un exposé sommaire de l'histoire de l'art allemand, en complétant le but de ce *Dictionnaire*, peut être d'une réelle utilité, et per-

mettre des comparaisons de style, de facture, d'ornementation, de dates, fécondes en résultats. L'art allemand est une unité parfaite, surtout en ce qui concerne l'art décoratif; il a son caractère et son originalité propres, et la multiplicité de tous ces états de l'empire, dont quelques-uns étaient fort riches, a été à toutes les époques une cause importante d'un développement artistique d'autant plus digne d'attention, que par cette décentralisation même, il s'est fait sans l'entrave d'une école absorbante ou d'une fantaisie princière plus ou moins éclairée. Cet art est dans toutes ses parties, mais surtout en architecture, en sculpture d'ornements, en gravure, en orfèvrerie, en verrerie, en serrurerie, tout à fait remarquable, et s'il n'est pas apprécié en France à sa juste valeur, c'est qu'il y est imparfaitement connu.

Le caractère allemand, ou plutôt celui des populations riveraines du Rhin, de l'Elbe et du Danube, est à la fois positif et poétique, porté vers ce qui est grand, élevé, idéal. Tout ce qui est sorti des mains de leurs artistes porte ce cachet de grandeur et de richesse, avec une recherche d'élégance large. D'autre part il ne faut pas leur demander la finesse, la grâce de l'art italien, ils savent surtout faire grand. Dans la plénitude de leurs facultés artistiques, ils ont fait grandiose, plus tard et encore maintenant, la tendance leur restant, mais non la mesure et le jugement, ils n'ont plus fait que colossal.

Architecture. Les Germains et les Goths avaient sans doute des procédés rudimentaires d'architecture, dans le détail desquels il serait intéressant d'entrer, mais l'étendue de cette étude nous est mesurée, il ne reste plus trace de ces constructions, le plus souvent élevées en bois ou en matériaux peu résistants, et nous ne ferons commencer l'art allemand qu'avec la période carlovingienne.

C'est avec Charlemagne, en effet, que l'Allemagne prend sa place dans le monde civilisé. Si les contrées baignées par le Rhin étaient depuis longtemps prospères, l'intérieur était encore bien barbare et bien divisé. Mais l'empereur qui mérita le surnom de Grand plus encore par l'élévation de son esprit, pourtant inculte, que par ses victoires, fit tout pour ce pays. Pour lui il déplaça le centre de l'empire, qu'il reporta à Aix, pour lui il fit venir les missionnaires les plus vénérés, les artistes les plus habiles d'Italie et d'Orient, il dépouilla Rome et Ravenne d'une partie de leurs merveilles, il prodigua les conseils et l'argent, et nulle part les célèbres inspecteurs de l'empire, les *missi dominici*, ne déployèrent plus d'activité en vue d'une impulsion féconde.

C'est dans la vallée du Rhin, surtout à Aix, que Charlemagne fit élever le plus de châteaux et de palais. De superbes résidences destinées à devenir des centres intellectuels importants, furent créés à Nimègue et à Ingelheim. Il ne reste des édifices de cette époque, dont tous les contemporains célèbrent la splendeur, que l'église Sainte-Marie qui donna son nom à Aix-la-Chapelle, et le portique de l'église abbatiale de Lorsch dans la Hesse. Telle qu'elle est actuellement, la cathédrale d'Aix est un ensemble bizarre et hybride; à l'ancienne construction carlovingienne on a plaqué un décor ogival et une verrue Renaissance. La partie ancienne est assez considérable encore pour offrir le plus grand intérêt archéologique, elle rappelle, par ses données principales, Saint-Vital, de Ravenne, qui lui a évidemment servi de modèle. Nous donnons comme type du style roman primitif l'intérieur de l'église d'Ottmarsheim qui rappelle les dispositions de Notre-Dame d'Aix-la-Chapelle (fig. 29).

Ce qui devait surtout caractériser l'art carlovingien, c'est la richesse et la variété des industries décoratives employées comme auxiliaires de l'architecture. Malheureusement il n'en reste que des traces, et ainsi nous ne connaissons que par tradition les peintures murales du palais d'Ingelsheim, sans aucun doute dues à des Italiens, les riches mosaïques et la grille du palais d'Aix, les belles portes de bronze d'Ingelsheim. L'orfèvrerie, la miniature, la sculpture en ivoire étaient aussi très prospères.

En Allemagne, au moins autant qu'en France, l'influence artistique est alors aux mains des moines. De ce côté-ci du Rhin, nous avons eu Cluny et Cîteaux, de l'autre c'est le couvent de Saint-Gall, célèbre dans le monde entier, où brilla un artiste d'une grande valeur, Tutilo, à la fois peintre, sculpteur, orfèvre, poète, flûtiste et chanteur, mort en 915; c'est encore Fulda, Reichenau, Corvey. A Reichenau, s'était formée une école de peinture sacrée où l'on venait de loin chercher des maîtres. Là, fut exécutée, sous la direction de Grimaldus, la décoration du tombeau de Louis-le-Débonnaire.

Ces monastères servirent de refuge, pendant les troubles des x^e^ et xi^e^ siècles, à tout ce qu'il y avait en Alle-

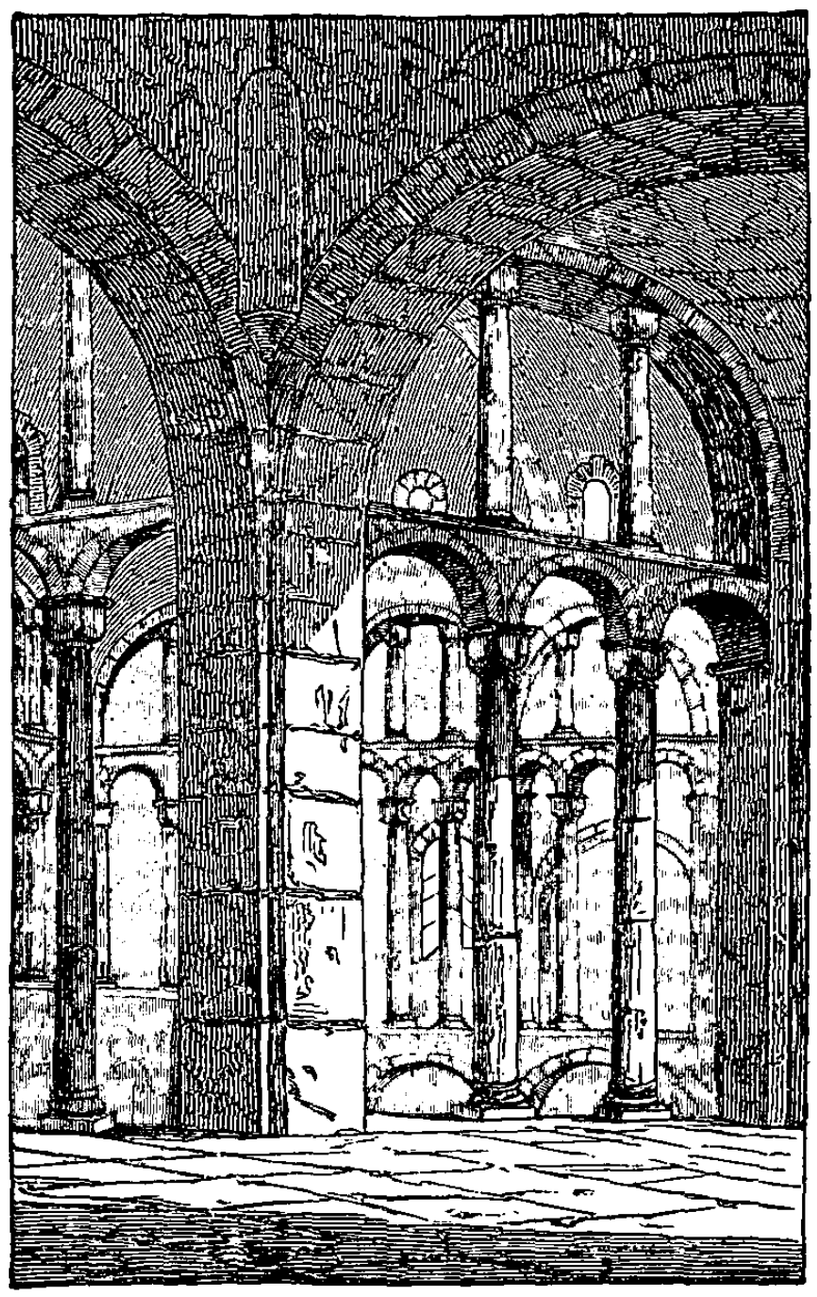


Fig. 29. — *Intérieur de l'église d'Ottmarsheim (XI^e^ siècle).*

magne d'intelligent, et de chez eux sortit de toutes pièces l'art roman.

L'architecture romane est, à notre sens, le plus beau fleuron artistique de l'Allemagne. Elle peut montrer un nombre considérable d'édifices religieux de belles proportions, construits avec une grande science, et, point important, ayant su garder par leur sévérité, par la noblesse de leurs lignes sans sécheresse, par leur opulence plus visible à la grandeur du plan qu'à la recherche des détails, une physionomie propre.

C'est par la Saxe, pays fertile, riche, en outre, des minerais du Hartz, que le mouvement commence, sous l'impulsion de princes éclairés, Henri et Othon. Là s'élèvent de belles basiliques à piliers, couvertes en plates-bandes, parce que l'art n'est pas assez avancé pour permettre l'emploi de la voûte : églises de Gernrode, avec de belles sculptures et de curieuses peintures primitives; de Quedlinbourg (xi^e^ siècle); de Saint-Godard et de Saint-Mi-

chel, d'Hildesheim (XI[e] et XII[e] siècles) qui ont gardé aussi des sculptures remarquables. Les pays rhénans prennent à leur tour leur développement artistique, et voient s'élever en quelques années les merveilles romanes de l'Europe : les cathédrales de Spire (fig. 30), destinée à recevoir les tombeaux des empereurs; de Worms, de Mayence, celle-ci marquant déjà une époque de transition, on peut lui reprocher son dôme central insuffisant, étranglé entre deux tours d'une rondeur de cheminée, elle n'en est pas moins fort curieuse; la cathédrale de Bâle; celle de Bamberg, où l'on trouve également l'ogive, et l'un des plus beaux produits de l'alliance des écoles saxonne et française; l'église de Laach, celle de Schwarzrheindorf, très grande et très simple, Notre-Dame d'Halberstadt, l'église abbatiale d'Hecklingen, avec de beaux anges sculptés, enfin les superbes églises de Cologne, la ville sainte : Sainte-Marie du Capitole, les Sts-Apôtres, avec son clocher lourd, bien allemand, Saint-Martin, Saint-Géréon enfin, dont les belles tours et l'abside sont d'un aspect tout à fait monumental. C'est un des échantillons le plus complet de ce roman allemand à moitié lombard, avec des traces de transition.

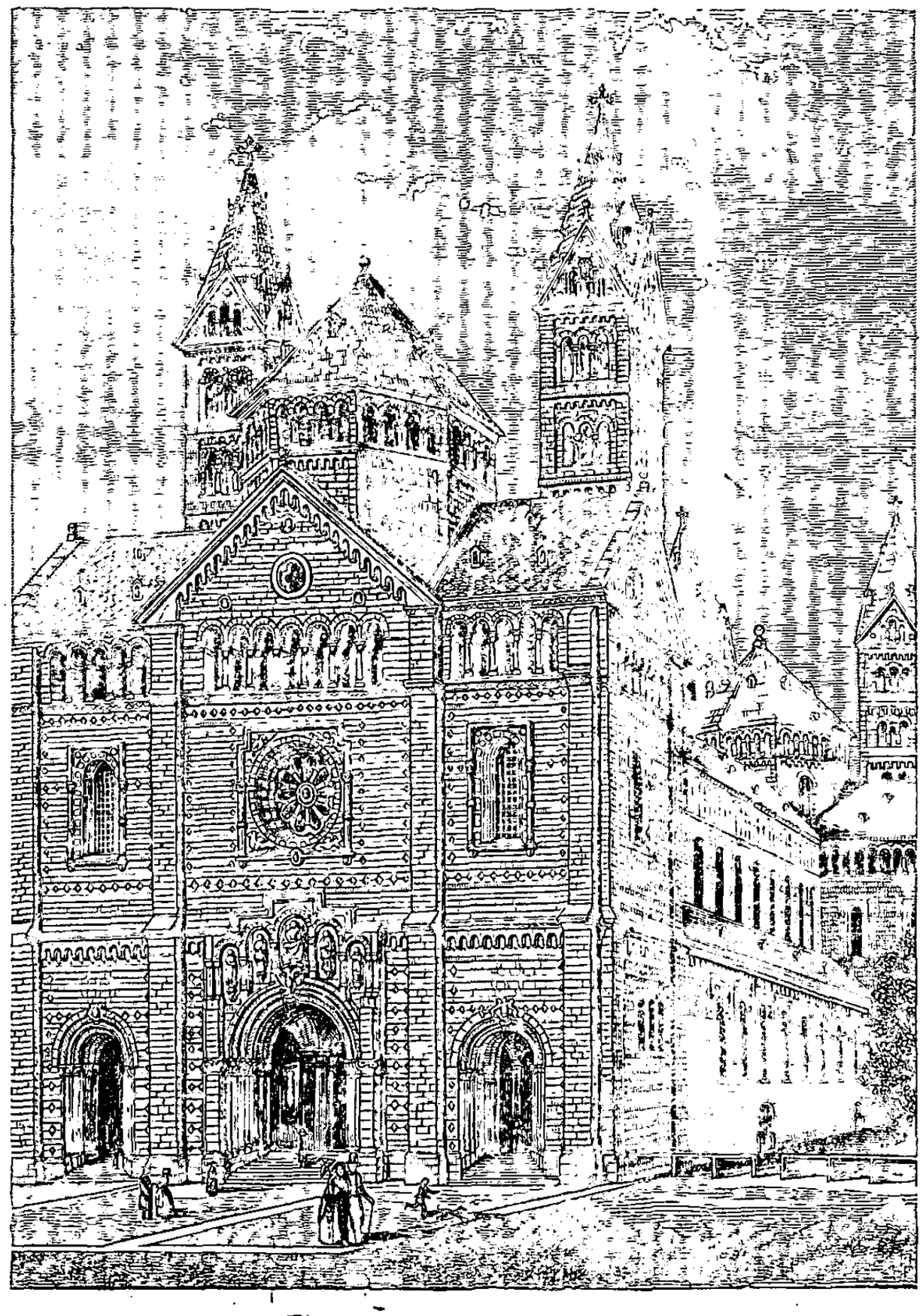


Fig. 30. — *Cathédrale de Spire.*

Les premières tentatives d'introduction d'un art nouveau se manifestent encore à la cathédrale de Naumbourg sur la Saale; à celle de Bonn, dont les cinq tours très élevées ont grand air; à l'église de Limbourg sur la Lahn; à celle de Gelnhausen, où l'on remarque déjà beaucoup plus de charme que dans les édifices religieux de la période précédente; à Saint-Sébald de Nuremberg; enfin à l'église collégiale de Neuss, Saint-Quirin, où dans un milieu bien roman, tout décèle les aspirations autres et la révolution prochaine; il y a déjà dans les plus petits détails une exubérance de vie, une animation de formes auxquelles le cadre étroit de l'art roman ne peut plus convenir.

Nous voici arrivés à l'art ogival et en même temps à l'une des plus graves questions de l'histoire de l'architecture. Est-ce aux Français ou aux Allemands qu'est due l'invention de l'élément nouveau qui a causé une révolution si considérable dans la construction? Nous ne reviendrons pas sur une controverse déjà indiquée ailleurs (V. OGIVE) et tranchée depuis longtemps en faveur de l'art français. Il nous suffira de dire que, alors même que les premiers édifices à ogive en Allemagne, dont aucun témoignage digne de foi n'a permis d'établir la date exacte, seraient antérieurs aux nôtres, cette priorité ne ferait pas de l'art ogival un art allemand. En effet, chez nos voisins, l'art roman était si bien dans les tendances et dans le caractère, qu'il résiste avec une énergie que nous ne lui avons pas connue. On garde encore chez eux, des traditions anciennes en plein XIII[e] siècle, quand sur notre sol l'art ogival est dans son plus complet épanouissement.

Bien plus, lorsque enfin l'architecture si improprement appelée *gothique* s'implante définitivement sur le Rhin, on retrouve toujours les souvenirs romans dans la simplification des détails, ailleurs si variés, dans une certaine raideur, éloignée de la légèreté et de la grâce de ces dentelles de pierre qui semblent, d'après la belle expression de Caumont, monter vers le ciel comme une prière; enfin, et surtout, dans le plan, qui ne comprend généralement pas de chapelles rayonnantes autour du chœur.

La cathédrale de Cologne, l'expression la plus parfaite de l'art ogival allemand, contient des imitations flagrantes des cathédrales de Beauvais, d'Amiens, de la Sainte-Chapelle. Le chœur, surtout, est une copie de celui d'Amiens. Donc, si l'édifice est très beau, ce qui n'est pas contestable, il est juste de dire qu'il a profité de l'expérience faite chez ses devanciers. D'ailleurs cette cathédrale était loin d'être achevée; elle ne l'a été que dans ces dernières années, par les soins de l'architecte Zwirner;

c'est même un des efforts les plus remarquables de l'époque contemporaine.

Malgré ces restrictions purement théoriques, il est indéniable que l'Allemagne possède de fort beaux édifices des XIIIe, XIVe et XVe siècles. Nous nous contenterons de citer rapidement, parmi ceux du XIIIe siècle, les dômes d'Halberstadt, de Ratisbonne, très riche d'ornementation; de Magdebourg, dont le chœur bâti en 1208 est un des plus anciens spécimens du gothique allemand; Notre-Dame de Trèves; Sainte-Elisabeth de Marbourg, avec de beaux transepts circulaires; la chapelle Sainte-Anne, près de l'église Sainte-Marie, à Heilgenstadt, construction originale, surmontée d'un toit octogone avec une lanterne reproduisant en petit la chapelle elle-même; l'église de Wimpfen, élevée par un architecte français; Saint-Cunibert, et Notre-Dame-de-Sion, à Cologne; enfin, le célèbre Münster de Fribourg en Brisgau, une véritable merveille; son clocher à jour est incomparable comme richesse de sculptures et comme légèreté.

Au XIVe siècle, on achèveplutôt qu'on ne crée des églises nouvelles. Le plus bel édifice de cette période est la cathédrale d'Ulm (1377-1507), dont la réputation est considérable en Allemagne. Elle la mérite à beaucoup d'égards, néanmoins on peut regretter qu'elle fasse pressentir déjà une décadence. « La tour, dit un allemand, E. Fürster, est plus grande et plus riche que les tours de Fribourg et de Francfort, les formes en sont plus belles et plus savantes que celles de la tour de St-Etienne à Vienne, elle est beaucoup plus élancée et plus hardie que les tours de la cathédrale de Cologne, mais elle manque de l'unité organique qui distingue particulièrement cette dernière. Des pleins cintres et des ogives du style le plus exagéré y prennent place côte à côte, la forme cristalline qui convient à la pierre passe sans cesse à la forme végétale, l'ogive se courbe déjà et se tord pour prendre cette disposition particulière appelée *chaussure de femme*. Il semble aussi que ce soit un défaut, qu'une construction aussi considérable et aussi grandiose que cette tour, soit si étroitement unie dans sa partie inférieure, avec l'église, qu'il n'y ait que ses contre-forts qui fassent saillie à l'ouest; elle perd ainsi la juste mesure d'indépendance qu'elle devrait avoir. »

Cette tour, haute de 101 mètres et son beau porche très orné, sont néanmoins dignes d'admiration, malgré la décadence qu'ils indiquent.

A côté de cette belle église, le chœur de Saint-Etienne de Vienne; le dôme de Prague; Notre-Dame de Nuremberg, avec son élégant portail; la nef de Saint-Laurent, et le chœur de Saint-Sébald, dans la même ville; une partie du dôme d'Augsbourg, et Notre-Dame de Würtzbourg.

Au XVe siècle la décadence se précipite, plus rapidement encore que chez nous, et donne matière aux exagérations les plus regrettables. La construction la plus importante de cette époque est le dôme de Francfort (1415-1512). Puis viennent Notre-Dame de Munich, la tour de Saint-Etienne de Vienne, fort belles, le chœur et la belle façade de Saint-Laurent à Nuremberg, qui mérite une mention spéciale pour la richesse de son ornementation. Sa façade rappelle quelque peu la cathédrale de Bamberg, ses deux hautes tours sont très simples, son portail, avec la grande rose et ses pignons couverts de moulures et de sculptures, fait à lui seul la réputation de l'église, et mérite l'admiration qu'il excite.

Appartiennent encore au XVe siècle la cathédrale d'Erfurth, chaos de constructions de toutes sortes élevées pêle-mêle sur un terrain d'ailleurs très irrégulier, et entouré de maisons formant un tableau assez amusant, Saint-Martin de Landshut; Sainte-Marie de Zwickau, et la magnifique cathédrale d'Anvers, terminée au XVIe siècle par Pierre Appelmans.

Au nord, où la pierre manque, les églises sont bâties en briques, souvent avec des recherches heureuses d'élégance, autant que ce procédé de construction le comporte. La plus belle est Sainte-Catherine de Brandebourg, très ornée de fines sculptures purement géométriques.

Toutes ces églises dont nous venons de parler se différencient, comme aspect, de beaucoup de nos cathédrales françaises, en ce qu'elles sont achevées comme façade, et que leurs tours sont garnies de flèches complètes. L'absence des flèches enlève trop souvent à nos plus beaux édifices religieux le caractère grandiose qu'ils devaient avoir dans le plan définitif.

Pour résumer ce court aperçu de l'art ogival en Allemagne, nous rappellerons le dicton analogue à l'un des nôtres, déjà cité ailleurs. De toutes ces cathédrales, Ulm est la plus grande, Cologne la plus riche, Fribourg la plus belle.

A côté de ces beaux modèles religieux, l'architecture civile, surtout avec la riche et puissante féodalité allemande, ne pouvait qu'être remarquable. Il en reste de fort beaux vestiges des premiers temps: le château de Barberousse à Gelnhausen (XIIe siècle), les châteaux-forts des bords du Rhin, le château de Meisen, à la physionomie bien tudesque, avec ses toits aigus et sa tourelle d'escalier sur ogives en surplomb. Les vieilles cités de Souabe, des bords du Rhin, du nord-ouest de l'Allemagne, Münster, Nuremberg, Kuttemberg, renferment beaucoup de vieilles maisons en bois. Les plus belles se rencontrent dans les villes du Hartz, surtout à Hildesheim et à Wernigerode, où se trouve la maison Frankenfeld, relativement moderne (1674) mais une des plus belles du pays. Le rez-de-chaussée est en pierre, toute la façade est très sculptée, couverte de panneaux historiés: fleurs, fruits et têtes de lions.

Les belles portes de murs d'enceintes sont communes en Allemagne, elles sont souvent ornées de balcons à baldaquins, niches et meneaux ouvragés; telles les portes de Henglingen et de Tangermunde, le château de Holstein à Lübeck, les portes de Wismar et de Rostock. A Elbing elles sont très étroites et très hautes, de formes évidemment empruntées à l'architecture religieuse. Citons encore la porte de Budingen (grand duché de Hesse) qui date de 1543; elle se distingue par un haut parapet en grès rouge, orné de moulures flamboyantes d'une simplicité pleine de goût et de l'effet le plus original.

Au nord-est, beaucoup de constructions en briques, quelques-unes assez heureuses: les hôtels de ville de Tangermunde et de Stargard, avec des frontons fort beaux et de jolis détails d'ornementation, ceux de Lübeck, de Rostock et de Stralsund, avec des pignons décoratifs séparés par des pilastres polygonaux, ceux de Dantzig et de Thorn, et le beau château de Marienbourg.

Nous venons déjà d'entamer la Renaissance allemande, qui est pour ce pays une belle époque, quoique moins remarquable que les productions du même style en Italie et en France, mais elle a néanmoins laissé de jolis modèles ayant leur caractère propre, qui est la lourdeur dans l'ensemble et dans l'ornementation moins chargée et moins compliquée qu'en Italie, et surtout cette bizarre disposition des toits très en pente et découpés, qui donnent dès l'abord aux constructions allemandes une physionomie spéciale.

Le plus bel ensemble est le château d'Heidelberg (1524-1607) où on peut suivre le développement des procédés nouveaux pendant un siècle. Les empereurs Othon, Henri et Frédéric V, y ont consacré des sommes énormes, et les artistes allemands ont donné là toute la mesure de leur talent.

A côté de ce grand ouvrage, on peut citer deux bijoux: l'hôtel de ville de Brême (1409-1612), très léger d'aspect, avec des fenêtres en surplomb, et de jolies sculptures. cariatides, obélisques, colonnettes, corniche autour du toit, jolie galerie à jour portée par une corniche sculptée. L'influence française est ici très sensible, malgré la façade bien allemande; et l'hôtel de ville de Cologne

(1571) d'ensemble joli et très monumental. On y rencontre de fréquents rappels d'ogival, qui indiquent avec quelle peine on s'arrachait aux traditions du moyen âge. C'est ainsi que les belles arcades en cintre du rez-de-chaussée se retrouvent au premier étage légèrement brisées et encadrées de colonnes corinthiennes. Mais où on ne peut manquer de reconnaître la Renaissance allemande, c'est dans ce vaste toit découpé et en dos d'âne qui écrase quelque peu la construction. Puis le portique du Belvédère, à Prague, construit par des Italiens pour l'empereur Ferdinand Ier, une des premières manifestations de la Renaissance, les châteaux de Torgau, de Dessau, de Dresde, de Gadebusch, de Gustrow, les hôtels de ville de Nüremberg, d'Augsbourg, de Lübeck, de Breslau, d'Altembourg, de Dantzig, les fontaines d'*Hercule* et de *Mercure* à Augsbourg, œuvres d'un Hollandais italianisé; Adrien de Vries, qui ne manquait pas de talent, ainsi que Peter de Witte, à qui l'électeur de Bavière a confié des ouvrages considérables.

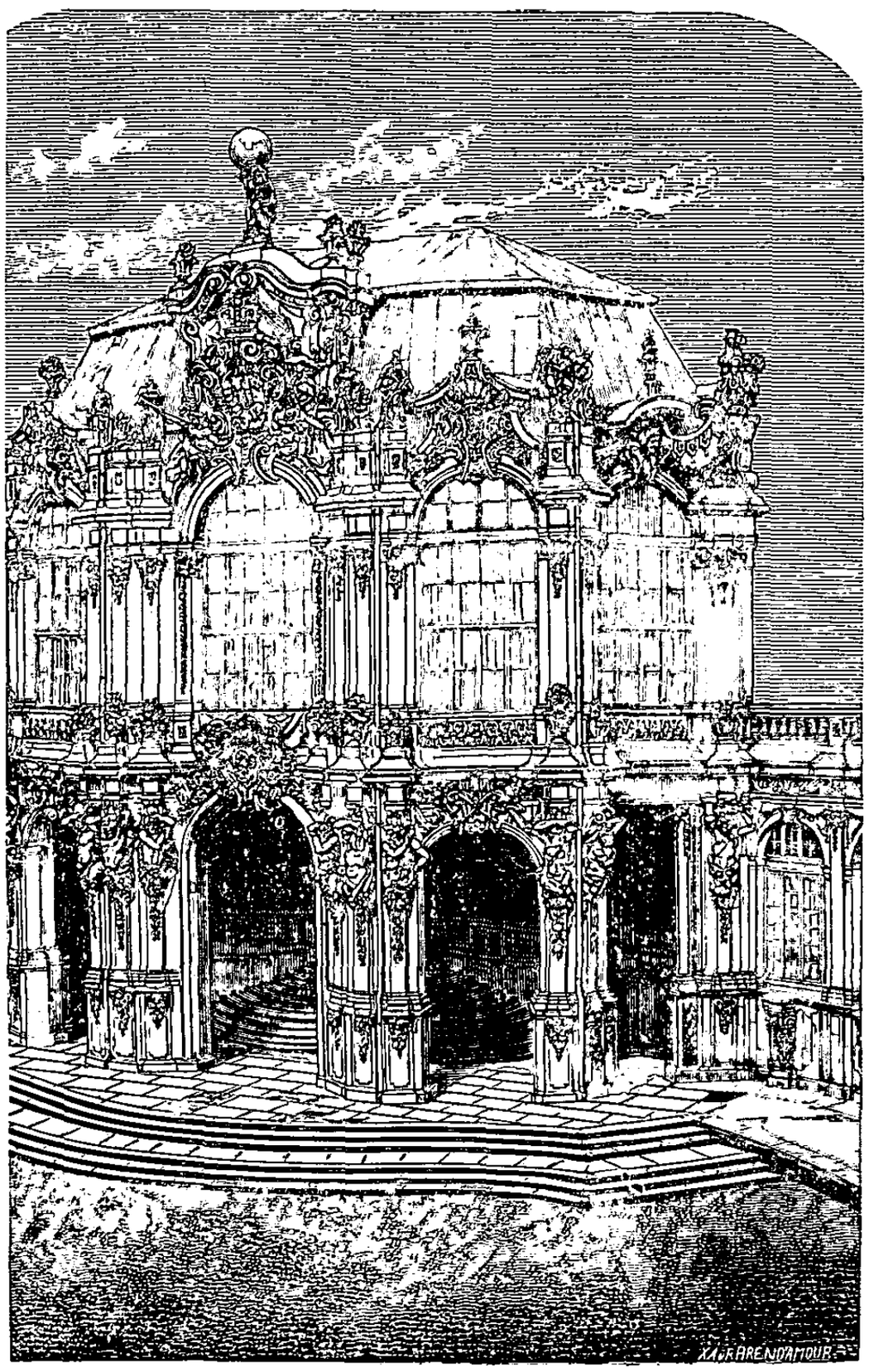


Fig. 31. — *Pavillon Ouest du Zwinger, à Dresde.*

A part ces quelques jolies choses, et un grand nombre de maisons sculptées et à toits contournés, dont le plus complet ensemble est à Nüremberg, la Renaissance a peu marqué au delà du Rhin. Au contraire, le style exagéré adopté par les Italiens, sous l'impulsion de Borromini, trouve en Allemagne une faveur extraordinaire. Tout est au *baroque* pendant le XVIIIe siècle et les plus bizarres fantaisies d'imagination, approuvées par les juges les plus en renom, sont encouragées par tous les souverains allemands.

Rien ne peut donner idée du mauvais goût dans la construction aussi bien que dans la décoration du Zwinger de Dresde, élevé sur les plans de Mathias Popelmann, pour l'électeur Auguste II, et du château de Würtzbourg, par Balthazar Neumann, que distingue une surcharge d'ornements insensée (fig. 31).

A Berlin cependant André Schlüter élève quelques beaux monuments, grands et sobres, mais cette heureuse exception ne rencontre que l'indifférence.

Depuis, les architectes allemands sont revenus comme les nôtres à l'imitation de l'antique, mais n'en sont guère sortis. Leurs constructions récentes, d'une correction parfaite, mais d'une froideur désespérante. Hansen à Hambourg, Schinkel à Berlin, Fischer et Léo de Klenze à Munich, emploient des sommes énormes à pasticher sous le ciel humide de l'Allemagne les beaux modèles grecs, habitués à un soleil plus chaud de lumière et de tons. C'est ainsi qu'à Munich le Glyptothèque est en style ionique, le palais en florentin, l'église de Tous-les-Saints est une restitution du byzantin, la Pinacothèque vient de Rome et l'entrepôt semble apporté de toutes pièces de Venise. Malgré le mérite archéologique de ces restitutions, elles sont d'un intérêt artistique médiocre, et d'un faible effet pittoresque.

Sculpture. Le type roman-lombard de l'architecture d'outre-Rhin se prête peu à la sculpture proprement dite et à la formation d'artistes capables de créer autre chose que des ornements. Aussi ne faut-il pas s'étonner que les artistes soient restés là inférieurs aux nôtres, pendant longtemps. Les grands centres seuls, Bamberg, Nüremberg, les bords du Rhin, ont pu profiter des modèles étrangers et suivre, un peu en retard, le mouvement. Mais on trouve rarement ce qui est si commun chez nous, des merveilles de sculpture dues à une école indigène, née sur le sol même, dans des localités d'une importance médiocre.

Les ornements en bronze à la porte de la cathédrale d'Augsbourg, les figures du dôme de Gozlar, des cathédrales de Münster et de Bâle, la descente de croix de l'Ergstersteine en Westphalie (XIIe siècle), beaucoup de statues dans les monuments saxons, qui indiquent dans cette région une activité particulière, la *Porte d'or* à Freiberg, enfin le haut-relief en stuc dans le chœur de l'église à Saint-Michel d'Hildesheim, sont les morceaux de sculpture les plus remarquables jusqu'à l'époque ogivale.

Le XIIIe siècle nous a laissé parmi les meilleurs les figures du portail sud à la façade latérale de la cathédrale de Bamberg, et d'autres non moins belles dans le chœur, le célèbre monument de l'église Saint-Vincent à Breslau, la statue de Conrad III à Marbourg, celle d'Othon Ier à

Magdebourg, les sculptures du dôme de Naumbourg, etc.

Au XIVe siècle, nous citerons le *Saint-Georges* de Prague, par les frères de Clusenbach, les piliers de la cathédrale de Cologne, et les chefs-d'œuvre de Nüremberg, la *Belle fontaine* et l'église Saint-Laurent. Sebald Schonhoer est le nom le plus illustre de cette période.

Au XVe l'épanouissement est complet et le pays se couvre d'œuvres pour la plupart dignes d'attention, et dont quelques-unes ont mérité le nom de chefs-d'œuvre! le portail de Notre-Dame d'Esslingen, l'église de Gmund, le portail de l'église de Thann en Alsace, à la cathédrale de Mayence les tombeaux ornés de statues qui sont comme l'histoire de la sculpture allemande, depuis le milieu du XIIIe siècle jusqu'à ceux de Peter von Aspelt, de Fr. von Saarwerden et de Conrad von Hochstaden, celui-ci en bronze. Ces statues portent bien les marques distinctives du caractère de ces artistes du Nord, analystes et rêveurs: l'expression du mouvement et de la vie est très cherchée, très poussée, tout est sacrifié à la figure, à laquelle il ne faudrait pas demander pourtant une élévation quelconque vers l'idéal; d'autre part l'étude du corps est presque toujours négligée; les Allemands dessinent mal le nu, et pour cette raison sans doute, le couvrent de draperies sèches et roides.

Si nous considérons, en dehors de la statuaire, l'art décoratif, nous trouvons nombre de morceaux hors ligne : fontaines, jubés, fonts baptismaux, chaires à prêcher, sarcophages de tombeaux, etc. Tels la fontaine et les fonts de l'église d'Urach, le Saint-Sépulcre et les fonts à Reutlingen, la chaire de la cathédrale de Freiberg, les tombeaux de l'archevêque Conrad de Dichter von Isenbourg, de Henri II et Cunégonde à Bamberg.



Fig. 32. — *Statue de Frédéric-le-Grand à Berlin.*

De même que l'architecture, la sculpture allemande de la Renaissance est inférieure comme ensemble à la sculpture française et italienne. Deux noms sont tellement au-dessus de tous qu'ils personnifient leur époque, pour ainsi dire. Le premier est Adam Kraft, de Cracovie, qui a couvert Nüremberg de chefs-d'œuvre : le chemin de croix du cimetière Saint-Jean, les scènes de la Passion à Saint-Sébald, le tombeau de Pergersdorf à Notre-Dame, le bas-relief de la maison du poids public, enfin le fameux tabernacle de Saint-Laurent (1500). Il s'élève en forme de pyramide à plus de 20 mètres de hauteur, supporté par trois figures agenouillées qui représentent l'artiste lui-même et ses aides. Il a été payé 770 florins seulement; l'autre maître, Peter Vischer, travaillait surtout pour le bronze ; il a laissé à Nüremberg la châse de Saint-Sébald, à Erfurth le couronnement de la Vierge, et à l'église du château de Vittenberg, la merveilleuse clôture du chœur.

A côté de ces maîtres, nous ne voyons guère que Tilman Riemenschneider (1460-1531) qui a beaucoup travaillé à Wurtzbourg et dans la région, et Albert Dürer, dont on a quelques beaux bas-reliefs.

C'est le dernier grand effort de l'art allemand en sculpture. Depuis, on peut rencontrer de rares individualités, mais aucun ensemble, aucune école originale. Les artistes se restreignent à l'imitation pauvre et insuffisante de modèles étrangers, et tombent dans le maniérisme le plus extravagant, d'ailleurs bien à sa place dans un cadre *rococo*. A Mayence, où nous avons dit que se trouvait, dans une suite de quarante-six tombeaux, une histoire complète de la sculpture, on peut voir où en était arrivé l'art statuaire en 1763. Sur son mausolée, l'évêque comte de Schonborn sourit d'un air confit à une religion qui lui tend un calice doré, au milieu d'amours voltigeant sous un dais!

Un seul sort de l'ornière et se distingue par quelques productions élevées. C'est André Schlüter, dont les œuvres les plus connues sont à Berlin la statue du Grand Electeur (1703), et les guerriers mourants, à l'arsenal.

A la fin du XVIIIe siècle, une réaction se manifeste, et produit deux grands artistes dans ces pays du Nord alors si peu développés : le danois Thorwaldsen et Chrétien Rauch, qui nous appartient seul. A lui sont dus la statue de Frédéric-le-Grand dont nous donnons une reproduction avec son piédestal couvert d'un peuple de statues (fig. 32), et les victoires de la Walhalla, à Munich, qui peuvent compter parmi les belles compositions modernes. Une autre très connue est le groupe de Gœthe et Schiller, à Weimar, par Rietschel. A côté d'eux nous ne voyons plus à citer que Dannecker, Dracke, Schadow et Schwanthaler, qui a peuplé de colosses l'Allemagne centrale. Son œuvre la plus célèbre est la *Bavaria* qui précède le temple de la gloire à Munich.

Mais où les Allemands sont véritablement supérieurs, c'est dans la sculpture sur bois, dont il nous reste des pièces ou des exemples merveilleux : les stalles des églises de Nuremberg, de Cologne, de Breslau, d'Augsbourg, de Bamberg, de Clèves et de Calcar, ces dernières dues à une école locale remarquable, les plafonds du

château d'Heiligenberg en Souabe, les sculptures de la maison commune à Ueberlingen, par Fr. Schramm, le rosaire de Saint-Laurent à Nüremberg, par Veit Hass (1447-1552), les stalles admirables de la cathédrale d'Ulm,



Fig. 33. — *Saint-Antoine, volet d'autel, par Martin Schongauer (XV^e siècle).*

par Jean Styrfin, peut-être le chef-d'œuvre de ce genre. Pendant la première période de la Renaissance, on a sculpté une quantité incroyable de retables, traités avec le genre d'esprit qui convient le mieux à ces ouvrages, c'est-à-dire le réalisme et l'expression. Un des plus célèbres est celui de Michel Paker, dans l'église Saint-Wolfgang-sur-le-Lac, il en existe de forts beaux à Tiefenbronn, à Rothenburg, à Saint-Kilian de Heilbronn, à Blaubeuren (XV^e siècle), à Ulm et à Brisach (XVI^e siècle). Beaucoup de belles sculptures d'autel aussi en Westphalie, à la cathédrale de Schleswig, par Hans Brüggemann, à Breslau, en Franconie, où on trouve le nom de Michel Wohlgemuth, le graveur, et enfin à Augsbourg.

Peinture décorative. Lorsque l'on considère toutes les branches de l'art décoratif chez les Allemands, on remarque que c'est dans la peinture qu'ils sont le plus insuffisants. L'architecture romane donnait trop peu de jour aux intérieurs, l'architecture ogivale laissait trop peu de place. Néanmoins on peut voir d'intéressantes peintures du moyen âge en Bohême, au château de Karlstein, à Brunswick, à Prague, à Saint-Nicolas de Pesth, à Bamberg, à Salzbourg, à Saint-Michel d'Hildesheim, à Nuremberg, à Cologne. Dans cette dernière ville, au XVI^e siècle, maître Wilhem, qu'on suppose être Guillaume de Herle, a brillé d'un certain éclat, et aussi au XV^e Stephan Lechner, dont on a un beau tryptique. La plupart des grands artistes : Wohlgemuth, Dürer, Lucas Cranach, Schaffner, les Holbein, n'ont guère fait que des tableaux de chevalet. Après eux, et jusqu'à Raphaël Mengs (1728-1779), qui tenta seul une Renaissance d'après les principes anciens et qui n'a pas eu d'imitateurs, on ne trouve plus que des copistes qui s'attachent successivement, et avec aussi peu de bonheur, aux Français ou aux Italiens.

Mais au commencement de ce siècle une rénovation allemande, éclose d'ailleurs en Italie, réunit des artistes de réelle valeur, en deux écoles parallèles dont le renom paraît mérité. D'abord celle des préraphaélites, qui cherche ses inspirations chez les primitifs italiens antérieurs à Raphaël, plus tard, et surtout, celle des romantiques, dont le chef est Owerbeck, mais dont le plus célèbre adepte est Cornélius, avec ses camarades Pforr, Schnorr, Veit, Hess et Bégas. Par la noblesse et la grandeur du style, en même temps que la correction du dessin, ils sont certainement au-dessus de la plupart des artistes contemporains. Les fresques de Cornélius à la Glyptothèque de Munich et au Campo-Santo de Berlin, ont causé une sensation profonde, et on a cru un moment à une véritable résurrection du mouvement artistique en Allemagne; mais la suite n'a pas justifié ces espérances.

Cornélius n'a connu qu'un rival, Kaulbach, chef de l'école de Düsseldorf, qui a produit surtout de bons paysagistes; mais si Kaulbach a montré dans ses fresques, surtout dans celles du musée de Berlin, un très réel talent, l'école vaut moins par son créateur que par l'un de ses élèves, Piloty, dont l'atelier très en vogue a vu passer les grands maîtres de l'école hongroise : Hans Mackart, Munkaczy, Matejko et Waczlas Brozick.

Gravure. Comme dans la plupart des branches de l'art décoratif, les Allemands ont tenté d'établir en leur faveur la priorité de l'invention de la gravure sur planches de métal. Il n'est cependant pas douteux que cette invention appartienne à l'Italien Masso Finiguerra, à la date de 1452. Néanmoins l'Allemagne peut se féliciter d'avoir dès le début créé des gravures proprement dites, au lieu des épreuves de nielles qui constituaient au XV^e siècle tout l'art des Italiens, et si les estampes du maître de 1466, de Martin Schongauer et de leurs élèves sont d'un dessin moins élégant, moins correct, moins élevé d'expression et de style, elles appartiennent de suite à un genre distinct de ce qu'on connaissait jusque-là. C'est un art nouveau et non plus un procédé industriel.

Aussi ces deux maîtres ont-ils autour d'eux une influence profonde, dont les résultats sont immédiats. Avant la fin du XV^e siècle on comptait plus de graveurs en Allemagne qu'en Italie, et même les maîtres italiens, Michel-Ange entre autres, copiaient ou imitaient avec profit les œuvres de Martin Schœn, dont l'importance dans l'histoire de la gravure en creux est comparable à celle d'Albert Dürer dans l'histoire de la gravure sur bois.

C'est un chef d'école, et ceux qui lui ont succédé dans ce pays ont gardé longtemps sa grâce naïve, sa puissance d'expression et ses grandes qualités de dessin.

Au contraire, en ce qui concerne la gravure en relief, l'Allemagne suit pendant quelque temps, et de loin, la voie tracée par les Italiens; mais avec Albert Dürer et Holbein elle passe tout d'un coup au premier rang.

Si on en excepte peut être quelques œuvres de Wolgemuth, les gravures antérieures à Dürer sont au-dessous du médiocre. Vers 1496, Dürer fait paraître quelques planches d'après Wolgemuth son maître, et aussitôt le dessin s'épure, les procédés s'améliorent; les artistes entrent résolument à sa suite, dans la bonne voie. Certes sa patrie peut s'enorgueillir de la *Vie de la Vierge*, du *Saint Eustache*, du *Saint Jérôme dans sa cellule*, du *Chevalier de la Mort*, de la *Mélancolie*, de tant de chefs-d'œuvre encore sortis du burin du maître de Nuremberg, mais quelle reconnaissance lui doit-elle pour avoir formé des élèves tels que Aldegraver, Hans Schœuffein, Baldung Grün, Hans Sebald Beham, dits les *petits-maîtres* à cause de la dimension de leurs œuvres, dont nous donnons un exemple, et d'autres encore qui ont quitté la manière allemande pour la manière italienne, mais qui avaient d'abord emprunté à Dürer ses solides principes et son excellente méthode. Parmi ceux-ci, Georges Pencz, Barth, Beham (fig. 34), Binck, qui, soit par eux-mêmes, soit par leurs disciples, n'ont pas tardé à faire prévaloir en Allemagne les enseignements de l'école italienne, et en particulier de Marc Antoine; peut-être étaient-ils meilleurs, mais ils étaient étrangers, et cela seul aurait dû les faire exclure.



Fig. 34. — *Un lansquenet, grav. par B. Beham.*

Dès ce moment, en effet, l'art de la gravure en Allemagne court à la décadence. L'habileté manuelle est toujours aussi grande, le nombre des maîtres et des amateurs est toujours considérable, mais le caractère s'affaiblit. Pourtant on retrouve encore çà et là de belles planches, de Hans Burgmair, de Schæuflein, de Lucas Cranach, surtout le chef-d'œuvre d'Holbein, les *Simulacres de la mort*, gravés par Leuczelburger, et qui marquent le plus haut degré, et le dernier, de la gravure allemande si remarquable.

Depuis, c'est l'influence français euniquement qui prévaut. La supériorité de nos artistes était si écrasante que, depuis Callot jusqu'à Audran, c'est-à-dire pendant tout le XVII^e^ siècle, leur école fournit des modèles à l'Europe, et en particulier à l'Allemagne. Gustave Ambling, Barth, Kilian, Jean Hainzelmans le portraitiste, ne travaillent pas autrement que leurs rivaux français de la même époque, élèves comme eux de Poilly. Plus tard, les deux Müller de Stuttgard, les plus habiles graveurs allemands modernes, ne peuvent cacher leurs relations avec Bervic, Tardieu et Desnoyers. Si, plus tard, les artistes allemands ont paru s'affranchir des traditions françaises, c'est certainement aux dépens de l'art proprement dit. Ils se sont attachés surtout à la pureté du dessin, à la netteté impeccable du trait, imitant en cela leurs maîtres les peintres Owerbeck, Cornélius, Kaulbach, Schnorr, etc., mais ils sont tombés dans la sécheresse et la roideur. Une seule qualité dominante leur est restée, celle de l'ensemble dans l'école. Une gravure allemande contemporaine se reconnaît entre toutes, de quelque artiste qu'elle émane. Cette tendance à la netteté, à l'expression; à l'analyse de sentiment a assuré jusqu'à ces dernières années, aux artistes d'outre-Rhin ou de leur école, le monopole des gravures de piété, application toute industrielle de leur talent. On doit dire cependant que des noms sont sortis de cette ornière et ont mis au jour des œuvres remarquables, d'après les anciens ou d'après leurs peintres nationaux : Fr. Keller, Ludy, Schæffer, Merz, Thaeter, Felsing, Mendel, Steinla, et à côté d'eux quelques habiles graveurs sur bois, gardant, par leur vigueur d'effets et de modelé, quelques souvenirs de leurs grands maîtres du XVI^e^ siècle, Gerbitz, Hecht et Wittig, Vogel, Unzelmann et Th. Knesing.

Meubles et tentures. Le côté le plus saillant du mobilier allemand, celui qui frappe dès l'abord quand on le compare au mobilier français, c'est la lourdeur des formes et l'apparence générale de solidité. A dire vrai, c'est plutôt une observation qu'une critique, que nous voulons formuler, car nous ne saurions trop répéter que la première qualité d'un art national est de former un ensemble homogène. Or le meuble allemand convient parfaitement à l'architecture et aux autres accessoires qui l'accompagnent. De plus, cette solidité a permis à de nombreux et beaux spécimens de l'art décoratif au moyen âge de parvenir jusqu'à nous, ce qui est malheureusement trop rare en France; ces meubles sont fouillés à plein bois avec un fort relief et dénotent des mains habiles. Plus tard, au XVI^e^ siècle, les écoles de sculpteurs sur bois parviennent en Allemagne à leur apogée. A côté de rinceaux, de figurines, de chimères et de moulures rectangulaires empruntées évidemment à l'art italien, on y trouve des animaux, lions, ours, cerfs, des écussons et des armoiries, des cimiers et des panaches, avec des personnages en pied aux amples vêtements, aux visages moustachus et rebondis, qui donnent à l'ensemble une physionomie toute particulière.

D'ailleurs, si nous avons vu que les sculpteurs sur bois ont eu en Allemagne une carrière exceptionnellement brillante, le mobilier proprement dit en garde moins la trace que dans les Pays-Bas ou en France. Pendant très longtemps les menuisiers ont tenu à rester les maîtres dans leur métier, et à ne souffrir que le moins possible le concours des sculpteurs. Aussi jusqu'au moment où les merveilles de la Renaissance ont nécessité une ornementation plus riche, les tables, les huches, les fauteuils, les coffrets, ceux-ci très nombreux, sont-ils le plus souvent décorés avec beaucoup de sobriété et de goût, presque uniquement avec des moulures et des ornements géométriques.

A l'imitation de l'Italie, l'Allemagne a produit au XVI^e^ siècle un grand nombre de beaux cabinets auxquels elle a su donner un cachet particulier, bien que ce meuble lui fût étranger d'origine. Le plus remarquable est le cabinet commandé en 1616 à l'ébéniste Baumgartner et au peintre Ph. Hainofer; il demanda cinq années de travail et le concours de cinquante ouvriers et artistes. Malgré sa richesse, il ne soutient pas la comparaison avec les plus belles œuvres italiennes de la même époque. Il lui manque les qualités premières du cabinet, qui sont l'élégance et la légèreté.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur l'histoire du meuble en Allemagne; ajoutons seulement, pour résumer, qu'il a deux belles périodes, la fin du moyen âge et le milieu de la Renaissance, ensuite il tombe dans la décadence, avec tout cet art national, et reste inférieur aux productions contemporaines chez ses voisins. Citons seulement quelques noms : Melchior Kamby, de Zurich,

qui a meublé le château de Postdam, Spindler le jeune, Auguste Nahl, dessinateur fécond et habile, J. Hoppenhaupt, son successeur à la cour, qui ne le valut pas. On peut leur reprocher à tous de copier les modèles français dont ils ne savent qu'exagérer les défauts (fig. 35).

Néanmoins, nous ne pouvons passer sous silence l'influence des Allemands dans l'art du mobilier en France au XVIII^e^ siècle. A cette époque déjà on était disposé chez nous à accueillir les étrangers avec toutes les faveurs. Nous n'en voulons d'autres preuves que les noms des artistes fournisseurs des palais et garde-meubles royaux; beaucoup, dont on ne connaît pas le lieu de naissance, ont des terminaisons flamandes ou tudesques : Oëben, Riesener, Weswaldt Verberck, le sculpteur, G. Beneman, et la légion d'ébénistes qui vinrent d'outre-Rhin s'établir dans le faubourg St-Antoine, tels, parmi les plus en vogue, David Roëntgen, de Neuwied, un des fournisseurs attitrés de la cour, Richter, Feuerstein, Frost, Weisweiler dont un joli bureau très connu est au Louvre, Schwerdfeger, l'auteur de l'armoire à bijoux de la reine Marie-Antoinette, etc. Mais leurs œuvres ont en général perdu le caractère allemand, et le meilleur éloge qu'on puisse faire de notre école d'ameublement, c'est que ces artistes ne sont devenus des maîtres incontestés qu'après avoir reçu les leçons et vu les modèles de leurs rivaux français, auxquels ils ont ajouté les qualités solides de leur esprit; en effet, à la même époque, et malgré les encouragements des cours allemandes, l'ébénisterie d'outre-Rhin ne produisait que des œuvres d'une déplorable décadence.

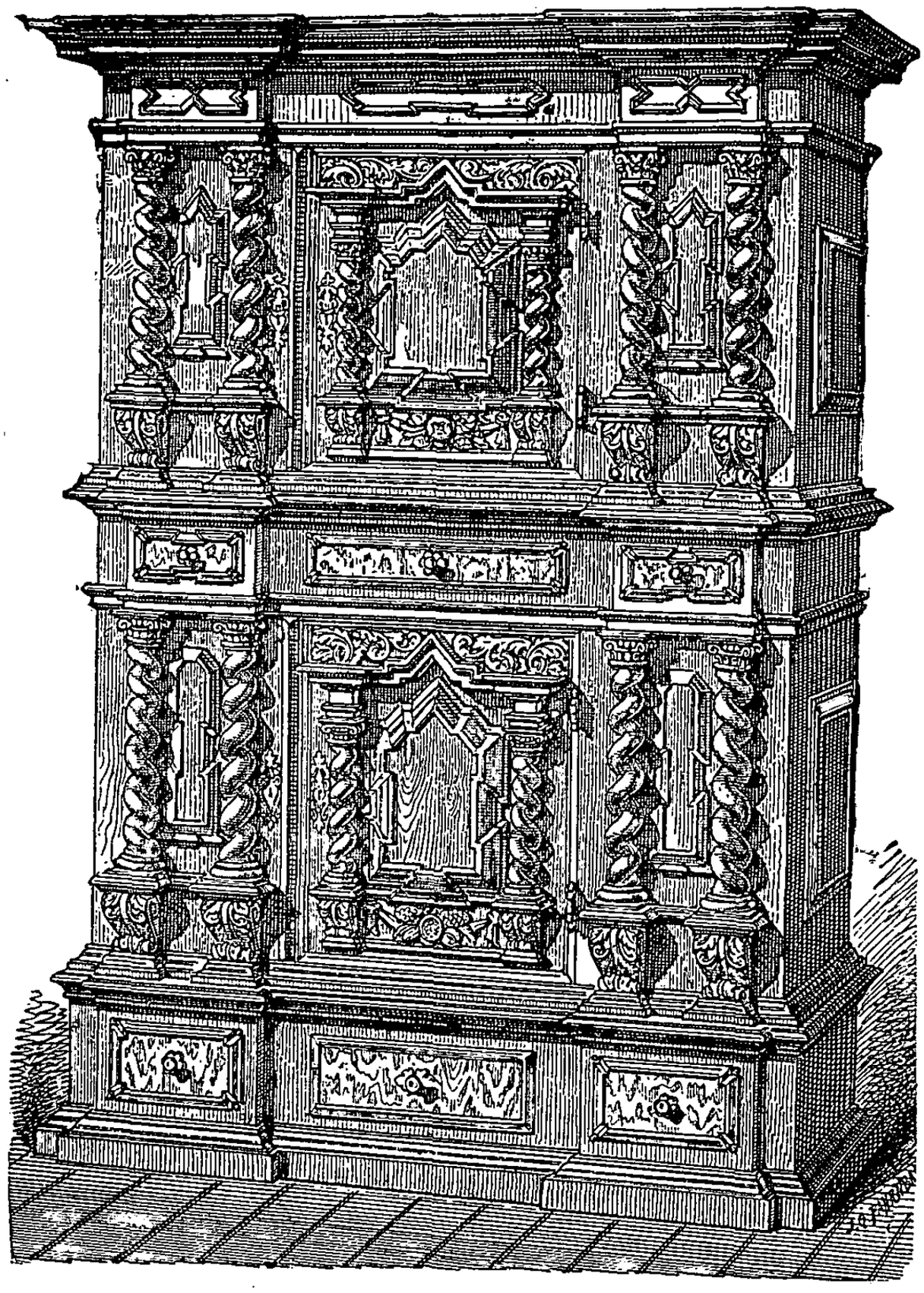


Fig. 35. — *Armoire allemande (Milieu du XVII^e^ siècle).*

Tapisserie. Le plus anciennement connu des ouvrages de tapisserie allemande est le *Christ bénissant* de l'église d'Halberstadt. Il porte déjà les caractères qui resteront à cette partie de l'art décoratif : la sévérité, la simplicité, l'abstraction ou la complication des idées.

Ce qui distingue, aux périodes suivantes, la tapisserie allemande, c'est surtout la tendance au naturalisme du dessin, au choix des sujets plutôt historiques et légendaires que religieux ou purement mythologiques, qualités précieuses qui l'éloignent de la banalité; dans presque tous les ouvrages du moyen âge on remarque des banderoles avec inscriptions et écussons armoriés. Les plus beaux sont au château de la Wartburg, au château de Hohenzollern, au musée de Munich et à l'hôtel de ville de Ratisbonne.

Pendant la Renaissance, où les métiers de haute lisse *étaient si florissants* en Italie, en Flandre et en France, l'Allemagne reste un peu en dehors du mouvement. Un seul atelier, celui de Lauingen, témoigne de quelque activité; on conserve à Munich plusieurs pièces de sa fabrication, qui paraissent mériter de l'intérêt.

Orfèvrerie, ferronnerie. En Allemagne, comme en France et en Italie, la belle époque de l'orfèvrerie est la période primitive, barbare et carlovingienne. On voit les orfèvres du centre de l'Europe aller chez les peuplades les plus éloignées de toute civilisation, pour enchâsser dans l'or les pierres précieuses à peine dégrossies. On trouve dès le IX^e^ siècle des noms d'orfèvres dont la réputation était universelle : Wolvinus, Tutilo, Théophile, Bernwald évêque d'Hildesheim, Wilhelmus et l'évêque Gebhard. Malheureusement la valeur de leurs ouvrages ne leur a pas permis de parvenir jusqu'à nous; il n'en reste que quelques pièces sans grande importance, quelques couvertures de livres, par exemple, ou quelques fragments de reliquaires. Il faut arriver au IX^e^ siècle pour trouver un chef-d'œuvre complet, le lustre roman de la cathédrale d'Hildesheim ou l'autel d'or de la cathédrale de Bâle, donné par Henri II et actuellement au musée de Cluny. Une corporation formée à Cologne à cette époque, a semé dans toute la région quantité d'ouvrages remarquables qui ont servi de modèles à toute l'Allemagne. Plus tard on compte parmi les plus

illustres. Hans Greef et Krug de Nüremberg, Martin Schon, dont nous avons donné un superbe encensoir à l'article Orfèvrerie (xv^e siècle), Graf de Bâle et Jean de Zurich (xvi^e siècle), Gaspard Endterlein de Bâle et Franz Schlée de Baromunster (xvii^e siècle). Aux xvi^e et xvii^e siècles, un développement très grand se manifeste et les artistes se distinguent au point de contrebalancer chez eux l'influence italienne, prédominante partout ailleurs. De cette époque datent les joyaux de la couronne bavaroise, les figurines de Dinglinger à Dresde, les animaux de Lobzinger et Jannitzer à Nuremberg, beaucoup de petits tableaux en repoussé par des artistes de Francfort, d'Augsbourg et de Ratisbonne.

Le plus grand nombre des pièces d'orfèvrerie qui nous sont parvenues témoignent, par les formes et la destination, du caractère allemand. Ce sont des pots à bière, des brocs, des gobelets, des aiguières surchargées de dessins, des bocaux à victuailles ou des cornes de chasse qui révèlent des préoccupations ordinairement éloignées de l'idée artistique.

La niellure et le damasquinage étaient connus des Allemands dès les premiers siècles du moyen âge, et de cette période date aussi une véritable profusion d'objets en métal ayant un caractère artistique: armes et armures, grilles, serrures, marteaux de portes, lustres, landiers, chandeliers, etc. Les grilles et les serrures surtout sont fort belles en Allemagne, le chef-d'œuvre des premières est la grille du grand marché de Nuremberg, par Paul Kœhn (xiv^e siècle). Hans Ehnemann a fait sa réputation avec les secondes. Dans tous les genres de ferronnerie nous citerons encore B. Hoppert de Nuremberg, auteur du beau coffre en fer forgé et ciselé de l'empereur Léopold, et que Louis XIV appela en France, Thomas Rukers, Gottfried Leygebe de Silésie, mort à Berlin. Après eux la serrurerie allemande tomba dans le rococo le plus grotesque et le plus torturé, tandis qu'en France les ouvriers du xviii^e siècle produisaient des merveilles de délicatesse et de goût.

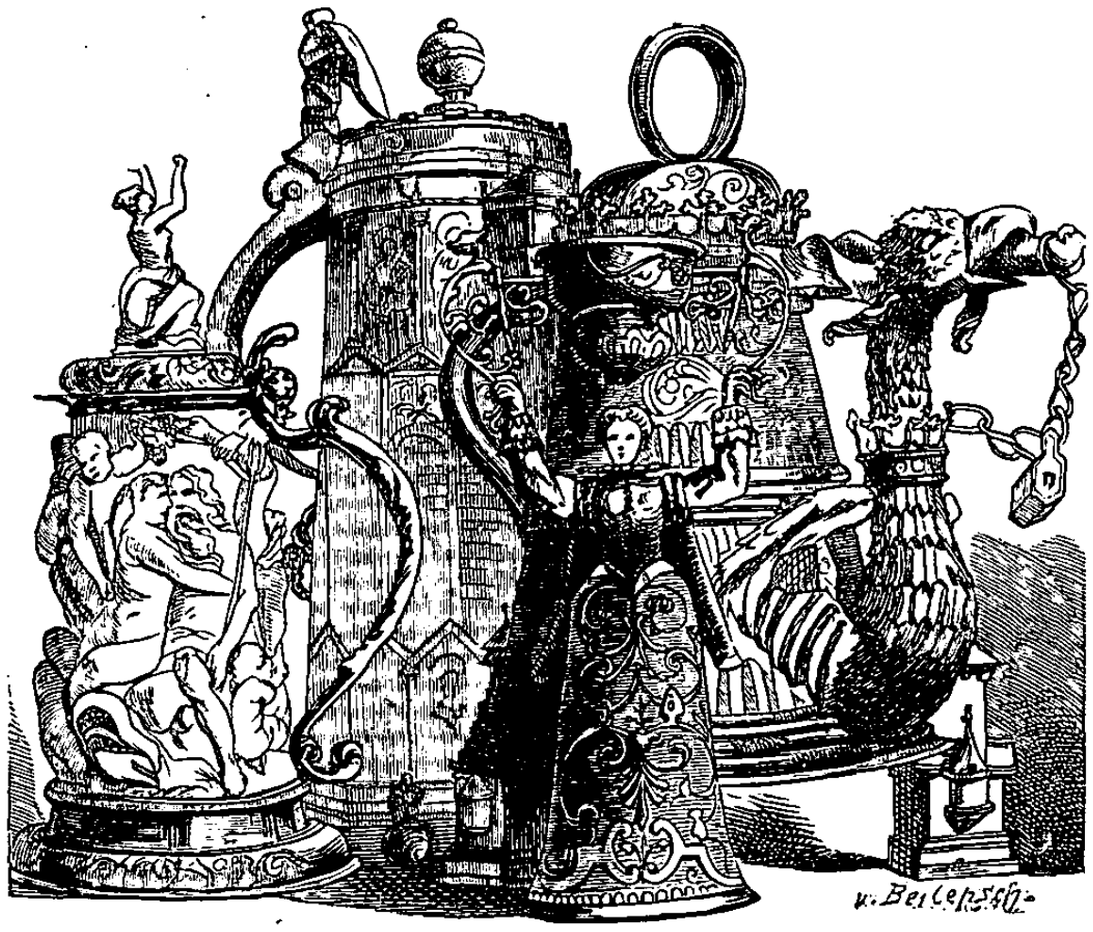


Fig. 36. — *Groupe d'objets d'art. Cruche en ivoire, canette en étain, gobelet à la vierge, canette gothique.*

Médailles. L'histoire de la gravure en médailles chez les Allemands est encore à faire, et pourtant en a compté parmi eux, à l'époque de la Renaissance, des médailleurs éminents, Heinrich Reitz, notamment, Frédéric Hagenauer, graveur de Ferdinand I^er, et beaucoup d'artistes anonymes de Nuremberg et d'Augsbourg. La première de ces villes surtout a brillé d'un vif éclat dans cette branche de l'art comme dans toutes les autres, on sent dans tout ce qui sort de ses ateliers, l'influence plus ou moins directe d'Albert Dürer et de Burgmair.

Mais ce dont il faut surtout savoir gré aux médailleurs allemands, c'est d'avoir substitué à la frappe au marteau, longue et incertaine, les procédés mécaniques du balancier, complétant le laminoir et le découpoir pour la préparation des flans. Les qualités de relief et de netteté qui en sont résultées, jointes à la possibilité d'obtenir des pièces de dimensions plus grandes, ont ainsi préparé la voie aux remarquables artistes italiens et français.

Céramique, émaux, vitraux. La céramique allemande n'a guère d'existence propre avant le xiii^e siècle, mais à cette époque, elle se distingue par une vigueur exceptionnelle, et on ne peut qu'admirer sans réserve l'industrie d'art qui a pu créer, avec une sûreté d'exécution extraordinaire, un ouvrage tel que ce tombeau de Henri IV dans l'église de la Croix, à Breslau. C'est à l'école de Saxe qu'il se rattache, école très prospère, très féconde, s'étendant jusqu'en Silésie et en Bohême, à laquelle appartient le célèbre J. Schaper, de Harbourg, et où s'incarne l'art céramique allemand. L'école franconienne et bavaroise compte aussi des artistes de valeur, Hirschvogel, Strobel, Kordenbusch de Nuremberg, elle seule, dans ce grand centre intelligent, a pu se faire une place à part; l'école de Souabe n'a d'importance que par Hans Krant, de Willingen, origine de l'école suisse de Winterthür; enfin, il a existé une école autrichienne à laquelle est due principalement le beau poêle gothique du château de Salzbourg; et une école rhénane, qui a fabriqué ces grès cérames sous couverte alcaline, connus à tort sous le nom de grès de Flandre. Les frères Ernst, au xvi^e siècle, ont tiré de petits chefs-d'œuvre de cette matière ingrate, et le musée de Cologne en contient de forts beaux.

Les poêles en faïence sont une industrie bien allemande, et dès le début de la céramique d'art, on en voit de beaux spécimens (fig. 37). Aux xvi^e et xvii^e siècles cette production a pris un très grand développement, et une fabrique à Winterthür en Suisse, semble s'en être fait une spécialité. Plusieurs de ces poêles, de véritables monuments, nous sont parvenus; parmi les plus anciens, celui du Frauenhaus, à Coblentz, daté de 1423, et parmi les plus beaux, celui de l'hôtel-de-ville d'Augsbourg, par Adam Vogt (1621). Feilner, à Berlin, et Fleischmann, à Nuremberg, ont récemment relevé cette industrie par des copies ou des créations intéressantes.

La porcelaine dure, retrouvée par Boettger, à Meissen (Saxe) au commencement du xviii^e siècle, a gardé longtemps en Allemagne une réputation méritée, mais il est juste de reconnaître qu'elle n'a dû sa supériorité qu'à des copies de Sèvres, après la guerre de Sept ans. Pour la grâce, la finesse du dessin, la perfection de la matière, les produits de la manufacture de Saxe n'ont rien à céder à ceux des autres pays, et pendant plus d'un siècle, les tabatières, les boîtes à pendules, les vases, les candélabres, les petits groupes de Kandler, si amusants, si variés d'effets, ont été les cadeaux les plus appréciés et le plus à la mode. La manufacture de Berlin, créée par le grand Frédéric, celles de Hochst-sur-Mein, célèbre par les œuvres de Melchior, et de Frankenthal, complètent les

centres de production allemande de la porcelaine. La faïence à relief a eu son heure de faveur, à Nuremberg, avec Hirschwogel (1507); mais elle ne survit pas à cet artiste.

Les carreaux de terre cuite méritent encore une mention pour leur goût et leur dessin généralement sobre et

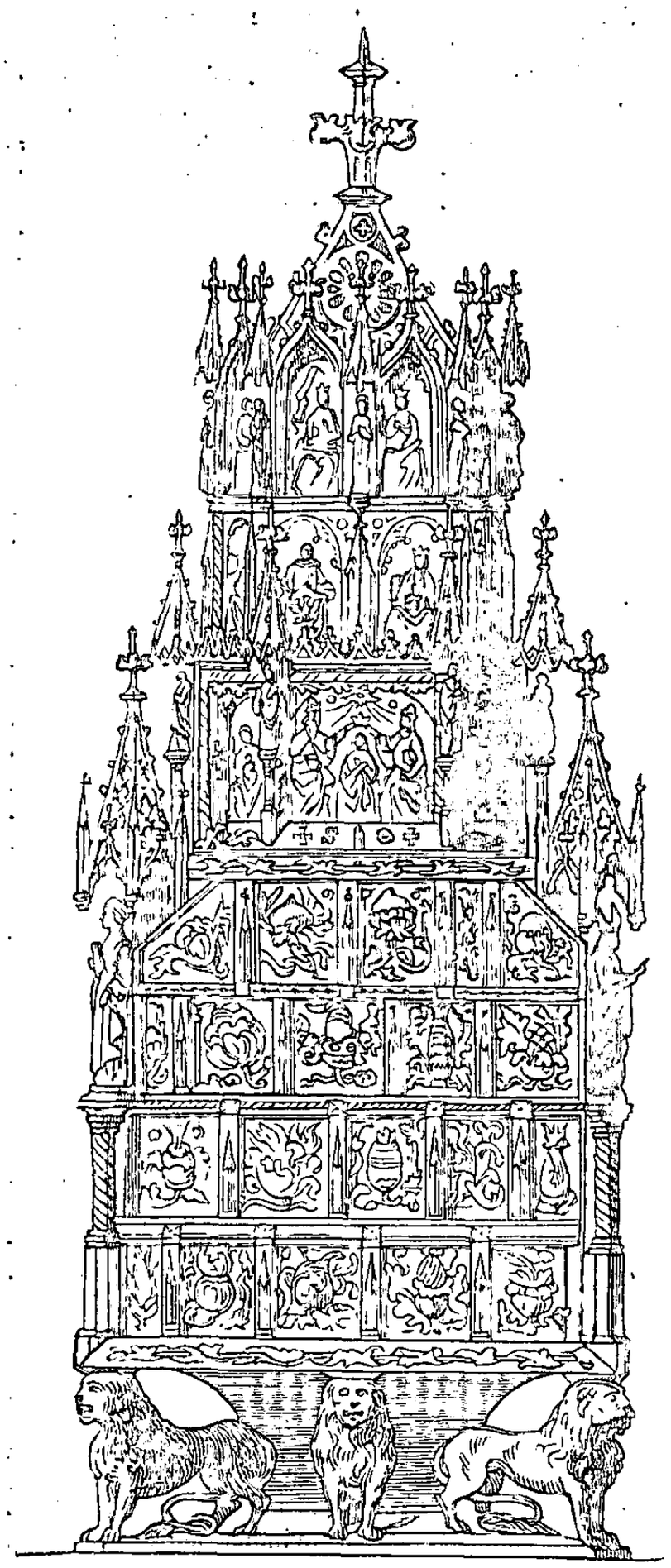


Fig. 37. — *Poêle en terre cuite à émail stannifère polychrome (XV^e siècle).*

décoratif. L'abbaye de Heingaden possède les plus beaux peut-être qui existent dans ce pays (fig. 38).

C'est en Bavière, à Tégernsée, que fut inventée, dit-on, la peinture sur verre appliquée avec les procédés de l'émailleur, c'est-à-dire passée au feu. Néanmoins cet art semble avoir été moins brillant qu'en France, au moyen âge; nous citerons seulement les verrières des cathédrales d'Augsbourg, de Goslar, du monastère d'Heiligenkreutz. Les procédés se perdirent, à la fin de la Renaissance, et ne furent plus retrouvés que par Frank, de Nuremberg (1770-1804); les tendances décoratives des dessinateurs allemands ont pu fournir, dans ce genre, un aliment fécond à des ateliers de formation récente.

Tutilo, de Saint-Gall, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler, avait donné une grande impulsion à l'art de l'émailleur, qui jouit pendant toute la période carlovingienne d'une faveur qu'il n'a plus retrouvée depuis. Les artistes allemands sortis de son école, se répandirent même en Italie, où on en trouve à Ravenne et à Monza. Sous l'influence de la princesse byzantine Théophanie, une école autre se constitue à Cologne, et fournit de beaux émaux cloisonnés et champlevés. Les trésors d'Hildesheim, d'Essen, Siegburg, Osnabruck, Cologne, Marbourg, conservent de cette première époque des œuvres remarquables. Ensuite se produit une indifférence peu favorable à de belles productions. Il faut arriver pour trouver une manifestation allemande digne d'intérêt, aux émailleurs suisses, Toutin, Petitot qui ont peint sur métal cru de jolies choses.

Verrerie. Les archéologues allemands, désireux d'assurer à leur pays la priorité dans une branche de l'art



Fig. 38. — *Carreau de poêle à Halberstadt vers 1500.*

décoratif où il a brillé d'un si vif éclat, ont tenté vainement d'établir avec des dates certaines, l'invention en Allemagne du verre doublé en métal, et du cristal. Il paraît, au contraire, que les allemands n'ont fabriqué que tard la verrerie artistique; d'autre part, il faut reconnaître qu'ils ont rapidement atteint à la perfection.

Au XVI^e siècle, ils produisent déjà beaucoup, et bien, dans deux grands centres surtout, Nuremberg et la Bohême.

Nuremberg était à cette époque la ville intelligente de l'Europe centrale, les arts y étaient florissants et de nombreux artistes venaient y chercher des leçons et des modèles; une école de peinture sur verre, déjà ancienne, et qui avait fourni notamment les belles verrières des églises de Nuremberg, devint sans doute l'origine des ateliers de verrerie et d'émaillage, lorsque le secret des verreries vénitiennes fut connu par des indiscrétions largement payées. Dès lors les produits de Nuremberg se répandirent sur les marchés allemands, et de là dans toute l'Europe; d'excellents ouvriers, dignes même du nom d'artistes: Hirschvogel, Hans Nickel, Jean Wessler, surtout les Schwanhard, au XVII^e siècle, portèrent l'industrie allemande du verre gravé à une telle perfection, qu'elle

supplanta partout les verres de Venise, auxquels était resté jusque-là le monopole exclusif. L'invention par Henri Schwanhard de la gravure à l'acide fluorhydrique, en permettant d'obtenir la transparence des dessins, assura définitivement la faveur aux produits des fabriques de Nuremberg.

Voilà pour l'historique de la verrerie de Nuremberg; quant aux procédés de fabrication et aux formes, ils sont bien allemands, et se distinguent absolument des produits similaires italiens. Le verre allemand est plus épais de matière et plus lourd d'aspect, il est gravé à la meule et au diamant bien plus profondément, et les émaux sont plus opaques; les dessins sont plus riches que véritablement élégants; on y voit figurer des personnages en pied, des animaux, des devises, des écussons, des cimiers avec des panaches exubérants, qui seraient bien étranges dans une composition italienne. Trop souvent aussi ces dessins couvrent presque entièrement le verre, dont la forme, qui est surtout celle du goblet, se prête beaucoup à la décoration compliquée.

La vogue des verres de Bohême est un peu postérieure, elle s'est maintenue jusqu'à notre époque. C'est que les verreries de Bohême ont des qualités précieuses de légèreté et de solidité, c'est aussi que les artistes ont tiré un merveilleux parti de la gravure et de l'émail, et que plusieurs pièces sorties de leurs ateliers méritent le nom de chefs-d'œuvre.

La belle époque des verroteries de Bohême commence avec la fin du XVI[e] siècle. Des italiens attirés à Prague par l'empereur Rodolphe II, y avaient importé les procédés et le goût de la gravure sur cristal de roche; les ouvriers du pays eurent l'idée d'imiter avec du verre ordinaire ces travaux très difficiles sur une matière aussi dure. Mais sur le verre épais, verdâtre, aux formes lourdes, l'imitation italienne ne pouvait être rigoureuse, et bientôt, sans que les allemands perdent jamais de vue ce point de départ de la nouvelle industrie, le décor change et rentre dans le style général de leur art décoratif national, les tailles sont plus profondes, le verre est surchargé de gravures en creux et en relief, et l'aspect en change à ce point que la concurrence ne permet pas la lutte aux verreries italiennes qui leur avaient fourni les modèles. Lehmann est le premier en date des grands artistes verriers de Bohême, après lui Schwanhard l'aîné, de Nuremberg, Kreybich qui fit connaître ces verres nouveaux dans toute l'Europe, Fischer, qui créa une fabrication importante dans le cercle de Turnan, où on comptait, dit M. Gerspack dans l'*Art de la verrerie*, 443 patrons en 1786, et d'autres encore qui ont contribué par le sentiment artistique et bien personnel de leurs produits, au succès d'une industrie qui n'a cédé que récemment devant les progrès des verreries anglaises et françaises, et qui tient peut être encore la première place pour la perfection de sa matière première, eu égard à son bas prix.

Nous n'avons parlé que de Nuremberg et de la Bohême, parce que ce sont les véritables berceaux de l'art de la verrerie allemande, et parce qu'elle y a pris un extraordinaire développement. Mais cette industrie très allemande a brillé encore à Vienne, en Souabe, en Saxe, où une lutte très vive s'engagea un instant avec la Bohême, à Frankfort-sur-le-Mein, où la dynastie des Hess a laissé des œuvres dignes d'attention; à Oranenbourg, où on a fait un instant de beaux verres dans le goût italien; enfin à Berlin, de 1710 à 1730, plusieurs artistes de talent ont essayé de créer une école qui n'a pas eu d'existence durable.

Encore maintenant, si le verre ne prend pas une grande place dans l'art décoratif proprement dit, parce que la vogue est allée du verre de couleur au verre blanc, et du verre gravé au verre uni, l'Allemagne tient toujours le premier rang pour la fabrication du verre d'étagère ou des services de fantaisie. Nous n'en voulons d'autre preuve que les très remarquables ensembles de la Bohême et de l'Autriche-Hongrie à l'Exposition de 1889.

Manuscrits et typographie. L'art du miniaturiste a été l'un des premiers importés en Allemagne, et y a été aussitôt florissant, surtout à St-Gall, en Suisse, où saint Kilian donna à la science des manuscrits une direction remarquable; les ouvrages sortis de ce couvent se distinguent par une grande habileté dans l'exécution des ornements. Mais la belle période des enlumineurs et scribes allemands, est l'époque carlovingienne. Les moines travaillent avec ardeur sur des modèles italiens et byzantins, et produisent de belles choses, surtout après le mariage d'Othon II avec une princesse grecque; à cette époque se rattachent l'évangéliaire de Charlemagne, par Godescalc (781); la Bible de Bamberg (804); l'évangéliaire de Trèves. Les manuscrits postérieurs à Charlemagne sont très riches et de couleurs très harmonieuses; ils dénotent peu de sentiment des formes et du dessin, mais une certaine recherche d'invention et d'expression qu'on ne trouve pas toujours dans leurs modèles. Peu à peu le caractère allemand se dégage et déjà sous Othon III et Henri II on peut reconnaître dans les figures la noblesse, la pureté, la poésie un peu efféminée qui en sont les tendances premières. Saint-Gall est resté le grand centre de production, et on y affectionne l'emploi des couleurs roses



Fig. 39. — *Lettre initiale, par Albert Dürer.*

et vertes mêlées parfois de bleu, qui distingue aussi les miniatures rhénanes et même bohémiennes. Le chef-d'œuvre de ces moines, et sans doute de l'enluminure allemande est le *Psalterium aurerum* après lequel, comme date, on peut citer l'*Hortus deliciarum* de l'abbesse de Landsperg (1175), l'évangéliaire de l'abbesse de Niedermünster, quelques beaux livres d'heures, notamment celui de la duchesse de Gueldres, par Thomas a Kempis, *Tristan et Yseult*, les manuscrits des poèmes nationaux actuellement à Stuttgard et à Cassel. A Prague aussi était un atelier dont la *Bible* du prince Lobkowitz semble être le plus beau spécimen. Quoique dignes d'attention, ces ouvrages ne sont certes pas comparables à ceux de France et d'Italie.

Mais où l'art allemand reste longtemps incomparable, c'est dans la fabrication même du livre. Les caractères gothiques ont une puissance décorative bien plus grande que les lettres romaines, ils prêtent davantage à la fantaisie et à l'ornementation. Aussi les plus habiles dessinateurs et graveurs ont-ils souvent apporté leur concours à cette branche de l'art industriel, laissée trop longtemps chez nous aux soins d'artistes spéciaux, routiniers et malhabiles. Albert Dürer (fig. 39), Holbein, Sébald Beham, dont nous avons donné une jolie petite composition, n'ont pas dédaigné de jeter quelquefois sur le papier, une lettre ornée d'une figure ou d'un minuscule tableau de genre franchement allemands, dont les lignes non dépourvues de raideur s'accordent bien avec l'impression typogra-

phique. Et ce n'est pas seulement, comme on pourrait le croire dans les éditions de luxe que cette recherche se manifeste, mais dans le livre courant, dans les couvertures, dans les affiches et dans les prospectus. Souvent même, c'est dans ces illustrations sans grande importance qu'on retrouve avec le plus de vigueur et de sincérité le caractère même de l'artiste. — C. DE M.

Bibliographie : E. FÜRSTER, *Monuments d'Allemagne*, 8 vol. in-f°; JOANNE, introduction au *Guide d'Allemagne*; DEMMIN, *Encyclopédie des arts plastiques*.

ALLIAGE. *T. de métall.* Dans ces dernières années, on a cherché à produire des bronzes spéciaux, doués de qualités précieuses, soit comme conductibilité électrique, soit comme résistance.

Le bronze phosphoreux (V. *Dictionnaire*, BRONZE, § *Bronze phosphuré*) et le bronze siliceux sont, surtout, des bronzes auxquels on a cherché à enlever toute trace d'oxygène, par l'emploi de réducteurs énergiques (phosphure d'étain ou de zinc, fluorures, alcalins, etc.). En général, les corps employés comme réducteurs de l'oxygène, sont ajoutés à faible dose et disparaissent d'une manière à peu près complète.

Métal delta. Il est un autre alliage, imaginé par M. Dick (d'où l'appellation de métal Δ, d'après la lettre grecque, initiale du nom de l'inventeur), qui rentre plutôt dans les véritables alliages ternaires. On sait peu de choses de la composition de cet alliage, qui renfermerait, en moyenne, 55 de cuivre pour 40 à 45 de zinc, avec une quantité de fer qui atteindrait près de 4 0/0 suivant les uns, ou 2 0/0 seulement suivant les autres. Quoi qu'il en soit, le fer semble jouer un rôle fondamental dans la constitution du métal delta. On peut l'obtenir, d'ailleurs, en ajoutant du ferromanganèse à du laiton de bonne qualité, le manganèse semble donc utile à sa composition.

D'après les inventeurs, cet alliage jouirait des propriétés suivantes : il est fusible à 950°, très malléable au rouge sombre, avec une résistance, à froid, comparable à celle de l'acier. Il ne prend ni la rouille ni le vert de gris.

En *pièces coulées*, il donne des moulages sains, à grain fin, et présente une résistance de 33 à 38 kilogrammes par millimètre carré, avec un allongement de 24 à 28 0/0. On peut en faire des cylindres, des engrenages, des hélices, des éperons de navires, des étambots, des ancres, des chaînes coulées, des pistons, des soupapes, des clapets, etc.

En *pièces forgées*, sa résistance peut atteindre 60 kilogrammes par millimètre carré avec un allongement de 13 à 18 0/0. Au rouge sombre il se forge aussi bien que le fer. On en peut faire des arbres, des tiges de pistons, des tiges de pompes, etc.

Eu *pièces estampées*, le métal delta est encore plus résistant que forgé; sa résistance peut, alors, être quatre fois celle du bronze coulé; le fini du matriçage est très satisfaisant. C'est là une grande qualité pour les pièces qui doivent être répétées un grand nombre de fois. On assure, d'ailleurs, par l'estampage, l'absence complète de soufflures et de cavités.

Bronze de manganèse. On obtient le bronze de manganèse en ajoutant à du cuivre rouge une petite quantité de ferro-manganèse. L'alliage ainsi produit est ensuite additionné d'étain ou de zinc, pour former des bronzes ou des laitons. Il est probable que le manganèse joue là le rôle de réducteur de l'oxyde de cuivre, et l'excès de ce métal, ainsi que le fer qui l'accompagne, restent en dissolution dans l'alliage dont ils augmentent les qualités résistantes.

La *Manganèse Bronze et Brass Company*, de Londres, a publié, par l'organe de son directeur, M. Parsons, des renseignements sur les propriétés de ses alliages manganésifères.

Il y en a plusieurs types principaux :

Le n° 1 qui renferme beaucoup plus de zinc que d'étain. Il se coule, en moules métalliques, se forge et se lamine à chaud; à froid il peut aussi se travailler et s'étirer en fils.

Le n° 2 peut se mouler en sable et doit être fondu au creuset; il se coule avantageusement en moules métalliques sous pression.

Le n° 3 est formé de cuivre et d'étain en proportions égales avec une quantité importante de ferromanganèse. Il peut être fondu au four à réverbère, ce qui permet la coulée de pièces d'un poids considérable. On s'en sert pour faire des engrenages, des crémaillères, des cloches et surtout des hélices. Son inoxydabilité dans l'eau de mer rend ce métal précieux pour l'établissement des propulseurs. En cas de choc, il se déforme sans se briser et on peut ainsi redresser des ailettes avariées.

Les n°s 4 et 5 sont durs et s'emploient principalement comme antifriction, pour paliers, tiroirs, glissières, etc.

Voici quelques données sur la résistance des principaux de ces alliages.

N°s	Etat	Charges en kilogr. par millimètre carré		Allongement p. 100
		Limite d'élasticité	Charge de rupture	
1	Laminé à froid . .	22 à 23	37	»
	Fondu	23 à 36	44 à 50	20 à 45
	Laminé à chaud . .	47	63	12
2	Fondu	25 à 34	50 à 55	12 à 22

Nous ajouterons, pour comparer la dureté du bronze de manganèse n° 2 avec celle d'autres métaux, les résultats obtenus à la pénétration. Pour faire une entaille de même profondeur dans différents métaux, il a fallu les pressions suivantes :

Bronze de manganèse coulé sous pression . .	100
Bronze de manganèse fondu	95
Acier doux trempé à l'huile	109
Acier doux	96
Fer forgé	65
Bronze à canon ordinaire	51

Bull's Métal. C'est un nouveau bronze, dont la composition et le procédé de fabrication ne sont pas encore connus et qui est dû à un ingénieur norwégien. Ce bronze donnerait les résultats suivants :

Limite d'élasticité.	34 à 35 kil.
Charge de rupture..	54 à 56

il serait, par conséquent, supérieur, comme résistance, à des aciers de bonne qualité. On en voyait des échantillons à l'exposition de la Maxim-Nordenfelt, Guns Ammunition C^ie^. de Londres, comme pièces détachées d'artillerie, bouches à feu, hélices, etc. — F. G.

• * **ALLOTROPIQUE** (Etat). *T. de chim.* Un même corps peut, suivant son mode de préparation, se présenter avec des propriétés tellement différentes qu'on pourrait les attribuer à des corps distincts, mais ce ne sont que des états particuliers et souvent passagers qu'on nomme *états allotropiques* de la substance.

On peut en citer divers exemples. Le phosphore nous montre le plus remarquable.

Phosphore ordinaire.	*Phosphore rouge.*
Couleur ambrée.	Couleur rouge.
Cristallise à la température ordinaire.	Cristallise vers 500°.
Soluble dans le sulfure de carbone.	Insoluble.
Phosphorescent.	Non phosphorescent.
Fond à 42°,2.	Ne fond pas.
S'oxyde rapidement à l'air.	S'oxyde très lentem. à l'air.
S'enflamme à 60°.	S'enflamme seulem. à 260°.
Poison violent.	Non vénéneux.

On connaît, en outre, le phosphore blanc et le phosphore noir.

Le *soufre* dur, cristallisable, prismatique (5^e^ système cristallin) et le soufre octaédrique (4^e^ système cristallin) soluble dans le sulfure de carbone, et le soufre mou, amorphe, insoluble ainsi que le soufre utriculaire sont des états allotropiques du soufre ordinaire en canon. Le soufre en vapeur offre aussi, suivant la pression et la température, divers états allotropiques.

Il en est de même de la vapeur d'*iode*.

Le *sélénium* montre des états allotropiques analogues à ceux du soufre.

Le *charbon* et le *diamant* sont deux états allotropiques du *carbone*. Le *bore* et le *silicium* ont aussi leur diamant.

L'*oxygène* ordinaire et l'oxygène électrisé ou *ozone* sont un même corps, sous deux états différents.

L'*hydrogène* extrait de l'eau par le procédé ordinaire et l'*hydrogène actif* à l'état de véritable corps explosif lorsqu'il prend naissance au contact du platine, ont des propriétés très différentes, mais ne sont qu'un même corps sous des états allotropiques.

On connaît deux états allotropiques de l'*oxyde de fer magnétique* Fe^3O^4, l'un obtenu par réduction du sesquioxyde vers 500° et l'autre obtenu à haute température.

On a aussi deux variétés allotropiques de *protoxyde de fer*.

L'*acide cyanique* liquide, la *cyamélide* et l'*acide cyanurique* peuvent être considérés comme trois états distincts d'un même corps.

Le gaz *cyanogène* est regardé comme la vapeur du *paracyanogène*, etc. Les exemples d'*allotropie* se multiplient avec les progrès de la chimie.

Les composés organiques fournissent des exemples encore plus nombreux d'états allotropiques. C'est surtout sous l'influence de la chaleur que ces modifications se produisent. Il y a, en général, une des variétés allotropiques qui est stable et à laquelle on peut ramener les autres. Ainsi toutes les variétés de soufre chauffées à 270° se transforment en soufre mou, et les cristaux octaédriques de soufre se changent en petits cristaux prismatiques. — C. D.

ALLUMETTE. Depuis l'époque où a paru l'article ALLUMETTES CHIMIQUES du *Dictionnaire*, la fabrication en France a été profondément modifiée. Aussi, plutôt que de signaler les changements qui y ont été apportés, croyons-nous préférable de décrire la situation actuelle de cette industrie.

Les allumettes chimiques présentent de nombreux types, différant les uns des autres, soit par leur nature, soit par leurs dimensions, soit par leurs propriétés, soit par les boîtes qui les renferment. Tous ces types, dont une partie était autrefois importée d'Allemagne, de Suède, de Hollande, sont maintenant fabriqués en France dans les usines, hier encore, exploitées par la Compagnie concessionnaire du monopole de la fabrication et de la vente des allumettes, lesquelles sont situées à Aubervilliers, Pantin, Saintines, Trélazé, Bordeaux, Marseille, et Blénad-lès-Pont-à-Mousson.

Les différents types peuvent se rattacher à trois grandes classes, qui sont :

1° L'*allumette en bois au phosphore ordinaire*, de forme carrée, ronde ou striée, imprégnée tantôt de soufre, tantôt de paraffine.

2° L'*allumette en cire*;

3° L'*allumette en bois au phosphore rouge* ou *amorphe*, qui nécessite, pour être enflammée, une surface spéciale dite *frottoir*, sur laquelle est déposé le phosphore, et comprenant des *types soufrés*, des *types paraffinés* (suédoises) et les *tisons* résistant au vent et à la pluie.

La première classe et la troisième sont fabriquées par une série d'opérations dont quelques-unes sont communes aux deux classes, ce sont les suivantes :

a débitage du bois, *b* mise en presses, *c* trempage et chimicage, *d* dégarnissage, *e* emboîtage ou paquetage.

Nous passerons en revue rapidement ces opérations.

Allumettes en bois. A. *Débitage du bois.* Les machines à débiter le bois sont de divers types, selon le bois qu'on emploie, tremble, peuplier ou sapin.

Pour le tremble, dont les fibres sont parallèles et sans nœuds, on procède par déroulage. Le tronc posé sur une sorte de tour, tourne autour de son axe. Une lame tranchante disposée parallèlement à cet axe se meut, pendant la rotation, d'un mouvement d'avancement régulier et rectiligne en se rapprochant de l'axe, et, comme ce mouvement est produit par des vis et pignons commandés par le tour, il en résulte que le tronc est déroulé comme une pomme qu'on pèlerait, en un copeau ayant pour largeur la longueur du tronc, pour

épaisseur celle du pas ou de la fraction de pas de vis correspondante à un tour du tronc, et qui est réglée à l'épaisseur voulue pour l'allumette; enfin, pour longueur le nombre de spires qui peuvent se développer et qui dépendent évidemment du diamètre du tronc employé. Ce copeau, en se déroulant, rencontre des lancettes équidistantes qui le subdivisent en une série de bandes dont la largeur fait précisément la longueur de l'allumette. Après cette opération, les copeaux sont superposés au nombre de 8 à 10, et, au moyen d'une roue à rochet sont entraînés, par avancements successifs correspondants chacun à une épaisseur d'allumette, sous une sorte de couteau guillotine qui les coupe et termine le débitage. La machine figure 40 s'applique exclusivement à l'allumette de section carrée.

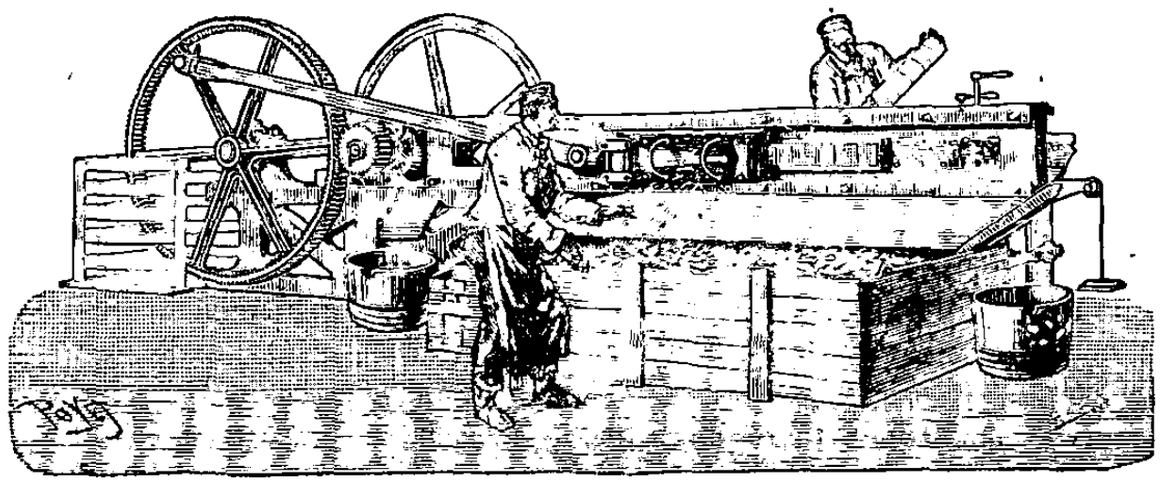


Fig. 40. — *Machine à débiter les allumettes.*

Pour le peuplier, le déroulage ne pouvant qu'exceptionnellement se pratiquer, on opère par une méthode différente, qui se rapproche du tranchage des placages. Le tronc est d'abord divisé en madriers, puis en billots à l'aide de séries et batteries de scies verticales et circulaires, et enfin amené à l'état de blocs parallélipipédiques dont l'épaisseur commune est, suivant le fil du bois, égale à la longueur de l'allumette. Ces blocs étant placés à la suite les uns des autres sur une machine et maintenus adhérents par des griffes, avancent simultanément au moyen de pignons et rochets commandés par la machine, et à chaque coup, d'une quantité égale à une épaisseur d'allumette. Devant leur front, et mené par une bielle, glisse d'un mouvement de va-et-vient le long de coulisses-rainures, un chariot porte-couteaux, lequel comprend : 1° une batterie de lancettes équidistantes d'une épaisseur d'allumette; 2° un couteau guillotine.

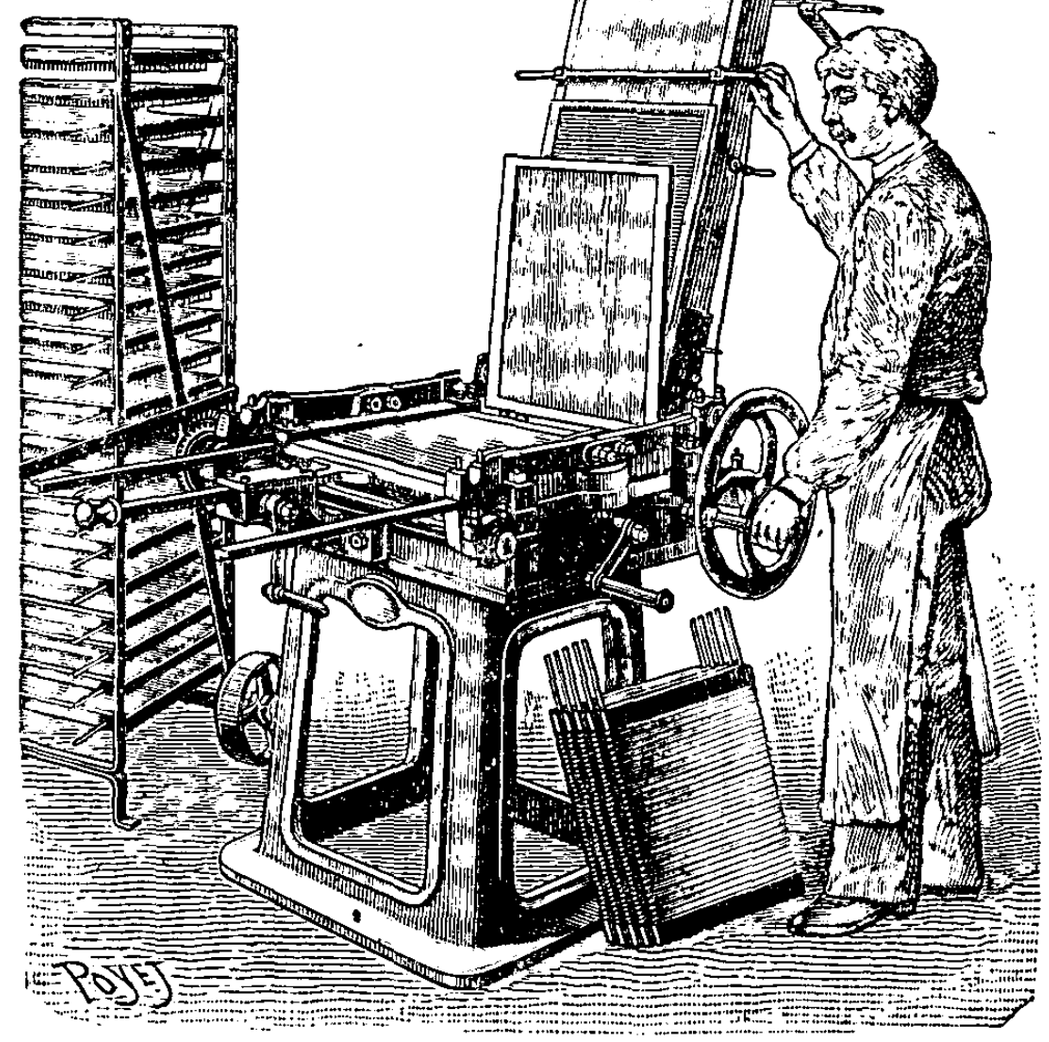


Fig. 41. — *Machine à mettre les allumettes en presses.*

A chaque tour de la machine les blocs avancent d'une épaisseur d'allumette, les lancettes les entaillent longitudinalement, et le couteau tranche une plaque qui, subdivisée déjà par les lancettes, s'effondre en brins découpés qui constituentl'allumette. Ces brins tombent dans une caisse, ainsi que le montre la figure 40.

Les deux systèmes décrits ici sont, on le voit, à grande production.

Enfin, pour le sapin et surtout pour les allumettes rondes, striées, de formes spéciales, on emploie le rabot à filière avec fer découpé. Ce dernier système, déjà décrit au *Dictionn.*, à l'article ALLUMETTES, tend à disparaître. Tandis que la filière travaille du bois sec, les deux premiers systèmes exigent des bois verts et humides afin d'éviter l'éclatement et l'arrachage des fibres.

Une fois découpés, les brins sont séchés dans des étuves, puis blutés pour l'enlèvement des déchets et rebuts, et pour recevoir un lissage facilitant les opérations suivantes.

B. *Mise en presses.* Le but de cette opération est de disposer les brins de bois dans un châssis qui les maintienne droits et séparés les uns des autres, de façon à permettre le trempage net de leurs extrémités dans le soufre ou la pâte, et à donner à tous une tête régulière. L'opération qui ne se faisait guère autrefois qu'avec la machine Walch, décrite à l'article ALLUMETTES du *Dictionnaire*, se fait aussi actuellement avec la machine représentée figure 41.

Réduite à ses grandes lignes, cette machine fonctionne comme suit : les brins étant bien empilés, on les amène à se placer verticalement sur une plaque à tubes. Chaque tube ne laisse passer qu'un seul brin et le conduit à sa place dans le châssis préparé, où il descend par l'action de son seul poids.

Il passe simultanément, et par coup, autant de brins qu'il y a de tubes; il n'y a plus alors qu'à relever l'appareil, et à serrer le châssis appelé *presse*, qu'on enlève, puis remplace par un vide pour recommencer l'opération.

La plaque à tubes est construite le plus souvent pour 2,250 allumettes par presse et la production d'un ouvrier par jour est de 700 presses.

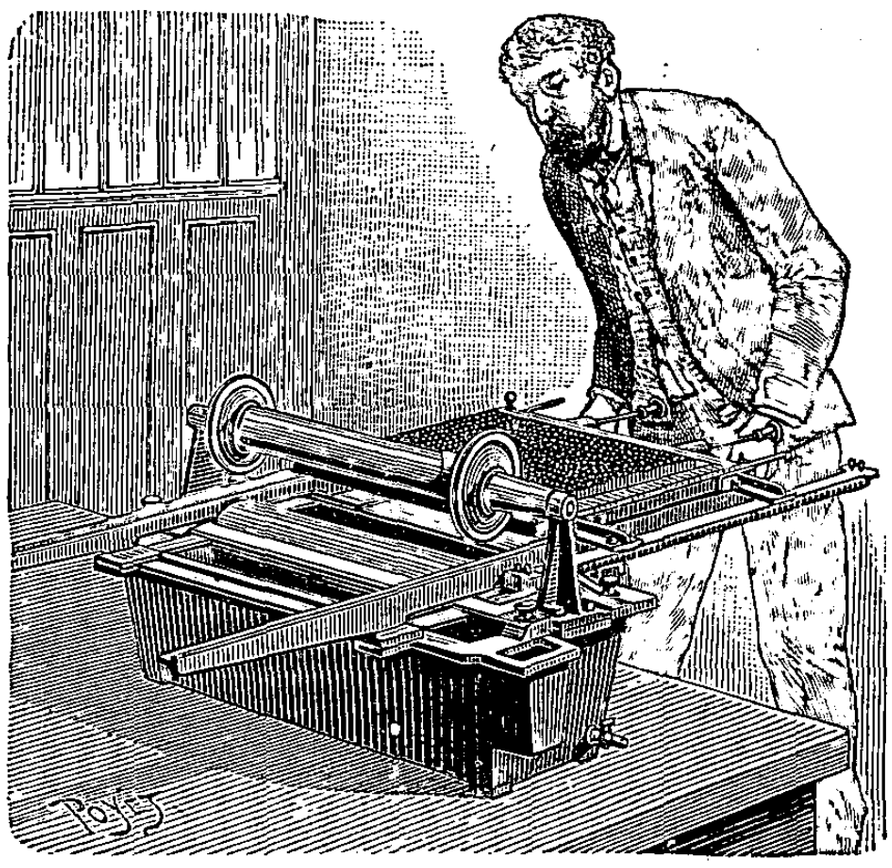


Fig. 42. — *Appareil à chimiquer.*

C *Trempage et chimicage.* L'imbibition des allumettes dans le bain de soufre fondu ou de paraffine fondue est extrêmement simple. Le bain étant maintenu à un niveau constant, la presse est posée de telle sorte que son cadre soit arrêté par les rebords de la cuve tandis que les extrémités des allumettes plongent de la quantité voulue dans le liquide.

Le mode de chauffage du soufre ou de la paraffine, de même que celui des bouts à tremper, diffère seul, suivant la matière.

Le chauffage à la vapeur permet de régler la température et le bain, automatiquement.

Quant au chimicage, qui consiste à tremper l'allumette déjà soufrée ou paraffinée dans la pâte chimique, il se fait soit au moyen de divers appareils mécaniques, soit à la main (fig. 42).

Les appareils sont, en somme, constitués par un cylindre horizontal immergé jusqu'au tiers de son diamètre dans la pâte, lequel, en tournant, entraîne une couche de cette pâte sans cesse renouvelée. Les presses glissent au-dessus de lui, dans des coulisses, de telle sorte que les bouts des allumettes viennent presque à son contact et touchent la couche de pâte. Elles s'en chargent, et par suite, se chimiquent régulièrement et automatiquement. Ce genre d'appareil à tremper a, indépendamment de ses avantages industriels, celui d'offrir, au point de vue de l'hygiène, un sérieux progrès. Comme il suffit de ménager les orifices d'entrée et de sortie des presses, presque tout est clos; et des tuyaux d'évacuation emmènent au dehors les vapeurs malsaines.

Le système se prête, en outre, à l'adaptation du chauffage par circulation d'eau et de barboteurs qui mélangent sans cesse la pâte.

Les deux opérations précédentes sont suivies d'un séchage dans des locaux spéciaux où l'aérage et la ventilation sont activés autant que possible.

D. *Dégarnissage.* Le dégarnissage défait ce qu'a fait la mise en presses, et met dans des bateaux les allumettes qui ont séché dans la presse.

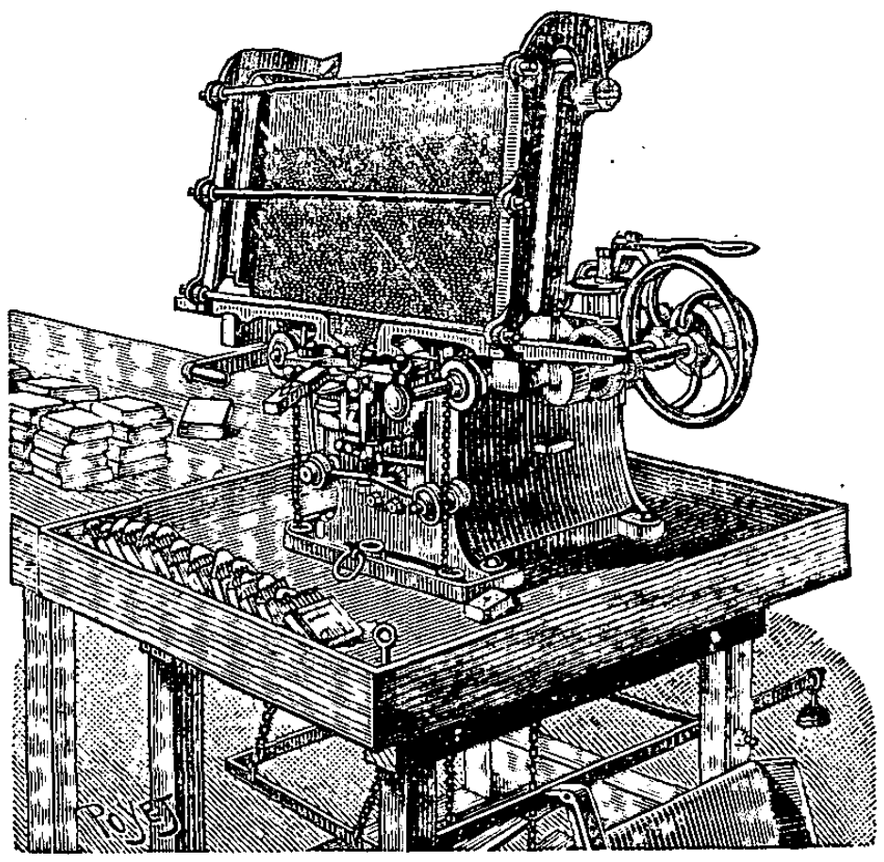


Fig. 43. — *Machine à emboîter les allumettes.*

Plusieurs systèmes de machines font cette opération; les unes menées à la main, les autres par transmissions et courroies.

Dans chacune d'elles, la presse est d'abord desserrée. Après quoi, les allumettes tantôt sont enlevées (rangée par rangée); tantôt tombent successivement dans des alvéoles d'où elles vont automatiquement s'empiler dans la boîte ou *bateau* qu'on enlève lorsqu'il est plein, tantôt tombent en bloc sur une plaque butoir d'où, avant qu'elles puissent culbuter, un piston mû à la main les pousse d'un seul coup dans le bateau disposé à la contenance correspondante.

E. *Emboîtage et paquetage.* L'emboîtage, c'est-à-dire le remplissage des boîtes, ne se fait mécani-

quement que pour certains types de boîtes. Pour celles-ci la machine employée est basée sur ce principe qu'un nombre donné d'allumettes de même section régulièrement tassées occupe un même volume correspondant à celui de la boîte. Le tassement est produit par une trépidation continuelle, et l'ouvrière qui conduit la machine agit sur deux pédales : l'une fait tomber les allumettes dans un canal de section égale à celle de la boîte et les isole des autres; l'autre les fait glisser dans ce canal jusqu'à la boîte elle-même qu'on présente ouverte devant l'embouchure dudit canal (fig. 43).

Les autres opérations, telles que paquetage, emballage, etc., n'offrent pas d'intérêt spécial.

PRÉPARATION DES PÂTES. La préparation des pâtes chimiques a lieu pour les trois classes d'allumettes dans des conditions analogues. C'est toujours un mélange successif des différentes matières, accompagné de malaxages et de broyages plus ou moins développés suivant la nature, la température des pâtes, et les différences de densités de leurs éléments. Cependant les pâtes au phosphore ordinaire, qui se préparent à chaud, et qui donnent lieu au dégagement des vapeurs toxiques du phosphore sont faites en vase clos dans un appareil spécial (fig. 44) muni de fermetures hydrauliques étanches supprimant tout dégagement. Il se compose de trois récipients AB et C, munis d'agitateurs mécaniques dans lesquels se fait séparément par des soupapes l'introduction des matières. Dans l'un se fait la fusion de la colle, dans le second l'émulsion du phosphore dans la colle, dans le troisième le mélange des autres corps. Les deux premiers récipients, par l'intermédiaire de tubes à robinets peuvent se vider l'un dans l'autre et tous deux dans le troisième où le mélange final et le malaxage se terminent. De ce dernier récipient on extrait la pâte prête à servir, en ouvrant simplement un robinet placé à la partie inférieure. Le tout est chauffé par circulation de vapeur et serpentins.

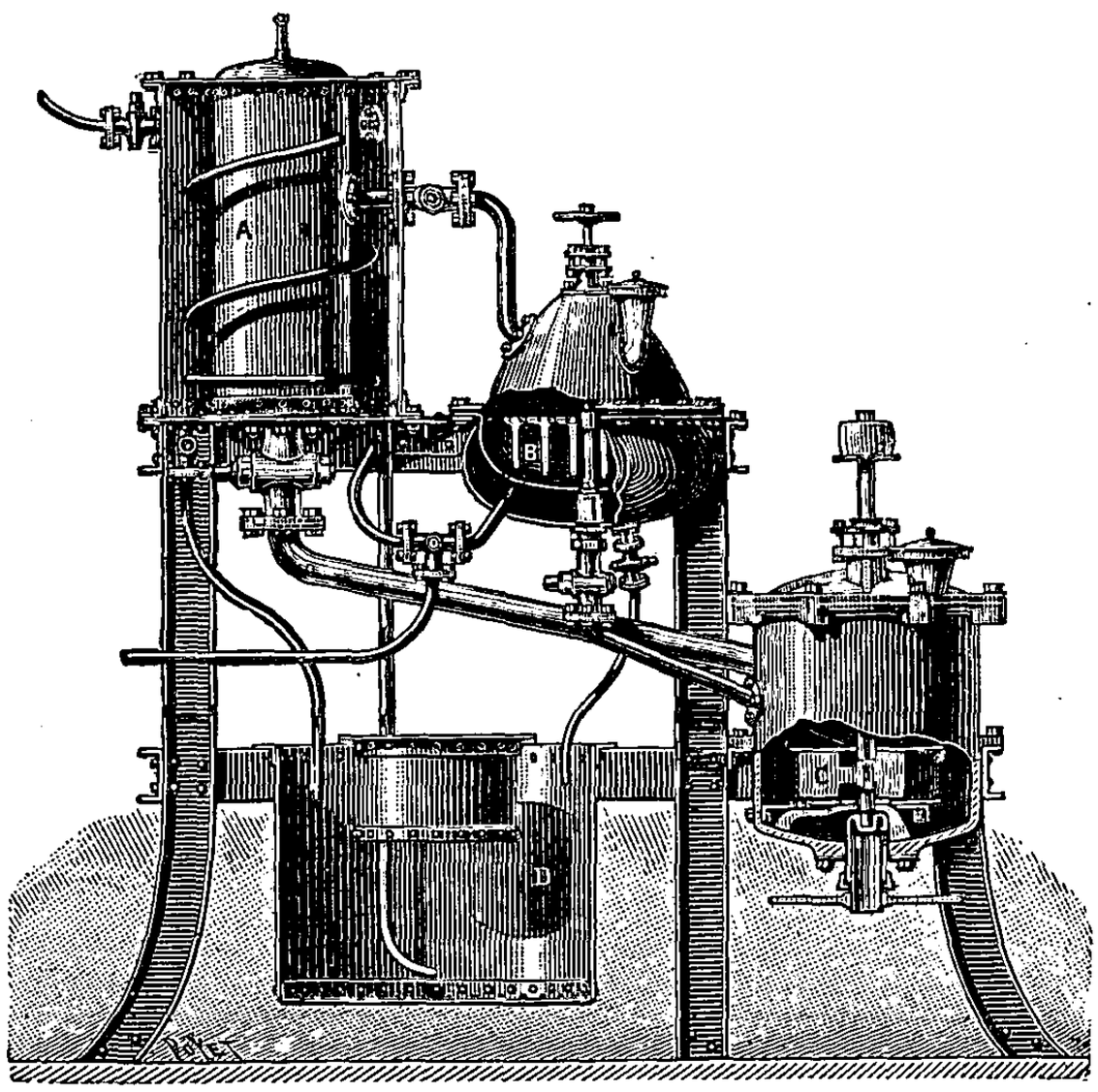


Fig. 44. — *Appareil pour la préparation des pâtes chimiques en vase clos.*

L'appareil fonctionne continuellement en remplissant chacun des récipients dès qu'il est vide, Il suffit d'introduire des poids constants d'eau et de chacune des matières pour avoir une pâte identique et homogène.

Les substances constitutives des pâtes chimiques courantes sont principalement :

1° Pâte ordinaire. Phosphore blanc, colle, oxyde de zinc, verre en poudre, eau, etc., et une matière colorante quelconque;

2° Pâte au minium. Phosphore blanc, gomme, minium traité par l'acide azotique, verre en poudre, eau et matière colorante ou noir de fumée;

3° Pâte au chlorate de potasse. Phosphore blanc, gomme, chlorate de potasse, oxyde de zinc, verre en poudre, eau et matière colorante;

4° Pâte pour allumettes amorphes. Gomme, colle, chlorate et bichromate de potasse, peroxyde de fer, soufre, verre en poudre, eau, matière colorante ou noir de fumée;

5° Gratin pour frottoirs amorphes. Phosphore amorphe, sulfure d'antimoine, eau, colle.

Gratinage. Nous n'avons plus, après ce qui précède, à parler de la première classe d'allumettes.

La troisième classe, celle des allumettes amorphes, compte, en outre des opérations décrites, un travail supplémentaire; c'est la confection des frottoirs, c'est-à-dire l'application de la pâte dite *gratin* sur les boîtes. Cette application a lieu mécaniquement au moyen de deux machines différentes selon qu'on a affaire à la boîte en bois dite *suédoise*, ou à celle en carton dite *portefeuille*. Mais le principe est le même. Les boîtes passent successivement au contact de molettes ou de brosses, lesquelles, immergées en partie dans le gratin préparé en pâte claire, se chargent, en tournant, de ce gratin, qu'elles déposent sur la surface des boîtes (fig. 45).

Allumettes en cire. La deuxième classe d'allumettes, c'est-à-dire l'allumette en cire donne lieu à des procédés de fabrication qui, analogues au point de vue des opérations mêmes, diffèrent par suite de la nature toute spéciale de l'allumette. Ce sont :

a Préparation du coton, *b* préparation de la cire,

c filage de la bougie, *d* mise en presses, *e* chimicage, *f* dégarnissage et emboîtage.

A. *Préparation du coton.* La préparation du coton consiste à disposer les fils en groupes de 10, 16, 20, 40, suivant l'allumette à produire, sur une sorte de bobine appelée *roquet.*

B. *Préparation de la cire.* La préparation de la cire consiste en une fusion convenable des éléments suivants : stéarine, gomme, résine, et dans leur mélange. Cette fusion se fait dans des cuves chauffées à la vapeur, et le mélange est coulé dans des sortes de lingotières ou bassines où il se solidifie. Les proportions des éléments varient légèrement suivant que les allumettes sont destinées à la consommation en France ou à l'exportation. par suite de la raideur et de la fusibilité plus ou moins grande qu'on veut obtenir.

C. *Filage de la bougie.* Le filage consiste à enduire les fils de cire et à produire la bougie qui deviendra allumette après coupage et chimicage. Cette opération se compose, en réalité, de plusieurs opérations semblables qui se superposent en quelque sorte.

C'est, en somme, le passage du fil, ou plutôt du groupe de fils préparés, dans un bain de cire fondue maintenue liquide par une circulation de vapeur entretenue dans un double fond. Le fil se dévide du roquet ou d'une bobine, passe dans le bain où un guide l'oblige à plonger, s'imbibe de cire et traverse, en en sortant, une sorte de filière circulaire, laquelle détermine la forme et le diamètre et produit une compression complétant l'imprégnation. De là, il va s'enrouler sur une bobine commandée mécaniquement et à laquelle il arrive guidé et suffisamment refroidi, de manière à ne pas se coller à lui-même. L'opération se répète un nombre de fois variable selon l'allumette. Toutefois, au dernier passage, il n'y a plus de bain; le fil traverse simplement une filière chauffée produisant le laminage, le réglage du diamètre et enfin le lustrage qu'on remarque sur sa surface. Le dernier des tambours sur lequel la bougie filée est enroulée reçoit, au moyen d'un petit mécanisme spécial, des longueurs égales de fil dans chacun des 45 compartiments qui le composent, de telle sorte que si l'on coupe le fil à chacune des dernières spires de chaque compartiment, et au même niveau, on pourra dérouler 45 fils de même longueur et identiques simultanément.

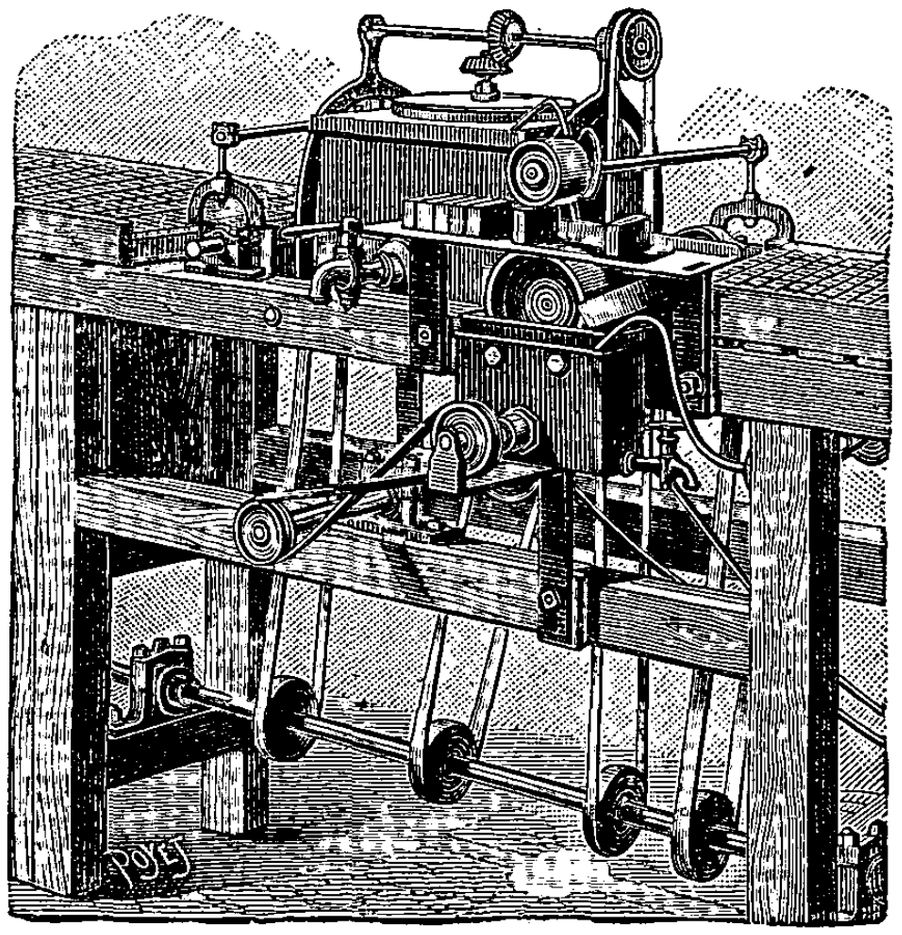


Fig. 45. — *Machine à appliquer le gratin sur les boîtes.*

Le filage, longtemps pratiqué à la main, est actuellement conduit mécaniquement à l'usine de Marseille, et s'opère sur des fils de 10,000 mètres et de 16,000 mètres de longueur.

D. *Mise en presses.* La mise en presses correspond à l'opération de même nom décrite plus haut pour l'allumette en bois. On dispose sur une machine deux tambours portant chacun, comme nous venons de le dire, 45 fils.

Tous les fils sont engagés dans une sorte de peigne qui forme guide, et passent entre deux rouleaux garnis de caoutchouc qui les maintiennent et les entraînent à chaque coup donné par l'ouvrière sur un levier portant engrenage et rochet. Cet entraînement correspond, grâce à deux butoirs réglés d'avance, à un avancement d'une longueur égale à celle de l'allumette. Les 90 bouts qui dépassent viennent poser sur une bande de bois lainé, l'ouvrière en pose une autre sur eux, puis, à l'aide d'un second levier manœuvrant un couteau, les coupe tous d'un seul coup au ras de la bande et à leur longueur finale. Ceci fait, elle reprend le premier levier et refait la même opération jusqu'à ce que le châssis soit complètement garni d'allumettes et de bandes. Elle le serre alors et l'enlève. La presse est faite. La machine à mettre en presses donne 100 presses par jour et par ouvrière.

Soit environ 750,000 allumettes.

E. *Chimicage.* Le chimicage n'offre rien de particulier. Il se fait comme pour l'allumette en bois, et n'est ici, bien entendu, précédé ni de soufrage, ni de paraffinage.

Le séchage se fait dans les mêmes conditions que le séchage du bois, en casiers, dans des locaux spéciaux.

F. *Dégarnissage et emboîtage.* Le dégarnissage et l'emboîtage se font par la même ouvrière, à la main, ce qui, étant donné d'une part les formes toutes spéciales et compliquées des boîtes, et, d'autre part, l'absence de manquants résultant du mode de mise en presses, constitue un travail rationnel et facile à faire d'un seul coup.

Enfin, restent le paquetage, puis l'emballage qui ne présentent rien d'intéressant.

Confection des boites. L'industrie des allumettes, en outre des opérations directes que nous venons de décrire, comporte des fabrications annexes qui sont très importantes. Telle est la confection mécanique des boîtes. Le cadre de cet

article ne nous permettant pas de la décrire nous en dirons quelques mots seulement.

La totalité des boîtes ne se fait pas mécaniquement. Il n'y en a encore que deux espèces; l'une, en carton, du type appelé *portefeuille*, servant aux allumettes ordinaires carrées ou rondes, et aux allumettes amorphes soufrées; l'autre, en bois, servant aux allumettes amorphes dites *suédoises* et à celles dites *tisons*.

Dans le premier cas la boîte est d'une seule pièce découpée préalablement à l'emporte-pièce. Elle entre à l'état de carton découpé dans la machine et ressort repliée et collée, prête à servir.

Dans le deuxième cas la boîte est en bois, constituée par des copeaux déroulés ainsi que nous l'avons expliqué au débitage du bois. Elle demande trois machines différentes pour arriver à sa confection complète. La première forme et entoure d'un papier collé la partie enveloppe de la boîte, dite *coulisse*. La seconde forme et entoure de même la partie intérieure, dite *tiroir*, qui doit contenir les allumettes et glisser dans la coulisse. La troisième pose et colle les étiquettes sur la surface de la boîte. La réunion de ces trois sortes de machines est nécessaire pour la fabrication mécanique complète.

Hygiène. Il est enfin une dernière question qui, bien que n'appartenant pas directement à la fabrication de l'allumette, ne saurait cependant être passée sous silence et trouve ici sa place. C'est celle de l'hygiène des ouvriers. On connaît, en effet, les accidents dus au phosphore, et tout spécialement la terrible maladie qu'il produit, la nécrose phosphorée. Cette affection qui rendait si dangereux le travail des allumettes au phosphore ordinaire, a donné lieu à des mesures d'hygiène qu'il est intéressant de signaler. Ces mesures se rattachent, en somme, à l'industrie elle-même et la grande importance qu'elles occupent dans les préoccupations publiques en justifient la description ici.

La Compagnie qui exploitait le monopole s'est attachée à cette question et indépendamment des dispositions d'ateliers, d'assainissement, d'aérage, de l'emploi d'appareils mécaniques supprimant les vapeurs, etc., elle a résumé les résultats de ces recherches dans un règlement qui est affiché dans chacun des ateliers de chacune de ses usines et auquel le personnel doit se conformer. Nous le transcrivons ci-après in extenso.

Depuis le 1er janvier 1890, le monopole de la fabrication et de la vente des allumettes est exploité directement par l'Etat. Elles ne peuvent être mises en vente qu'en boîtes ou paquets revêtus d'une vignette timbrée.

Hygiène des ateliers. *Règlement.* I. Nul ouvrier ou ouvrière ne sera admis à travailler dans un atelier où l'on manipule la pâte chimique ou les produits chimiqués, sans être muni d'un tablier à manches protégeant complètement les vêtements. Ce tablier sera déposé au vestiaire dans les intervalles du travail.

II. Il est absolument interdit de manger dans les ateliers. Les ouvriers ou ouvrières qui apportent leurs repas devront les prendre dans les locaux qui leur seront indiqués, ou dans les cours, à leur choix; mais l'entrée des ateliers est défendue pendant les heures de repas.

III. Pendant les heures de repas, toutes les portes et fenêtres seront ouvertes, afin de permettre le renouvellement de l'air dans les ateliers.

IV. Il est recommandé à tous les ouvriers, lorsqu'ils quittent l'atelier et avant les repas :

1° De se laver les mains et le visage;

2° De se gargariser et de se rincer la bouche avec les gargarismes qui sont mis à leur disposition.

V. Il sera veillé à l'entretien de l'essence de térébenthine dans les récipients, de manière à ce que la diffusion des vapeurs n'éprouve jamais d'interruption.

VI. Il est formellement interdit à tout ouvrier qui aura subi, soit une extraction de dents, soit une opération quelconque dans la bouche, de rentrer à l'atelier sans être muni d'un certificat du docteur-médecin attaché à la fabrique, et constatant la cicatrisation complète.

VII. Aucun ouvrier ou ouvrière ne sera admis à l'usine, pour travailler dans les ateliers où l'on manipule la pâte chimique ou les produits chimiques, s'il n'apporte un certificat du docteur-médecin attaché à la fabrique, constatant que l'état de sa dentition est satisfaisant, et que ledit ouvrier peut, sans danger, être employé au travail des allumettes chimiques.

VIII. Des visites dentaires mensuelles seront faites dans l'usine, par un docteur-médecin, aux frais de la Compagnie. Tout le personnel devra s'y soumettre.

Ce règlement constitue, en l'espèce, un véritable modèle d'hygiène spéciale industrielle.

Statistique. Nous terminerons par quelques mots de statistique.

La Compagnie concessionnaire du monopole de la fabrication et de la vente de l'allumette en France, payait à l'Etat une redevance de 17,010,000 francs par an. Le tarif de vente de chacun des types a été fixé et déterminé par l'Etat.

En 1888, la quantité totale des allumettes produite s'élèvait à 31,000,009,000 représentant un chiffre de 321,000,000 de boîtes ou paquets.

Là dessus, les proportions respectives des trois classes d'allumettes considérées plus haut est de :

1re classe.	87.00 0/0
2e —	3.70
3e —	9.30

Le personnel ouvrier employé s'élèvait à 1,700 personnes, dont :

Hommes.	29 0/0
Femmes.	71

ALLUMOIR ÉLECTRIQUE. On peut ranger dans la catégorie des allumoirs électriques, dont il a été question au premier volume du *Dictionnaire*, les *robinets allumoirs* électriques, qui, par la seule manœuvre du robinet d'alimentation du bec de gaz, produisent l'allumage ou l'extinction à volonté. Tous ces appareils divers ont pour principe l'inflammation du gaz au contact d'une étincelle électrique jaillissant entre deux petits fils de platine dont les pointes, séparées par une très faible intervalle, sont fixées en avant ou à côté du jet de gaz qui s'échappe du bec à allumer.

On désigne encore sous le nom d'*allumoir électrique* un petit appareil portatif, qu'on fait fonctionner en le tenant à la main et en le présentant au-dessus du bec de gaz qu'on veut allumer.

Nous nous bornerons ici à la description sommaire du type le plus simple et le plus commode qui ait été fait jusqu'à ce jour. Cet appareil se compose d'une tige creuse en cuivre nickelé, terminée à sa partie inférieure par un petit cylindre d'environ 5 centimètres de diamètre sur 12 de longueur. Ce

cylindre, qui sert de poignée pour tenir l'appareil à la main, est formé d'une enveloppe extérieure en ébonite, renfermant un autre cylindre concentrique, également en ébonite, mobile sur un axe parfaitement centré et pouvant se mouvoir avec une très grande vitesse. Ce second cylindre, ouvert à sa partie supérieure, porte sur son bord circulaire six petites rainures dans lesquelles sont fixées des feuilles de cuivre rouge communiquant avec des bandes de papier d'étain collées à l'intérieur du cylindre. Les feuilles de cuivre rouge frottent sur deux larges plaques de papier d'étain qui sont collées à l'intérieur de l'enveloppe cylindrique qu'on tient à la main. Lorsque, au moyen d'un bouton agissant sur un secteur denté qui commande un petit pignon placé au sommet de l'axe vertical du cylindre inférieur mobile, on imprime à celui-ci un mouvement rapide de rotation, le frottement des lamelles de cuivre rouge sur les feuilles d'étain et sur les intervalles de ces feuilles où la surface d'ébonite reste à découvert, détermine une série d'actions voltaïques, qui produisent autant d'étincelles à l'extrémité de la tige de l'allumoir. Pour obtenir cette production d'étincelles, la tige creuse, évidée latéralement vers son extrémité, porte deux petites pointes dont l'une est en communication par le métal du tube avec le cylindre extérieur du bas de l'appareil, et dont l'autre, isolée dans une gaîne de gutta-percha à l'intérieur du tube, est en communication avec le cylindre mobile dans l'intérieur de la poignée. Les étincelles se succèdent avec une grande rapidité quand on appuie avec le pouce sur le bouton de l'appareil, et il suffit par conséquent de présenter l'extrémité de la tige creuse, où se produisent ces étincelles, au-dessus d'un bec de gaz, bec papillon ou bec à verre, pour obtenir instantanément l'allumage de ce bec.

Il existe d'autres allumoirs dont le cylindre formant poignée contient une petite pile humide, avec liquide excitateur, mais ce genre d'appareils est moins commode que l'allumoir à couple voltaïque que nous venons de décrire. — G. J.

* **ALSACE-LORRAINE.** Voilà dix-neuf ans que la France a dû se séparer de ces deux provinces restées unies à elle par les liens du sang, de la langue, de l'espérance. Il nous eût paru curieux d'étudier dans quelle proportion leurs intérêts matériels ont bénéficié ou perdu depuis leur incorporation à l'Allemagne. Malheureusement la plupart des renseignements officiels nous font défaut, parce que l'Alsace-Lorraine, bien qu'ayant comme pays d'empire une existence administrative séparée, est confondue au point de vue économique, dans la statistique de l'Allemagne toute entière. Néanmoins, nous voulons donner ici quelques chiffres qui permettront de se rendre compte des mouvements de la population, de l'instruction, des douanes, et des industries diverses dans ces dernières années. Ces bases posées pour la première fois dans un dictionnaire d'après des renseignements officieux qui nous sont propres, permettront sans doute dans un supplément postérieur une étude plus approfondie et plus concluante, si d'ici-là les événements ne la rendent pas inutile.

Voici les données que nous avons trouvées pour l'année 1875 dans les statistiques de l'Empire allemand. Population : 1,531,804 habitants, en diminution de 18,000 habitants sur le recensement de 1871, Villes principales : Strasbourg, 85,654 hab.; Mulhouse, 58,463 hab.; Metz, 45,856 hab.; Colmar, 23,990 hab.

Pour l'année 1888, voici les chiffres correspondants. Population, 1,564,355; Strasbourg, 111,987; Mulhouse, 69,760; Metz, 54,072; Colmar, 26,537.

L'Allemagne a beaucoup fait pour le développement de l'Alsace-Lorraine, et indépendamment des immenses travaux militaires, elle a dépensé de fortes allocations pour l'instruction publique, pour les cultes, pour les encouragements et débouchés à l'industrie et au commerce. Seulement, s'il est beau de donner, il est plus beau encore de savoir donner, et les procédés allemands au lieu d'attirer à l'Empire les populations alsaciennes, n'ont fait qu'affirmer entre les vainqueurs et les vaincus, une antipathie fondée autant sur leur différence d'origine que sur leur véritable intérêt.

En effet, les productions de l'Alsace sont essentiellement allemandes. C'est la bière, surtout, et les matières premières de l'alimentation, notamment les célèbres pâtés de foies gras de Strasbourg. Toutes ces denrées circulent en Allemagne en franchise, mais rencontrent partout des productions locales similaires, et des concurrences dangereuses. Du côté de la France où le champ d'exploitation est libre, des droits d'entrée entravent la circulation et créent une préférence de prix en faveur des bières françaises.

D'autre part l'industrie des filés de laine et de coton, qui est une des richesses de l'Alsace, se déplace peu à peu pour rentrer en France. Il nous suffira de dire que Belfort doit à cette réimmigration le développement extraordinaire de sa population, et que notamment, la maison Dollfus-Mieg, de Mulhouse, y a fondé une succursale en pleine prospérité, ainsi que celle créée par la Société Alsacienne de constructions mécaniques.

ALUMINIUM. *T. de métall.* Jusqu'en 1883, l'aluminium ne se fabriquait qu'en France, à l'usine de Salindres (Gard), par la méthode de Sainte-Claire-Deville, décrite, succinctement, au 1er volume de ce *Dictionnaire*; elle se compose des opérations suivantes: 1° fabrication du sodium; 2° production de l'alumine; 3° production du chlorure double d'aluminium et de sodium; 4° réaction du sodium sur le chlorure double d'aluminium et de sodium.

Fabrication du sodium. Le carbonate de soude est desséché à une température assez élevée, puis on le mélange avec du charbon et de la craie bien pulvérisée. Voici un aperçu des proportions employées ;

Carbonate de soude, 30; houille, 13; carbonate de chaux, 5; coke, 5.

Deville recommandait le mélange suivant : carbonate de soude, 1,000; houille, 450; craie, 175.

L'emploi de la craie a pour but, simplement, de rendre le mélange plus poreux et moins fusible, car celle-ci n'entre pas dans la réaction

$$NaOCO^2+2C=Na+3CO$$

Si le carbonate de soude fondait, le charbon viendrait flotter à sa surface et la réduction n'aurait pas lieu.

On commence, dans une première calcination, par bien expulser l'humidité du mélange et les gaz qu'amène la décomposition de la houille; on s'arrête quand on aperçoit la flamme jaune du sodium; on vide, sur le sol de l'usine, le contenu des cylindres sécheurs, et la matière, une fois refroidie, est placée dans des cornues cylindri-

ques de fer, de forme et de dimensions à pouvoir résister à une haute température. Ces cornues ont 1m,20 de long sur 12 à 14 centimètres de diamètre avec une épaisseur de parois de 10 à 30 millimètres. Leurs deux extrémités sont fermées par des bouchons à vis. On place quatre de ces cylindres dans un four Siemens ou Bicheroux et pour les garantir contre l'action d'un chauffage au blanc pendant sept ou huit heures, on se trouve bien d'envelopper ces cornues d'un cylindre de graphite. On emploie aussi un mélange d'alumine, de sable, de borax et de silicate de soude, dont on barbouille leur surface extérieure; il se forme une sorte d'émail qui empêche les vapeurs métalliques de traverser le fer, rendu poreux à cette température.

On chauffe d'abord les cornues au rouge et c'est alors qu'on les remplit du mélange calciné; quand la flamme du sodium apparaît à l'extrémité ouverte des cornues et prend une teinte éclatante, on fait condenser le métal dans des récipients en fer, de 4 millimètres seulement d'épaisseur et ayant la forme d'une pelle ou d'un registre que l'on tiendrait par un manche. Ce condenseur aplati, imaginé par MM. Donny et Mareska, en 1854, est encore en usage et nous le représentons dans les figures 46 et 47.

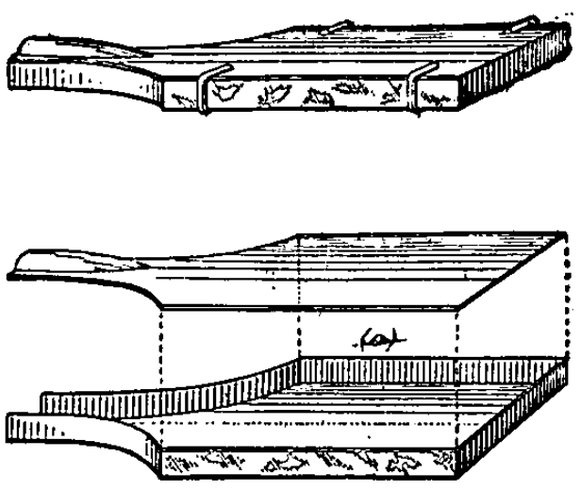


Fig. 46 et 47.

L'opération est considérée comme terminée, quand les gaz, qui se rendent dans le condenseur, deviennent pâles et ne semblent plus chargés de vapeurs métalliques. On vide les cornues et on les recharge immédiatement.

Le sodium obtenu est en morceaux et en gouttelettes, mélangées à du charbon et du carbonate de soude. Il importe de le refondre, ce qui se fait dans un chaudron de fer, sous une couche de paraffine (1).

On a essayé de perfectionner ce procédé de fabrication du sodium; nous aurons, plus loin, l'occasion de parler de la modification importante apportée, en Angleterre, par M. Castner, en appliquant en grand une réaction imaginée autrefois pour le potassium, par Gay-Lussac et Thénard, et qui a l'avantage de ne demander qu'une température beaucoup moins élevée.

Production de l'alumine. L'usine de Salindres, par son voisinage des gisements importants de bauxite, qui s'étendent, en Provence, sur une longue bande de terrain et avec une grande puissance, était conduite à utiliser ce minerai d'alumine.

(1) Il paraît, d'après des expériences récentes, que le sodium peut parfaitement se fondre à l'air libre, sans qu'il y ait à craindre d'inflammation ou d'explosion.

La bauxite est un composé d'alumine et de peroxyde de fer avec deux équivalents d'eau

$$Al^2O^3, Fe^3O^3, 2HO.$$

En la calcinant avec du carbonate de soude, on obtient de l'aluminate de soude et du peroxyde de fer

$$Al^2O^3, Fe^3O^3; 2HO + 3NaOCO^2 = Al^2O^3, 3NaO + Fe^2O^3 + 3CO^2$$

L'aluminate de soude, en dissolution, traité par un courant d'acide carbonique, donne de l'alumine et du carbonate de soude

$$Al^2O^3, 3NaO + 3CO^2 = Al^2O^3 + 3NaO, CO^2.$$

On commence par pulvériser la bauxite et on la mélange intimement à du carbonate de soude:

Bauxite.	480 kilogrammes.
Carbonate de soude.. . . .	300 —

On emploie, pour la calcination de ce mélange, un four à réverbère; le chauffage est continué jusqu'à ce qu'un échantillon de la matière ne fasse plus effervescence avec les acides. L'opération dure de cinq à six heures.

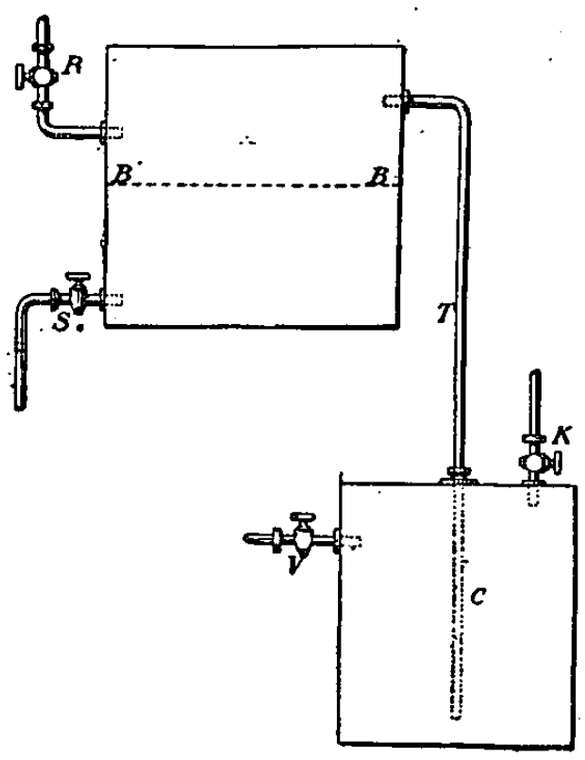


Fig. 48.

On dissout, par l'eau chaude, l'aluminate produit et on se sert, pour cela, d'un appareil représenté par la figure 48.

La matière à laver est placée en A, dans une caisse en tôle, au-dessus de la toile métallique BB recouverte d'une toile filtrante. La caisse en tôle C porte un robinet de vapeur V et est remplie d'une dissolution faible d'aluminate de soude provenant d'un lavage précédent; au moyen du tube T, cette dissolution s'élève en A, en même temps que par le robinet R arrive un autre jet de vapeur destiné à chauffer la liqueur, quand elle arrive en A. La dissolution d'aluminate produite au tra-

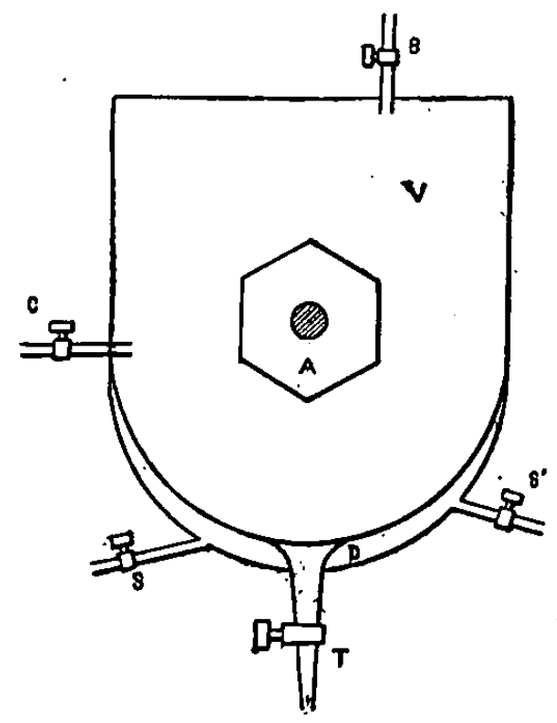


Fig. 49.

vers du filtre BB, s'écoule par le robinet S. On termine par l'introduction d'eau pure au moyen du robinet K et on obtient ainsi une solution faible, qui ressert dans l'opération suivante. On enlève la toile filtrante, qui repose sur le filtre métallique BB et on recommence avec une autre quantité de matière.

La précipitation de l'alumine se fait de la manière suivante (fig. 49). Dans un vase V, muni d'un agitateur A, arrive par le robinet B, la dissolution d'aluminate de soude, qui est chauffée par les jets de vapeur S et S' débouchant dans le double-fond D. L'acide carbonique est introduit par le tube C et l'alumine produite est évacuée par le tube T, placé à la partie inférieure. Chacun de ces vases à précipitation contient 1,200 litres et l'opération dure cinq à six heures. L'agitateur A est mû mécaniquement et maintient une température uniforme de 70°, grâce aux jets de vapeur. Le carbonate de soude en dissolution s'écoule, en même temps que l'alumine, et subit une filtration.

L'alumine obtenue a la composition suivante :

Alumine.	47.5
Eau	50.0
Carbonate de soude.	2.5

Production du chlorure double d'aluminium et de sodium. On pourrait obtenir de l'aluminium en faisant agir le sodium sur le chlorure d'aluminium, mais ce dernier sel est si déliquescent, si difficile à conserver, qu'on préfère, comme l'avait indiqué Deville, opérer avec le chlorure double d'aluminium et de sodium. Le chlore ne se combine à l'aluminium, en partant de l'alumine, qu'en présence du carbone; il en est de même pour la formation du chlorure double. Nous reparlerons de la fabrication de ce produit, quand nous traiterons des perfectionnements apportés par M. Castner en Angleterre. Nous donnerons seulement ici le dessin du four employé à Salindres. La figure 50 montre la disposition adoptée : en B, se trouve une grille pour chauffer le cylindre A, qui renferme le mélange de charbon, d'alumine et de chlorure de sodium, destiné à être traité par le courant de chlore qui arrive par C. En D est un récipient destiné à condenser les vapeurs de chlorure double. La chloruration dure douze heures au moins, et le cylindre employé peut servir pendant un mois. Le chlorure double obtenu est conservé dans le récipient où il s'est condensé jusqu'au moment où il servira à la production de l'aluminium.

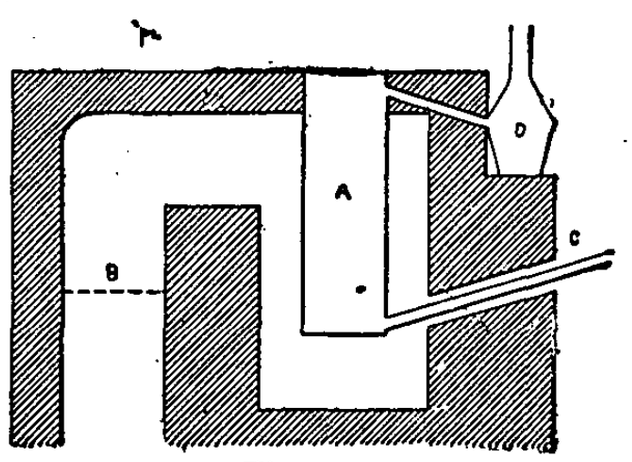


Fig. 50.

Réaction du sodium sur le chlorure double d'aluminium et de sodium. La difficulté que présente cette opération réside, surtout, dans la nécessité d'avoir une scorie suffisamment fusible et assez légère pour surnager au-dessus du métal, dont la densité est inférieure à 3. On emploie la cryolithe du Groenland, qui forme avec le chlorure de sodium résultant de la réaction du sodium sur le chlorure double d'aluminium et de sodium, une scorie légère et très fluide :

$$3Na + Al^2Cl^3, NaCl = 4NaCl + 2Al.$$

On emploie : cryolithe, 100; chlorure double, 45; sodium, 35.

Le réaction se fait dans un four à réverbère et nous en donnerons le détail quand nous parlerons de la fabrication en Angleterre.

Voici quel était, à Salindres, en 1872, le prix de revient du kilogramme d'aluminium :

Prix du kilogramme de sodium.

9k,35 de carbonate de soude à 32 fr. les 100 kil..	3 09
74k,32 de houille à 1 fr. 40 les 100 kil..	1 04
Salaires..	1 73
Frais divers.	3 46
	11 32

Prix du kilogramme de chlorure double.

0k,59 d'alumine anhydre à 86 fr. les 100 kil.. .	0 51
3k,74 de peroxyde de manganèse à 14 fr. les 100 kil..	0 52
15k,72 d'acide chlorhydrique à 3 fr. les 100 kil.	0 47
25k,78 de houille, à 61 fr. les 100 kil.	0 36
Salaires.	0 36
Divers.	0 37
	2 48

Prix du kilogramme d'aluminium.

3k,44 de sodium à 11 fr. 32	38 90
10k,04 de chlorure double à 2 fr. 48	24 90
3k,87 de cryolithe à 1 fr. 40 les 100 kil.	0 41
Salaires	1 80
Divers.	0 37
	69 25

en majorant ce prix de 10 0/0 on arrive à 80 francs et le prix de vente était de 100 francs.

PERFECTIONNEMENTS A LA RÉDUCTION PAR LE SODIUM. Si l'on représente par 100 le prix de revient de l'aluminium par le procédé employé à Salindres, on trouve, d'après M. Weldon, les rapports suivants :

Préparation de l'alumine, y compris la valeur de la bauxite..	6 67
Préparation du chlorure double	33 40
Réduction du chlorure double par le sodium, etc.	56 93
	100 00

On voit donc que, pour apporter à la fabrication de l'aluminium, par la réduction de son chlorure au contact du sodium, un perfectionnement important, il faut agir, soit sur la préparation du chlorure double, soit sur le prix du sodium. C'est donc, avec peu de chance de succès que M. Webster, en Angleterre, avait cherché un abaissement de prix de l'aluminium en ne modifiant que la préparation de l'alumine, puisque cette opération constitue moins de 7 0/0 du prix total. Disons seulement, pour mémoire, qu'il calcinait l'alun mélangé de matières goudronneuses, traitait le

résidu par l'acide chlorhydrique pour décomposer le sulfure produit; il calcinait, de nouveau, en présence de l'air et de la vapeur d'eau; par lessivage, il obtenait de l'alumine et du sulfate de potasse, dont la valeur payait la majeure partie des frais de ces opérations multiples.

On a essayé d'obtenir l'alumine en partant de la cryolithe, fluorure double d'aluminium et de sodium, dont la composition est

$$Al^2Fl^3, 3NaFl.$$

Par voie sèche, on opère de la manière suivante: on broie finement la cryolithe et on la mélange avec de la chaux additionnée de spath fluor et de charbon, pour éviter la fusion. On se sert d'un four à réverbère dont la sole est chauffée en dessus et en dessous par la circulation de la flamme, pour obtenir une température plus uniforme.

$$Al^2Fl^3, 3NaFl + 6CaO = Al^2O^3, 3NaO + 6CaFl.$$

Il se forme de l'aluminate de soude que l'on enlève par lessivage et dont on précipite l'alumine par un courant d'acide carbonique.

Par voie humide, on fait bouillir la cryolithe finement pulvérisée avec un lait de chaux et on obtient de l'aluminate de soude avec du fluorure de calcium. La dissolution d'aluminate de soude est mise en ébullition avec une nouvelle dose de cryolithe, il se produit de l'hydrate d'alumine et du fluorure de sodium

$$Al^2O^3, 3NaO + Al^2Fl^3, 3NaFl + 6HO = 2(Al^2O^3, 3HO) + 6NaFl.$$

On sépare l'alumine et le fluorure de sodium est traité par de la chaux, ce qui donne de la soude caustique et du fluorure de calcium

$$NaFl + CaO, HO = NaO, HO + CaFl.$$

Une voie plus féconde, c'était de perfectionner la fabrication du sodium et c'est le résultat auquel en Angleterre, est arrivé M. Castner. Il fait agir le carbone sur la soude, en présence du fer. La réaction peut être représentée par

$$3(NaO, HO) + 2Fe + 4C = 3Na + 2Fe + 2CO + 2CO^2.$$

Le mélange $2Fe + 4C$ s'obtient en chauffant du peroxyde de fer avec du goudron, dans la proportion de 70 de fer pour 30 de carbone. La réaction ci-dessus se passe dans les conditions les plus favorables quand il y a 10 parties d'alcali en présence de 2,25 de carbone pour 4,75 de fer.

En réalité, on emploie de grands creusets en acier, de 46 centimètres de diamètre, de 61 centimètres de haut et qui contiennent 36 kilogrammes du mélange de soude avec le fer et le carbone, dans la proportion ci-dessus. Ces creusets sont placés sur la tête d'un piston hydraulique et sont chauffés dans un four à gazogène. Les têtes de piston traversent la sole du four et viennent appliquer les creusets contre les couvercles, qui portent un tube de dégagement. Le sodium, en distillant, vient se condenser dans un cylindre rempli de pétrole, où il se solidifie.

Il reste, au fond du creuset, quand l'opération est terminée, un résidu ayant la composition suivante :

Carbonate de soude	77
Soude	2
Fer	19
Carbone	2
	100

Ce résidu est traité pour soude caustique, dans l'usine de produits chimiques de MM. Chance, contiguë à l'usine d'Oldbury, où se pratique cette opération. On lui fait subir un lessivage, qui sépare le sel alcalin, et le fer et le carbone servent de nouveau, en ajoutant le carbone qui a disparu dans la réaction.

Pratiquement, en tenant compte de la composition des gaz qui s'échappent (95 0/0 d'hydrogène et 5 0/0 d'oxyde de carbone), de la quantité importante de résidu et du passage du fer sans subir d'altération, il semble plus rationnel d'admettre que la réaction est plutôt représentée par la formule suivante :

$$3(NaO, HO) + 2C = 2(NaO, CO^2) + 3H + Na.$$

La jonction entre le creuset et le couvercle est faite au moyen d'un joint hydraulique, pour éviter les pertes de vapeur de sodium, et la manœuvre est très rapide.

La réduction et la distillation durent une heure un quart; au bout de ce temps, on abaisse les creusets, en les séparant de leur couvercle, on en détache le résidu, et, quand ils sont encore chauds, on les remplit de nouveau du mélange à réduire. Cette manœuvre dure moins de dix minutes pour les cinq creusets que porte un four.

Les condenseurs cylindriques sont inclinés, ils ont 1 mètre de longueur et 12 centimètres de diamètre. Au troisième quart de leur longueur, ils portent une ouverture par laquelle le métal condensé s'écoule dans le réservoir de pétrole. Les gaz s'échappent par un trou pratiqué à l'extrémité et brûlent avec la flamme caractéristique du sodium.

Avant de défourner les creusets, on enlève les récipients et on en place d'autres. Chacun d'eux renferme environ 3 kilogrammes de sodium, sous forme solide et que l'on transporte à l'atelier de fusion; là, on refond ensemble un certain nombre de coulées pour obtenir un métal plus homogène, que l'on met en barres de dimensions convenables pour la fabrication de l'aluminium ou correspondant aux besoins industriels.

Pratiquement, 250 kilogrammes de soude caustique donnent 30 kilogrammes de sodium et 240 kilogrammes de carbonate de soude que l'on transforme en soude caustique, comme nous l'avons indiqué plus haut.

Le sodium est emmagasiné de manière à le mettre à l'abri de l'incendie et de l'inondation.

On prétend arriver, ainsi, pour le kilogramme de sodium à un prix de revient de 2 fr. 50 tout au plus. Le potassium, qui coûtait, autrefois, près de 200 francs le kilogramme, peut, maintenant, s'obtenir, en appliquant un procédé analogue, presque au même prix que le sodium.

L'acide chlorhydrique nécessaire à la fabrication du chlore pour le chlorure double d'aluminium et de sodium, arrive de l'usine de MM. Chance

par un tube de gutta-percha et s'emmagasine dans des citernes. Le chlore est obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'oxyde de manganèse régénéré par le procédé Weldon.

Le mélange de sel marin, d'alumine et de charbon est humecté et broyé finement. On le passe dans un malaxeur d'où il sort en un cylindre qui est découpé en tronçons. La matière est séchée par des chaleurs perdues et mise dans des cornues pour y subir l'action du chlore, par la réaction connue :

$$Al^2O^3 + NaCl + 3C + 3Cl = 3CO + Al^2Cl^3, NaCl.$$

On ne fait arriver le chlore qu'au bout de quatre heures quand la matière est bien desséchée. Au commencement, il ne se dégage que de l'oxyde de carbone que l'on enflamme et, plus tard, quand les fumées de chlorure double commencent à apparaître, on met en communication avec les condenseurs. La durée du passage du chlore est de soixante-deux heures. Il reste dans les cornues uu peu d'alumine avec du sel marin et du charbon; ce résidu repasse dans la fabrication.

Le chlorure brut est d'une couleur variant du jaune pâle au rouge foncé, suivant la proportion de fer qu'il renferme et qui provient, soit de l'argile des cornues, soit du charbon et de l'alumine. Il est très déliquescent. La couleur tient plus à l'état de chloruration du fer qu'à sa quantité même, qui ne dépasse pas 1/2 0/0. Plus il y a de perchlorure de fer, plus la couleur est foncée.

Vu la grande quantité de chlorure double employée (10 kilogrammes environ pour obtenir 1 kilogramme d'aluminium), si celui-ci a une teneur eu fer, d'environ 1/2 0/0, il est difficile de produire de l'aluminium ayant moins de 5 0/0 de fer. Aussi, M. Castner est-il arrivé à raffiner le chlorure double et à lui enlever la presque totalité de son fer par un procédé qu'il n'a pas fait connaître. Le chlorure raffiné est complètement blanc et est beaucoup moins déliquescent; il ne contient plus que un dix-millième de fer et ce résultat est obtenu, dit-on, à très peu de frais et par une opération très rapide.

Le chlorure double raffiné est fondu dans des creusets et coulé dans des lingotières.

Nous arrivons, maintenant, à la fabrication de l'aluminium. Le four est à reverbère, à sole inclinée vers le trou de coulée. Le sodium en barres est haché, à la machine, en copeaux minces, et mélangé au chlorure double additionné de la moitié de son poids de cryolithe, ou fluorure double d'aluminium et de sodium, qui joue le rôle de fondant. Le tout est malaxé et mis dans un chariot à fond mobile pouvant déverser toute la charge sur la sole du four, par une ouverture pratiquée à la voûte. Les portes étant fermées et l'arrivée du gaz arrêtée, on charge et la réaction commence immédiatement; on admet le gaz, dès que la fusion est commencée et on maintient, pendant deux heures, une température modérée. On perce le four et l'aluminium s'écoule dans des moules placés sur le sol. La scorie est recueillie dans des vagonnets.

L'aluminium obtenu est très pur, il contient :

Aluminium	99.2
Silicium	0.3
Fer	0.5
	100.0

En ce qui concerne les consommations de matières, voici les renseignements donnés par M. Roscoe, pour obtenir une tonne d'aluminium à l'usine d'Oldbury, près Birmingham (1889) :

Sodium métallique	2t,800
Chlorure double	10.000
Cryolithe	3.500
Charbon	8.000

Pour produire 2t,800 de sodium, il faut :

Soude caustique		19t,600
Poix et goudron. 5t,300 Tournure de fer. 0.450	réduits à.	3.100
Creusets en acier		2.500
Charbon		75.000

La fabrication de 10 tonnes de chlorure double demande :

Sel marin	3t,550
Hydrate d'alumine	4.900
Chlore gazeux	6.700
Charbon	15.100

Enfin, 6t,700 de chlore gazeux nécessitent :

Acide chlorhydrique	80t,000
Pierre à chaux	20.000
Chaux	13.400
Perte en manganèse	0.445

Il ressort de ces chiffres que la consommation en charbon est énorme; mais comme il ne coûte que 5 francs la tonne et que la tonne d'aluminium vaut 56,000 francs, la dépense totale en charbon n'est que de 1,250 francs, ce qui fait moins de 2,5 0/0 seulement de la valeur de l'aluminium.

Suivant M. Kosmann, de Breslau, le sodium obtenu par les perfectionnements de M. Castner, ne coûterait que 1 fr. 80 le kilogramme et l'aluminium 37 fr. 50.

Tentatives de simplification dans la fabrication de l'aluminium. On a proposé un grand nombre de procédés pour la production économique de l'aluminium; mais il y en a peu qui semblent présenter de grandes chances de succès, en dehors de l'intervention de l'électricité dont nous parlerons plus loin.

On a cherché beaucoup à réduire l'alumine par le charbon.

Les beaux travaux de M. Berthelot sur la thermochimie nous apprennent qu'une réaction chimique n'est possible, en général, que lorsqu'elle produit plus de chaleur que la combinaison que l'on veut détruire n'en avait primitivement dégagé. Deux équivalents d'aluminium, pour se combiner à trois équivalents d'oxygène et former Al^2O^3 dégagent 391,000 calories. Pour séparer l'oxygène de cette alumine et mettre l'aluminium en liberté, il faudrait faire agir un corps qui dégageât plus de 391,000 calories. Pour que ce fut le carbone, il faudrait que les réactions

$$2Al^2O^3 + 3C = 4Al + 3CO^2$$

ou encore

$$Al^2O^3 + 3C = 2Al + 3CO$$

fussent possibles. Or, la première suppose que le

carbone, en se transformant en acide carbonique, produise $\frac{2\times391,600}{3}=261,066$ calories et la seconde que le carbone en passant à l'état d'oxyde de carbone donne $\frac{391,600}{3}=130,533$ calories. Or on sait, en conservant les mêmes unités, que ces nombres sont inférieurs à 97,000 calories dans le premier cas et à 28,000 calories dans le second.

Knowles a recommandé la réduction du chlorure d'aluminium par le cyanure de potassium ou de sodium. Gerhard espérait décomposer la cryolithe ou fluorure double d'aluminium et de sodium par l'hydrogène et Fleury par les hydrogènes carbonés.

Une voie détournée, qui semblait plus intéressante, c'est celle indiquée par Petitjean, Comenge et Niewerth et qui part du sulfure d'aluminium. Les réactions, pour décomposer ce sulfure, ne sont pas difficiles à imaginer :

$$Al^2S^3+3H=2Al+3HS \text{ (hydrogène)}$$
$$Al^2S^3+2Al^2O^3=6Al+3SO^2 \text{ (alumine)}$$
$$Al^2S^3+Al^2O^3,3SO^3=4Al+6SO^2 \text{ (sulfite d'alumine)}$$
$$Al^2S^3+3(Fe,Cu,Zn)=2Al+3(Fe,Cu,Zn)S$$

et peut être quelques-unes d'entre elles sont-elles possibles; mais le sulfure d'aluminium est difficile à produire. Sans parler de l'action à haute température de la vapeur de soufre sur le métal, ce qui serait un cercle vicieux, on ne peut guère espérer fabriquer ce sulfure que par la réaction de M. Frémy, c'est-à-dire en chauffant, dans un courant de sulfure de carbone, un mélange d'alumine et de charbon divisé; on fait intervenir ainsi l'affinité du carbone pour l'oxygène, tout comme dans la fabrication du chlorure d'aluminium on fait agir le chlore sur un mélange d'alumine et de charbon, ou comme on attaque l'oxyde de chrome par le soufre et le carbone pour produire du sulfure de chrome. Mais la réaction est incomplète et on obtient un mélange d'alumine et de sulfure d'aluminium.

On a proposé, aussi, de réduire le chlorure double d'aluminium et de sodium par le zinc. On obtiendrait, ainsi, un alliage d'aluminium et de zinc en employant un excès de ce dernier métal et une température élevée éliminerait le zinc à l'état de vapeur. Il ne semble pas que cette méthode ait eu quelque succès, tout comme la réduction du même sel par le laiton, où, cependant, l'affinité du cuivre pour l'aluminium devrait s'ajouter à celle du chlore pour le zinc.

On a cherché, aussi, à employer le plomb ou le manganèse métallique agissant sur la cryolithe.

Enfin, la présence de traces d'aluminium dans des fontes a fait supposer que l'action du silicium sur certains sels d'aluminium pourrait être efficace.

Niewerth a proposé de faire agir sur le fluorure d'aluminium ou sur la cryolithe, qui est un fluorure double d'aluminium et de sodium, le siliciure de fer ou ferrosilicium. Dans l'incertitude où l'on était, avant les derniers travaux de MM. Moissan et Berthelot, sur les chaleurs de combinaison des fluorures, cette réaction ne saurait être condamnée *à priori*; peut être y aurait-il quelque chose à trouver dans cette voie.

La réaction :

$$Fe^nSi+Al^2Fl^3=Al^2Fe^n+SiFl^3$$

permettrait, alors, d'obtenir un alliage de fer et d'aluminium, le *ferro-aluminium*, utilisable dans la fabrication des aciers sans soufflures, l'amélioration des fontes de moulage et la transformation des fontes blanches en fontes grises. On pourrait, également, en fondant le ferro-aluminium avec du cuivre, obtenir, par liquation, de la fonte et un alliage de cuivre et d'aluminium ou *bronze d'aluminium*, recherché pour ses propriétés résistantes et sa jolie couleur d'or.

Il nous reste à dire quelques mots du procédé Brin, qui emploierait, pour incorporer de l'aluminium au fer ou à la fonte, la fusion au cubilot ou au creuset, d'un mélange de borax, d'argile et de sel marin, disent les uns, de borax, d'alumine anhydre et de sel, disent les autres; ou qui décomposerait le chlorure d'aluminium par le fer, prétendent les brevets.

Nous n'insisterons pas sur ce qu'il y a d'invraisemblable dans toutes les réactions que l'on prétend employer dans ce procédé. Ce qui paraît, cependant, hors de discussion, c'est que les produits exposés renferment une certaine proportion d'aluminium; et on ne tardera pas, nous l'espérons, à faire la lumière sur tous ces points.

L'aluminium est intéressant, non seulement comme métal pur, mais encore par ses alliages, dont nous parlerons plus loin; et, quelquefois, il peut être *plus facile* de produire directement un mélange d'un métal usuel avec une certaine proportion d'aluminium, et *plus économique* de l'introduire ainsi sous cette forme dans la consommation. C'est de ce côté que nous paraît être l'avenir.

Nous arrêterons là cette énumération des essais de modifications radicales dans la métallurgie de l'aluminium, pour aborder l'introduction de l'électrolyse, qui a donné des résultats incontestables.

EMPLOI DE L'ÉLECTROLYSE.

En 1854, presque simultanément, Bunsen, en Allemagne, et Sainte-Claire Deville, en France, essayaient l'introduction du courant électrique dans la décomposition des sels d'aluminium. Ils opéraient à chaud. Un creuset de porcelaine était placé dans un creuset en terre et renfermait du chlorure double d'aluminium et de sodium fondu. Une tige de platine d'un côté et un cylindre de charbon entouré d'un vase poreux de l'autre, servaient d'électrode. Le chlorure fondu remplissait, au même niveau, le vase poreux et le creuset.

L'aluminium, sous l'action d'une pile, se déposait, mélangé de chlorure de sodium, sur la tige de platine, que l'on nettoyait, de temps en temps, pour en détacher le métal. Au pôle positif se dégagent du chlore et du chlorure d'aluminium que l'on cherchait à absorber par une addition de chlorure de sodium.

Les particules d'aluminium, une fois refroidies, se présentaient sous la forme d'une poudre grise

que l'on fondait sous une couche de chlorure double d'aluminium et de sodium. Nous donnons (fig. 51) la disposition employée par Sainte-Claire Deville.

Bunsen employait un creuset de porcelaine renfermant un bain de chlorure double d'aluminium et de sodium, avec un diaphragme, à la partie supérieure pour séparer le dégagement de chlore du dépôt d'aluminium. Les deux électrodes étaient en charbon de cornues à gaz (fig. 52). La fusion des parcelles d'aluminium se faisait également dans un bain de chlorure double mélangé de sel marin.

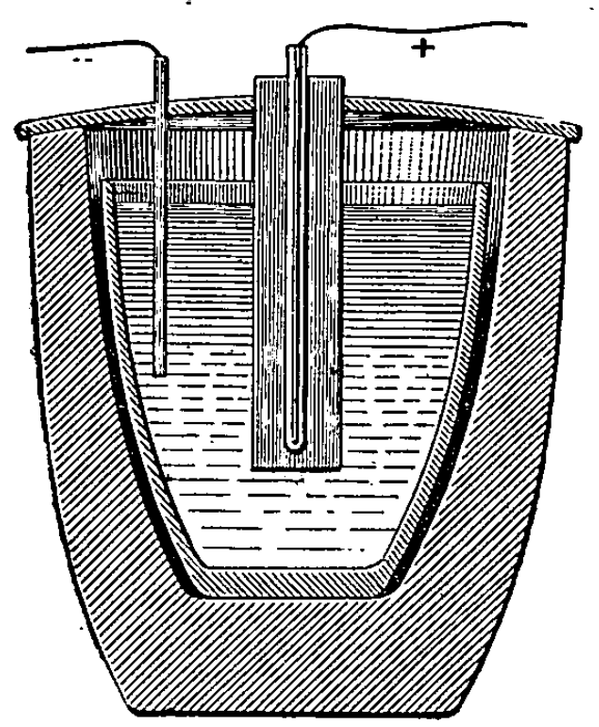


Fig. 51.

La raison pour laquelle Deville a renoncé à la production de l'aluminium par électrolyse est la désagrégation du carbone des électrodes, et, par suite, la difficulté que l'on rencontre à réunir par la fusion la poudre métallique obtenue, ce qui entraîne une perte importante en chlorure double. D'un autre côté, en élevant la température du bain on obtient du métal plus pur, mais aussi, il y a de plus grandes pertes en chlorure double.

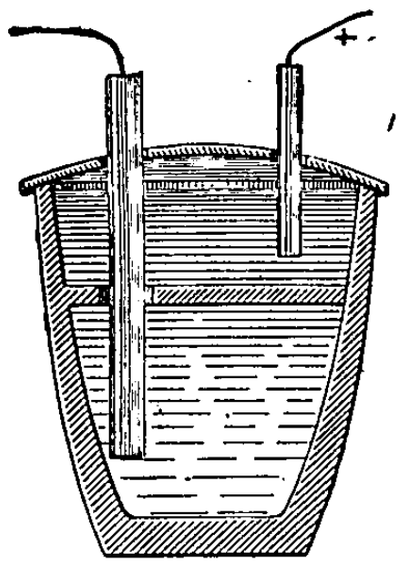


Fig. 52.

Le procédé primitif de Deville et Bunsen est appliqué, actuellement en Allemagne, avec les perfectionnements apportés par M. Grätzel. Il sert également, avec quelques modifications, à la production du magnésium.

M. Grätzel emploie des creusets de porcelaine, d'alumine ou même d'aluminium; dans ce dernier cas, le vase qui sert à la fusion entre dans le circuit pour constituer une des électrodes.

La figure 53 indique la disposition employée à Hemelingen, près de Brême. L'électrode positive est formée d'un mélange d'alumine et de charbon agglutinés et calcinés ensemble; le goudron de houille, soit seul, soit avec du charbon de cornue, s'associe bien avec l'alumine. Le vase GG sert à retenir les parcelles de l'électrode, qui, autrement, se mêleraient à l'aluminium obtenu ; il porte, en *g g* à la partie inférieure, une série de trous destinés à laisser passer le chlore qui se dégage et s'échappe par le tube *o;* par l'autre tube *o'* on peut faire passer des gaz réducteurs. La matière première alumineuse employée est le chlorure double d'aluminium et de sodium, auquel on associe une certaine quantité de fluorure double d'aluminium et de sodium.

Nous aurions dû parler, tout d'abord, de l'*électrolyse d'un sel d'aluminium dissous dans l'eau*. Nous avons opéré autrement pour suivre l'ordre historique et parce que cette méthode est beaucoup moins avantageuse que l'électrolyse d'un sel d'aluminium fondu. On a employé un bain de chlorure double d'aluminium et d'ammoniaque, avec un courant très fort et une électrode de cuivre. On a proposé, aussi, une solution concentrée d'aluminate de soude chauffée au-dessous de l'ébullition. En général on n'obtient pas de bons résultats, même en amalgamant l'aluminium au fur et à mesure qu'il se dépose et distillant ensuite cet amalgame. On peut tout au plus réaliser des dépôts minces adhérents, ainsi que l'a fait la maison Christofle pour remplacer l'argenture, mais ce procédé ne s'est pas développé.

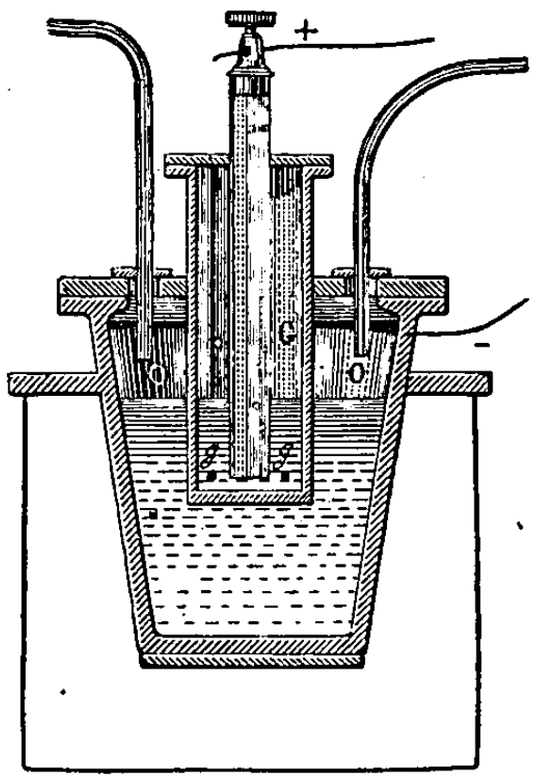


Fig. 53.

Revenons à l'*électrolyse d'un sel d'aluminium fondu*. MM. Bernard frères exploitent à Creil une méthode d'électrolyse, dont le principe a été indiqué par Sainte-Claire Deville, mais dont les résultats pratiques et industriels ont été obtenus par M. Minet.

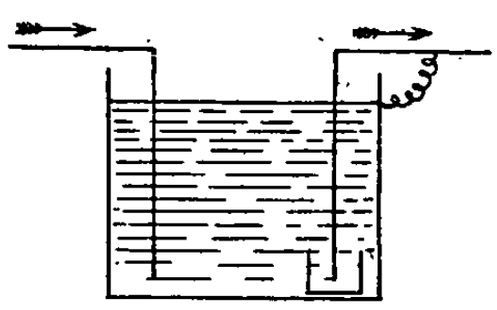


Fig. 54.

Le bain est formé d'un mélange de fluorure d'aluminium et de sodium et de chlorure de sodium (30 à 40 0/0 du premier sel, pour 60 à 70 0/0 du second). La température du bain est d'environ 800°, ce qui n'amène pas de pertes sensibles par volatilisation; à ce point de vue la cryolithe vaut mieux que le chlorure double ; elle est moins chère d'abord et ce dernier sel se volatilise facilement au-dessus de 200°. D'un autre côté, les fluorures ont l'inconvénient de produire un dégagement de fluor, qu'heureusement M. Minet a eu l'idée d'utiliser, au moins partiellement, en le faisant agir sur de l'alumine ou de la bauxite et reconstituant ainsi le fluorure d'aluminium. Pour obtenir

1 kilogramme d'aluminium il faudrait 3 kilogrammes de fluorure; mais, par la disposition spéciale dont nous venons de parler, on ne consomme que 1k,500 de fluorure, 2 kilogrammes d'alumine et 1 kilogramme de chlorure de sodium. C'est ainsi qu'on arriverait à produire dans une cuve et par vingt heures de travail, 4 kilogrammes d'aluminium, à un prix de revient voisin de 10 francs le kilogramme. Par une disposition ingénieuse, M. Minet relie, en dérivation, le vase métallique au courant et il empêche ainsi sa corrosion.

L'électrolyse se fait dans des cuves métalliques; ces cuves (fig. 54) sont attaquées assez notablement par les sels fondus qu'on emploie. Or cette attaque est non seulement nuisible à la pureté du métal, mais elle empêcherait dans certaines conditions l'électrolyse de se produire. Considérons en effet une cuve en fer; par l'attaque il se formera du fluorure de fer et l'électrolyse s'opérera sur un mélange de fluorure d'aluminium et de fluorure de fer; la chaleur de formation de ce dernier fluorure étant plus faible (50 à 60 calories au lieu de 80 pour l'aluminium) il s'ensuivra que c'est le fer qui se déposera avant l'aluminium. On arrivera donc à transporter électriquement le fer de la cuve sur la cathode, au lieu de produire de l'aluminium. C'est à l'aide de la dérivation établie sur la cuve que M. Minet a tourné cette difficulté.

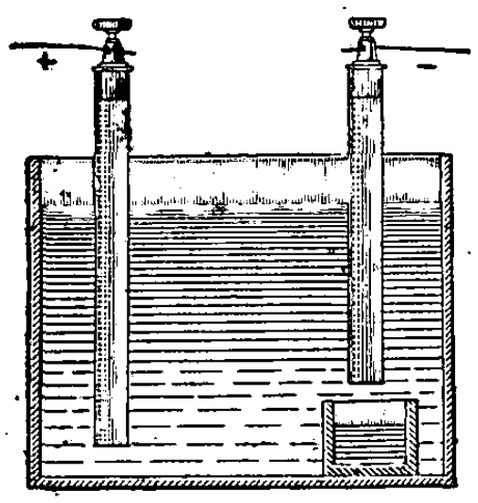


Fig. 55.

Lorsqu'on veut obtenir du métal pur, on augmente l'intensité du courant dérivé et on diminue celle du courant principal, en employant comme électrode négative, du charbon aggloméré. Lorsqu'on cherche à produire un alliage, on emploie une électrode et une cuve de la nature du métal qui doit entrer dans l'alliage (bronze d'aluminium, ferro-aluminium, etc.).

La figure 55 montre la disposition de l'appareil ou cuve électrolytique. A la partie inférieure de l'électrode se trouve un petit creuset de charbon destiné à recevoir l'aluminium fondu qui s'écoule le long de cette électrode; on remplace ce creuset toutes les douze heures.

L'importance de la réduction des sels d'aluminium par électrolyse nous engage à donner ici le calcul théorique du procédé employé par MM. Bernard et Minet.

Considérons les conditions d'après lesquelles l'électrolyse doit se faire théoriquement. La formule du fluorure d'aluminium s'écrit Al^2Fl^3, les équivalents étant pour l'aluminium Al=13,7 et pour le fluor Fl=19. D'après la loi de Becquerel, l'électrolyse de ce sel doit se rapporter au métalloïde, le fluor, et la formule s'écrira : Al2/3Fl. Pour calculer les quantités qui interviennent dans l'électrolyse il faut donc prendre les 2/3 de l'équivalent de l'aluminium, c'est-à-dire $2/3 \times 13,7 = 9,1$.

On voit qu'un courant d'une intensité d'un ampère dépose 1g,15 de cuivre dans une heure : comme l'équivalent du cuivre est 31,5, cette quantité, l'ampère-heure (ou 3,600 coulombs) doit correspondre à un poids d'aluminium égal à :

$$\frac{2}{3} \times 13,7 \times \frac{1,19}{31,5} = 0^{gr},34.$$

La quantité de fluor dégagée au pôle positif est à peu près le double (exactement dans le rapport de Fl=19 à $Al\frac{2}{3}=9,1$) du poids de l'aluminium; elle doit être théoriquement de 0gr,68; la quantité de fluorure à employer sera donc environ le triple du poids de l'aluminium obtenu.

La force électro-motrice nécessaire à la décomposition du sel peut se déduire de la chaleur de formation. Cette chaleur est, dans notre cas, de 80 grandes calories; elle est rapportée aux équivalents exprimés en grammes et comme la formule s'écrit $Al\frac{2}{3}Fl$ cette chaleur correspond ici à la décomposition de 28gr,1 de fluorure d'aluminium, quantité qui produit $Al\frac{2}{3}=9^{gr},1$ d'aluminium et Fl=19 grammes de fluor.

Pour obtenir la force électro-motrice correspondante en volts, il suffit de multiplier la chaleur de formation par le nombre 0,0435; on peut encore dire, ce qui revient au même, que 23 calories correspondent à 1 volt; les 80 calories correspondent donc à 3 volts et demi. Ceci est la force électro-motrice théorique nécessaire à la décomposition : il faut y ajouter celle nécessaire à vaincre la résistance du bain; aussi doit-on maintenir 5 volts aux bornes de la cuve à décomposition pour faire l'électrolyse.

Ces données nous permettent d'évaluer l'énergie nécessaire à la production d'un kilogramme d'aluminium, par exemple. Un courant d'un ampère dépose par heure, théoriquement, 0gr,34 d'aluminium; si nous comptons sur un rendement de 80 0/0, un courant de 100 ampères déposera par heure :

$$34 \times 0,80 = 27 \text{ grammes d'aluminium.}$$

L'électrolyse se faisant à 5 volts, l'énergie dépensée par le courant dans 100 ampères, est d'après la formule $\frac{e\,i}{g}$ (g intensité de la pesanteur = 9m,81) :

$$\frac{5 \times 100}{9,84} = 50 \text{ kilogrammètres.}$$

Un cheval vapeur de 75 kilogrammètres devrait donc produire 40 grammes d'aluminium : si on ne compte que 26 grammes à cause des transmissions, etc., on arrive à ce résultat qu'il faudrait une force motrice de 200 chevaux pour produire 100 kilogrammes d'aluminium par journée de vingt heures.

Evaluons la dépense en sels : il faudrait pour 100 kilogrammes d'alumine dépenser 300 kilo-

grammes de fluorure d'aluminium, mais dans la pratique M. Minet est arrivé à n'en consommer que la moitié, l'autre moitié étant obtenue par la régénération du sel à l'aide d'un dispositif spécial qui permet l'absorption d'une partie des vapeurs de fluor au moyen d'alumine ou de bauxite (alumine hydratée, mélangée d'oxyde de fer, qu'on trouve abondamment dans la nature).

Production de l'aluminium par la réduction de l'alumine par le charbon, sous l'influence de la chaleur produite par le passage d'un courant électrique à travers la masse. Si l'alumine n'est pas réductible par le charbon seul, comme nous avons cherché à le démontrer plus haut, par des considérations thermo-chimiques, il n'en est plus de même quand le composé alumineux se trouve dissocié par la haute température de l'arc voltaïque. Le carbone peut alors s'emparer de l'oxygène et assurer ainsi la mise en liberté de l'aluminium. Le premier procédé fondé sur ce principe, avec la génération de l'électricité par des dynamos puissantes, a été imaginé par M. Cowles de Cleveland (Etats-Unis) et a obtenu un certain succès, spécialement pour la production des alliages d'aluminium, plutôt que pour le métal pur.

Procédé Cowles. Ce procédé, qui a eu un grand retentissement, est basé sur l'incandescence due au passage d'un courant électrique à travers un mélange de minerai d'aluminium, de charbon et de cuivre; le cuivre sert à absorber l'aluminium libéré par la réduction du minerai et à assurer la conductibilité de la masse. En mélangeant de l'alumine, sous forme de corindon en grains, à du charbon pulvérisé, on obtient, par le passage du courant, la réduction de l'aluminium. Celui-ci est en partie entraîné avec les gaz, le reste se trouve, sous forme d'alumine métallique, dans les couches supérieures du charbon, ou en combinaison cristalline avec ce dernier.

Si l'on ajoute des grenailles de cuivre au charbon et au corindon, on obtient un alliage de cuivre et d'aluminium dont la formation a lieu évidemment dans les couches supérieures, mais que l'on retrouve en masse fondue dans le charbon. Des précautions doivent être prises pour empêcher que les grains de cuivre ne s'agglomèrent par la fusion, ce qui mettrait le courant en court circuit. On a trouvé avantageux à cet effet d'employer de petites barres de cuivre disposées transversalement. Par la réduction de l'argile, on obtient un mélange d'aluminium et de silicium, et avec l'addition de cuivre, un alliage qui est, paraît-il, doué de propriétés précieuses.

On a eu, jusqu'ici, de sérieuses difficultés à obtenir la réduction de l'aluminium pur sans l'emploi de cuivre; on espère cependant arriver à produire en grand l'aluminium pur.

Quant au four électrique employé il consiste en une boîte rectangulaire (fig. 56 et fig. 57) en briques réfractaires, dont les parois ont 23 centimètres d'épaisseur. L'espace intérieur a $1^m,50$ de long, 30 centimètres de large et 30 centimètres de profondeur; il est formé par un couvercle mobile en fonte M, portant des ouvertures *m m*, pour l'échappement des gaz. Les extrémités du four sont munies de deux trous permettant d'introduire deux grosses électrodes en charbon N N', semblables à celles employées dans les régulateurs électriques, et ayant $7^{cm},6$ de diamètre : les deux électrodes sont en communication avec le câble *n* venant de la dynamo. On emploie à cet effet des dynamos très puissantes, fournissant des courants allant jusqu'à 1600 ampères et au delà, avec une différence de potentiel aux bornes de près de 50 volts. Le câble est formé de 13 fils de cuivre de 8 millimètres de diamètre; le circuit renferme un ampère-mètre dont les indications sont de la plus grande importance pour la conduite de l'opération.

Pour charger le four, il faut commencer par le garnir, afin de prévenir sa destruction : pour cela on couvre le fond avec une couche d'une dizaine de centimètres de houille finement pulvérisée, lavée à l'eau de chaux et séchée.

Les électrodes sont alors introduites, de manière à ce que leurs extrémités soient distantes d'une dizaine de centimètres; elles reposent sur la couche de houille; à l'aide d'écrans mobiles en tôle, on garnit les parties extérieures, contre les parois, avec de la houille chaulée, jusqu'à quelques centimètres du couvercle.

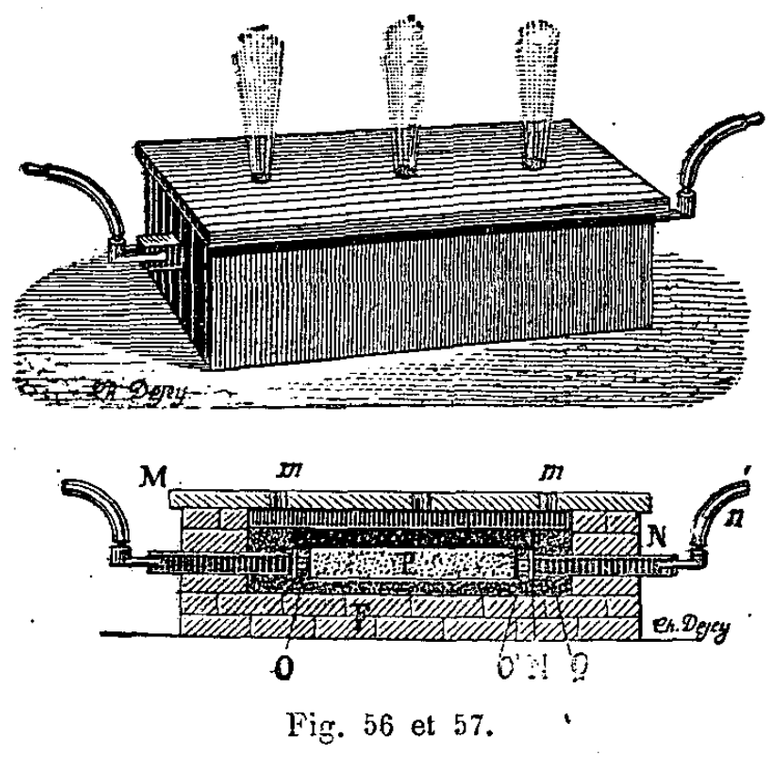


Fig. 56 et 57.

Le four est maintenant complètement rempli de houille lavée à l'eau de chaux, excepté un espace de 23 centimètres de largeur, 30 de longueur et 15 de profondeur, au centre du four et entourant les électrodes.

Dans le cas où l'on veut produire du bronze d'aluminium, on mélange 7 à 8 kilogrammes de cuivre en grains, 5 à 6 kilogrammes d'alumine (corindon pulvérisé) et quelques kilogrammes de charbon de terre grossièrement pulvérisé; le tout est placé dans l'espace vide P entre les écrans de tôle, qui sont alors enlevés, et le tout est recouvert de houille plus grossière; le couvercle est mis en place et les joints sont lutés.

Au commencement de l'opération, la masse étant froide, la résistance est plus grande que durant la chauffe; pour éviter que par une cause quelconque le courant ne dépasse une certaine valeur, on a introduit dans le circuit un rhéostat,

qui limite le courant à 1600 ampères, charge maxima de la dynamo.

A la mise en train, il est nécessaire, pour éviter des variations trop brusques de courant, d'introduire des résistances artificielles; mais au bout de dix minutes l'aiguille de l'ampère-mètre reste plus ou moins stable, indiquant 1,000 ampères; pour éviter des détonations, dues à la production de gaz, on dispose près des ouvertures un bec de gaz, ce qui donne lieu à une série de petites explosions.

Lorsqu'une flamme caractéristique jaune blanc apparaît, le courant est d'environ 1,200 ampères, toutes les résistances extérieures sont retirées; à ce moment l'aluminium est réduit et il s'allie avec le cuivre; lorsque l'intensité du courant atteint 1,400 à 1,500 ampères, il est nécessaire de diminuer un peu le courant et d'augmenter la masse de minerai à réduire; pour cela il suffit d'écarter les électrodes, le courant redes-

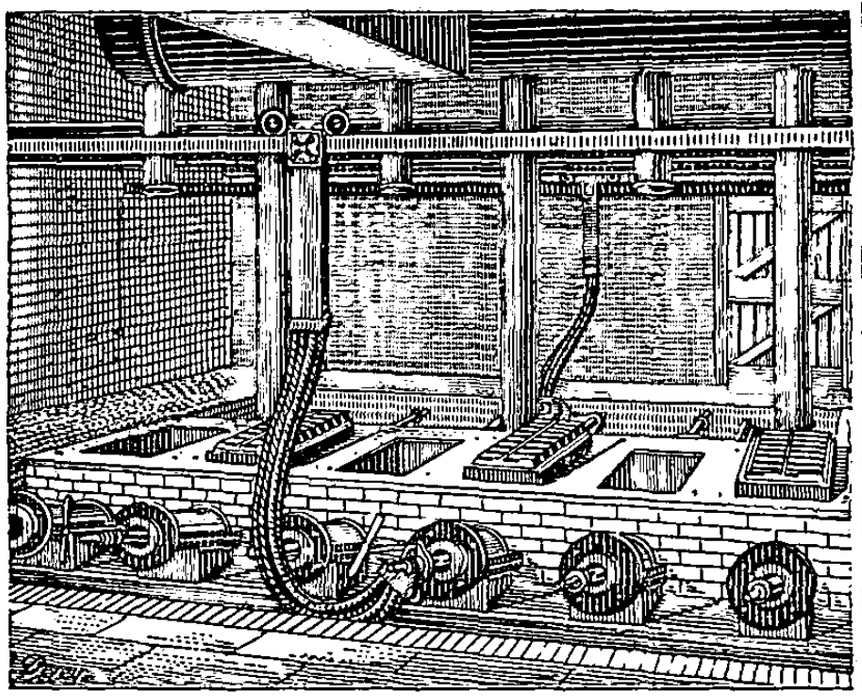


Fig. 58.

cend à 1200 ampères et les fumées blanches, qui sortent des évents, indiquent une forte réduction.

Cet écartement est répété de temps en temps; au bout d'une heure, la *chauffe* est terminée.

On trouve, après refroidissement, sur la couche de charbon, une masse oblongue d'un métal blanc; elle est formée de cuivre avec 35 à 50 0/0 d'aluminium et un peu de silicium. Le bronze est recueilli, fondu, puis analysé et refondu avec une quantité de cuivre telle, qu'on obtient un alliage à 10 0/0 d'aluminium.

On peut remplacer le cuivre par tout autre métal et notamment par le fer et le nickel.

Depuis quelque temps le procédé Cowles est également appliqué sur une grande échelle, en Angleterre, à Milton. On y emploie une dynamo fournissant un courant de 5,000 ampères à la tension de 80 volts, actionnée par une machine à vapeur de 600 chevaux.

Les fours (fig. 58) sont divisés en deux groupes de 6 foyers chacun. Ces fourneaux sont rectangulaires, de $1 \times 0{,}60 \times 0{,}50$, en briques réfractaires garnies de charbon chaulé, très réfractaire et peu conducteur; ils sont fermés aux extrémités par des embouchures en fonte, dans lesquelles on peut faire varier à volonté l'écartement des électrodes qui sont constituées par 9 crayons de charbon de 65 millimètres de diamètre.

L'usine de Milton produit chaque jour 650 à 1,000 kilogrammes de ferro-aluminium riche et de bronze renfermant 15 à 20 0/0 d'aluminium.

On voit que le procédé Cowles a une certaine analogie avec le procédé basé sur l'électrolyse du sel fondu; dans le premier cas la chaleur est due au passage du courant électrique; dans l'autre la chaleur est fournie par une source extérieure. Il est bien possible que dans le procédé Cowles la réduction soit, dans une certaine mesure, due à l'électrolyse; pour bien trancher cette question, il faudrait comparer le rendement dans les deux cas; les données nous manquent pour faire cette comparaison. Il est toutefois extrêmement probable que, dans le procédé Cowles, on a affaire à une réduction ordinaire sous l'influence d'une température excessivement élevée.

Production de l'aluminium sous l'influence de la chaleur produite par l'arc voltaïque. Après les détails que nous venons de donner relativement aux autres procédés, nous pouvons être courts dans la description de celui-ci, qui a plusieurs points communs avec les deux précédents.

Procédé Héroult. L'appareil consiste en un creuset de charbon reposant sur une forte plaque de même matière. Ce creuset est placé au centre d'un coffre en briques et l'intervalle est rempli avec du charbon de cornue en poussière.

Dans ce creuset plonge un gros charbon (50 millimètres de diamètre) amenant le courant positif; le pôle négatif est relié au creuset par l'intermédiaire de la plaque.

Le bain, qui contient une certaine quantité de cryolithe, est amorcé par une certaine quantité de cuivre et alimenté d'alumine sèche. On fait passer le courant. L'alumine fond, se décompose, l'aluminium s'unit au cuivre pour former du bronze d'aluminium, l'oxygène se porte sur le charbon positif, et forme, en s'unissant à lui, de l'oxyde de carbone, qui vient sortir du creuset en flamme volumineuse et éblouissante, grâce aux particules d'alumine qu'elle entraîne.

On peut faire ainsi des bronzes contenant 25 à 30 0/0 d'aluminium. Ces alliages sont blancs et très cassants; alliés à cinq fois leur poids de cuivre, ils forment ce magnifique produit couleur d'or qui a déjà reçu de si nombreuses applications.

A une tension de 20 volts, on fait passer dans le bain 400 ampères, qui produisent en cinq heures 7 kilogrammes de bronze à 20 0/0 d'aluminium.

Un dispositif très simple permet de couler le métal formé; on remplace le charbon positif et on recommence une autre opération. Les figures 59 et 60 montrent l'arrangement du courant électrique et la disposition des électrodes.

L'oxygène, qui se dégage par la réduction de l'alumine, forme avec le charbon de l'anode de l'oxyde de carbone qui se dégage. L'aluminium se dépose d'abord sur les parois du creuset, puis tombe et s'accumule au fond.

Le cryolithe n'agit, d'après M. Héroult, que comme fondant, et ne se décompose pas, de sorte qu'il suffit de remplacer l'alumine à mesure de sa réduction.

Le procédé de M. Héroult est appliqué en grand par la Société métallurgique suisse ; l'usine installée à Neuhausen, près Schaffouse, pour une production journalière de 300 kilogrammes d'aluminium, ou de 3,000 kilogrammes de bronze à 10 0/0 d'aluminium, est alimentée par deux dynamos Brown, fournissant chacune, à 180 tours, un courant de 6,000 ampères et de 20 volts ; ces dynamos sont excitées par une autre dynamo de 300 ampères et 25 volts ; elles sont actionnées par une turbine Jonval de 300 chevaux.

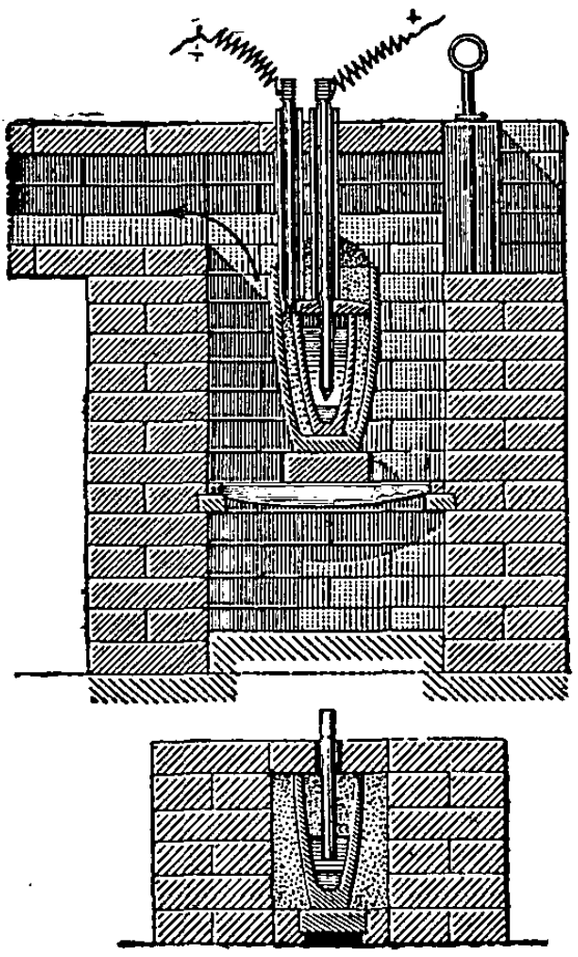


Fig. 59 et 60.

Le prix de revient de l'aluminium d'après ce procédé n'est pas bien connu ; d'après M. Héroult, on peut compter produire le kilogramme d'aluminium dans le bronze à un prix de revient de 3 fr. 50.

On peut fabriquer ainsi presque tous les alliages d'aluminium dont les composés ne se volatilisent pas au point de fusion de l'alumine, et notamment le ferro-aluminium obtenu par la substitution du fer au cuivre des bronzes d'aluminium.—P. H. L.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'ALUMINIUM. L'aluminium avait, primitivement, été obtenu par OErstedt en 1824, en faisant agir sur du chlorure d'aluminium, un amalgame de potassium et distillant. Plus tard, en 1827, Wöhler employa le chlorure d'aluminium et le potassium. Le produit, préparé par ces deux chimistes, était une poudre grise, qui prenait, au brunissoir, le poli et la couleur de l'étain. Plus tard, en 1845, quand Wöhler reprit ses recherches et employa la vapeur de chlorure d'aluminium passant sur du potassium contenu dans des nacelles placées dans un tube de platine, il obtint de petits globules qui lui permirent de faire un peu connaissance avec ce curieux métal. L'aluminium, ainsi préparé, était allié à du platine, provenant des nacelles employées et il renfermait un peu de potassium très probablement. On voit quel progrès a été fait dans cette voie de la connaissance et de la production de l'aluminium, par les beaux travaux de Sainte Claire-Deville. On sait dans quel ordre d'idées travaillait, alors, le savant chimiste français. Il ignorait les résultats obtenus en 1845 par Wöhler, c'est-à-dire huit ou neuf ans auparavant et cherchait seulement à produire de l'aluminium métallique, pour le faire réagir sur le chlorure d'aluminium Al^2Cl^3, obtenir ainsi le protochlorure AlCl et, de là, réaliser, si c'était possible, le protoxyde d'aluminium AlO.

Deville ne put produire ce protochlorure, ni ce protoxyde, mais il obtint des globules d'aluminium, difficilement attaquables par l'acide nitrique, solubles dans l'acide chlorhydrique et les alcalis caustiques. A cette époque (1854) le potassium coûtait 900 francs le kilogramme et le sodium 2,000 francs ; le premier soin de Deville fut donc de perfectionner le réducteur et il réussit à produire le sodium aux environs de 10 francs le kilogramme, en 1859.

Ce qui caractérise l'aluminium obtenu par l'action réductrice du sodium, c'est d'être exempt de carbone ; il en est de même dn produit de l'électrolyse des sels d'aluminium fondus, ce n'est pas que le métal ne présente pas d'autres impuretés ; comme on peut le voir par les analyses suivantes, relatives surtout au silicium et au fer.

Auteurs et provenance	Aluminium	Silicium	Fer
Salvétat (Paris)	92.96	2.14	4.88
Mallet (Berlin)	96.25	0.45	3.29
Sauerwein (Paris) . . .	97.20	0.25	2.4
Dumas (Paris)	92.50	0.70	6.8
Salvétat (Paris)	88.35	2.87	2.40
			cuivre 6.38
Krant (Bonn)	94.70	3.70	1.60
Hampe (Hartz)	97.40	1.00	1.30
Wagner	97.60	0.40	1.40

Nous avons vu que l'aluminium de Castner, produit avec le chlorure double raffiné, était d'une pureté beaucoup plus grande.

L'aluminium, obtenu par le courant électrique et la présence du carbone, renferme une quantité de ce corps, qui en fait un véritable *carbure*, différant considérablement comme malléabilité, du métal obtenu par le sodium ou l'électrolyse d'un sel fondu. Il y a donc, entre ces deux qualités d'aluminium, la différence qui peut exister entre le fer doux et la fonte.

En général, la *densité* de l'aluminium *non carburé* est de 2,58, c'est-à-dire que, comparativement aux métaux les plus usuels, elle n'est qu'une fraction de :

1/3,6 de celle du cuivre ou du nickel ;
1/4 de celle de l'argent ;
1/4,8 de celle du plomb ;
1/7,7 de celle de l'or.

Nous voyons surtout, en effet, l'aluminium recherché pour sa légèreté, et son application aux lunettes en est la preuve.

Il présente une grande résistance, qui n'est pas inférieure à celle du fer. On peut également l'étirer en fils très fins et le battre en feuilles minces, comme l'or et l'argent.

Le point de fusion de l'aluminium varie avec

la pureté du métal et surtout avec la teneur en fer; ainsi, un échantillon à 1/2 0/0 de fer, fond à 700°, et le point de fusion s'élève à 730° si la teneur en fer monte à 5 0/0.

L'air sec ou humide n'a aucune action sur l'aluminium, du moins à la température ordinaire et quand le métal est pur; cependant, en feuille mince et dans l'oxygène, il brûle avec une flamme blanc bleuâtre, comme le magnésium.

L'eau et le soufre ne le ternissent pas, mais le métal brûle dans le chlore avec une flamme brillante. Il n'est réellement attaqué que par l'acide chlorhydrique ou les alcalis. L'ensemble de ces propriétés est précieux et on comprend l'intérêt que présentera ce métal, dès que sa fabrication sera régularisée, à un prix modéré.

Il y a encore quelques difficultés qui se rencontrent dans l'élaboration de l'aluminium, mais on en peut facilement triompher. Il fond mal dans un creuset de terre, car il s'oxyde un peu; dans un creuset de graphite il s'altère aussi; on le fond très bien dans un creuset en chaux; les ouvriers habitués à le travailler manquent, mais il ne tardera pas à s'en former.

L'aluminium peut se couler dans des moules métalliques, mais on peut aussi le couler en sable. Quand le métal est ferreux, il peut se former, par liquation, une carcasse ferrugineuse. S'il est siliceux, sa fusibilité augmente, mais ses propriétés peuvent être altérées.

On peut purifier l'aluminium en le fondant avec du nitre, mais il faut employer un creuset de fer. Pour obtenir de l'aluminium chimiquement pur, on a proposé de dissoudre le métal par le brome et de réduire, ensuite, par le sodium le bromure obtenu; ce procédé ne peut avoir, quelle que soit sa valeur, qu'un intérêt scientifique.

La soudure de l'aluminium est un peu délicate. On a essayé, primitivement, le zinc et l'étain, mais on n'obtient, ainsi, que des soudures imparfaites. M. Mourey a proposé la composition suivante comme soudure pour l'aluminium:

Aluminium. . . .	20	15	12	8	6
Zinc.	80	85	88	92	94

Ces soudures ont des points de fusion différents et répondent à des besoins variés.

Il a préparé aussi une autre série de soudures renfermant du cuivre et qui a été employée avec succès.

Aluminium. . . .	12	9	7	6	4
Cuivre.	8	6	5	4	2
Zinc.	80	85	88	90	90

Pour faire cette soudure, on fond d'abord le cuivre dans un creuset; on ajoute, alors, l'aluminium en trois ou quatre fois, puis on laisse un peu refroidir. C'est à ce moment que l'on incorpore le zinc en remuant avec une tige de fer et recouvrant la surface du métal avec un corps gras. On coule dans un moule enduit de benzine.

Pour souder deux morceaux d'aluminium, on commence d'abord par bien les nettoyer; avec une lime grossière on rend rugueuses les surfaces à rapprocher et on les couvre de morceaux de soudure gros comme des grains de millet; on chauffe sur un feu de charbon de bois, et on emploie le dard d'une lampe et la pression d'un fer à souder, en aluminium aussi pur que possible, pour éviter, sur la soudure, l'action des impuretés qui pourraient s'y rencontrer.

L'aluminium peut se dorer et s'argenter. On a proposé, dans ce but, une dissolution dans l'hyposulfite de soude du précipité obtenu dans le chlorure d'or par un excès de chaux. Il suffirait de bien décaper la pièce à dorer, par la potasse caustique, l'acide nitrique et l'eau et de la tremper dans la dissolution d'or. Les procédés ordinaires, par dépôt galvanique d'argent ou d'or, ne semblent pas très faciles à appliquer.

Alliages d'aluminium. Parmi les alliages d'aluminium il faut citer en première ligne le bronze d'aluminium, dont les propriétés précieuses ont déjà été relatées dans le *Dictionnaire.* — V. Bronze d'aluminium.

Nous ajouterons que les méthodes nouvelles de fabrication de l'aluminium, par l'emploi de l'électricité, sont favorables à la production directe du bronze d'aluminium, l'affinité du cuivre facilitant la réduction. Nous en dirons autant du *ferro-aluminium*, dont les emplois dans la métallurgie du fer seront traités spécialement plus tard.—V. *Supplément*, Ferro-aluminium.

Les autres alliages d'aluminium sont moins importants pour le moment. Il est intéressant cependant, d'en dire ici quelques mots.

Aluminium et silicium. Toute matière siliceuse, mise à haute température, en présence de l'aluminium, donne un alliage siliceux.

Dans un creuset de terre, s'il y a en présence, un sel ou flux quelconque, qui puisse faciliter le contact de l'aluminium et de l'argile, il se fait, par le métal, une absorption de silicium.

C'est en faisant ainsi absorber du silicium par de l'aluminium que Sainte Claire-Deville a découvert, en 1854, le silicium cristallisé. Un aluminium siliceux attaqué par l'acide chlorhydrique donne lieu à une production d'hydrogène silicé. En traitant du fluosilicate de potasse par de l'aluminium, M. Wöhler a pu obtenir un alliage renfermant 70 de silicium et 30 d'aluminium.

En traitant l'argile au four électrique de Cowles, on obtient aisément des alliages d'aluminium et de silicium, dont les propriétés ont été peu étudiées jusqu'à présent.

Aluminium et mercure. L'amalgame d'aluminium ne se fait pas directement. Il faut des moyens détournés, tels que l'emploi de l'amalgame de sodium ou d'ammonium, ou l'électrolyse d'un sel d'aluminium avec du mercure au pôle négatif. L'amalgame d'aluminium se décompose, à l'air humide, plus rapidement que celui de sodium. Il se forme des excroissances d'alumine gélatineuse ressemblant aux serpents de Pharaon obtenus par la combustion du sulfocyanure de mercure nitré.

Aluminium et zinc. Nous avons vu que l'alliage d'aluminium et de zinc pouvait servir de soudure,

son point de fusion étant intermédiaire entre l'aluminium et le zinc.

La facilité avec laquelle le zinc s'unit à l'aluminium a été découverte par un accident de fabrication, par suite de la présence de débris de zinc dans des vases de terre qui avaient servi aux réactions pour produire le métal.

En général ces alliages sont fragiles.

Aluminium et étain. On n'obtient d'alliages homogènes de ces deux métaux que lorsque la proportion d'étain ne dépasse pas 7 à 9 0/0. On a recommandé un alliage de cette teneur et d'une densité de 2,85 seulement pour certaines parties d'instruments d'optique ; il se soude très facilement et il résiste mieux que l'aluminium aux agents qui pourraient attaquer ce métal.

L'aluminium ne s'allie ni au plomb, ni à l'antimoine.

Le *bismuth,* au contraire, donne avec l'aluminium des alliages très fusibles, mais qui s'oxydent rapidement quand on les fond. Cependant, il ne semble guère possible d'obtenir, d'une composition homogène, un alliage ayant plus de 25 de bismuth pour 75 d'aluminium. En réalité, un millième de bismuth rend l'aluminium assez fragile pour qu'on puisse le briser sous le marteau malgré des recuits répétés.

Aluminium et nickel. L'aluminium additionné en très faible proportion au nickel, pendant sa fusion, le rend très malléable par suite de la réduction qu'il fait subir à l'oxyde en dissolution. En proportion notable, le nickel ajouté à l'aluminium lui communique de la dureté, de l'élasticité et une fusibilité plus grande. Ainsi, on peut fondre sur une lame d'aluminium pur, de l'aluminium à 3 0/0 de nickel. C'est au-dessous de cette teneur en nickel qu'il faut se tenir si on veut communiquer à l'aluminium des propriétés avantageuses.

Voici quelques alliages intéressants où le nickel et l'aluminium se rencontrent.

L'*argentan d'aluminium* renferme:

Cuivre	70
Nickel	23
Aluminium	7

Le *minargent* tient:

Cuivre	100
Nickel	70
Antimoine	5
Aluminium	2

Aluminium et argent. L'aluminium renfermant 5 0/0 d'argent possède une grande malléabilité, de l'élasticité et de la dureté. Lorsque la quantité d'argent croît jusqu'à 50 0/0, les alliages obtenus sont plus fusibles que l'aluminium et d'autant plus que la teneur en argent est plus forte. L'alliage à 33 0/0 d'argent peut servir de soudure, on lui a donné le nom de *tiers-argent.* On peut en faire des fourchettes et des cuillers, plus dures que l'argent et que l'on peut graver,

Aluminium et or. L'aluminium peut absorber jusqu'à 10 0/0 d'or sans que sa ductilité en soit affectée. Sa couleur devient alors brune, comme de l'étain légèrement sulfuré. Inversement, 1 0/0 d'aluminium donne de l'or vert et 5 0/0 de l'or blanc, très fragile.

Aluminium et platine. L'aluminium s'allie aisément au platine en donnant des composés plus ou moins fusibles.

Nous terminerons par quelques mots sur l'alliage de *carbone* et d'*aluminium* obtenu au four Cowles et qui est jaune, avec un aspect cristallin. Deville avait, vainement, cherché à combiner le carbone à l'aluminium, notamment par l'action du tétrachlorure de carbone ; cette combinaison est devenue facile, au contraire, par l'action de l'électricité, au point d'en faire une des difficultés de la production de l'aluminium pur par cette méthode.

Le procédé Cowles semble, également, donner naissance à un alliage d'*aluminium* et d'*azote.* — F. G.

ALUN. L'alun, ou sulfate double d'alumine et de potasse, est le type d'un groupe de sels dont les principaux sont les suivants :

Alun potassique,

$$KO,SO^3+Al^2O^3,3SO^3+24HO;$$

Alun sodique,

$$NaO,SO^3+Al^2O^3,3SO^3+24HO;$$

Alun ammonique,

$$AzH^4O,SO^3+Al^2O^3,3SO^3+24HO;$$

Alun ferrique,

$$KO,SO^3+Fe^2O^3,3SO^3+24HO;$$

Alun chromique,

$$KO,SO^3+Cr^2O^3,3SO^3+24HO;$$

Alun manganique,

$$KO,SO^3+Mn^2O^3,3SO^3+24HO.$$

AMALGAMATION ÉLECTRIQUE. Pour faciliter l'extraction de l'or et de l'argent à l'aide de la méthode habituelle de l'amalgamation, on a essayé à plusieurs reprises d'appliquer l'électricité à cette industrie. Voici quelques renseignements sur deux procédés qui ont été essayés avec plus ou moins de succès.

L'appareil de M. Manes se compose de plusieurs cônes disposés inversement les uns au-dessus des autres, de sorte que la base de l'un communique avec le sommet de l'autre. A l'extérieur de ces cônes tournent continuellement des brosses ou des meules en acier et on y fait circuler un courant d'eau et de mercure. Le minerai pulvérisé entre par une trémie à la partie supérieure et les brosses et cônes sont mis en relation avec une source électrique.

D'après l'auteur, on arrive à éviter ainsi les pertes de mercure toujours très notables avec les procédés actuels ; l'amalgamation de l'or serait d'ailleurs beaucoup plus complète et on recueillerait 75 0/0 de la totalité de l'or et du mercure qui traverse l'appareil.

M. Molloy a proposé un autre procédé qui est actuellement exploité dans plusieurs centres de production, comme aux États-Unis, au Transvaal, etc.

Le mercure perd paraît-il assez facilement la

propriété d'amalgamer l'or lorsqu'on l'applique à l'extraction de ce métal. On attribue ce fait à la formation d'une couche d'oxyde sur le mercure, qui l'empêche de se former en bon contact avec l'or. Le mercure est alors perdu, et il y a, par conséquent, une perte de mercure aussi bien que d'or : cette perte peut atteindre 1 à 3 kilogrammes pour le mercure, par tonne de minerai traité et de 40 0/0 pour l'or.

Par le procédé de M. Molloy on arriverait à obtenir 10 0/0 d'or en plus; les frais ne seraient que de 35 centimes environ par tonne de minerai, y compris le prix de l'énergie électrique et la main-d'œuvre.

Le procédé consiste à employer un baquet d'un diamètre d'un mètre et d'une profondeur de 25 millimètres, dont le fond est couvert d'une couche de mercure de 13 millimètres environ. Un vase est placé au centre, de sorte que le mercure ne peut pas y entrer ni le déplacer. Ce vase, qui constitue la principale nouveauté du procédé, contient un cylindre en plomb et une solution de sulfate de soude. Le cylindre en plomb représente l'anode de courant fourni par une petite dynamo. Le mercure forme la cathode.

Le passage du courant fait dégager de l'oxygène à l'anode de plomb et de l'hydrogène à la cathode de mercure. Ce dernier empêche l'oxydation du mercure.

Ce procédé présente encore un avantage dans la manière dont le minerai pulvérisé est mis en contact intime avec le mercure.

Un disque d'un mètre de diamètre flotte sur le mercure dans le baquet, en laissant un canal étroit autour du bord de ce dernier où le mercure est à nu. Au centre de ce disque, il y a un trou pour le passage du vase poreux. Ce trou est pourvu d'un rebord de 5 centimètres de hauteur.

Au moyen d'un mécanisme quelconque on fait tourner lentement le disque flottant sur le mercure, et le minerai pulvérisé passe avec de l'eau entre le vase et le disque jusqu'au mercure, où la force centrifuge l'entraîne vers le disque et la roule vers le mercure, jusqu'à ce qu'il vienne à l'ouverture extérieure entre le disque et le bord de l'auge. Libéré de la pression du disque, le minerai pulvérisé vient flotter au-dessus du mercure, d'où il est enlevé. Comme il a passé pendant dix secondes dans le mercure, il a eu le temps d'abandonner la plus grande partie de l'or qu'il contenait.

Cette machine pèse environ 250 kilogrammes et sa capacité est d'environ 10 tonnes de minerais par jour. — P. H. L.

***AMBLYGONITE.** *T. de minér.* Fluophosphate d'alumine, de lithine et de soude ; il renferme d'après Rammelsburg :

Fluor	8.11
Acide phosphorique	47.15
Alumine	36.62
Lithine	7.03
Soude	3.29
Potasse	0.43
	102.63

Masses cristallisées blanches ou verdâtres d'un éclat vitreux.

Depuis quelques années, l'amblygonite est exploitée comme minerai de lithine. Elle existe en grande quantité dans la Creuse, aux mines de Montebras.

On a breveté plusieurs procédés pour l'extraction de la lithine. Le plus intéressant consiste à chauffer l'amblygonite en poudre, mélangée avec du plâtre (sulfate de chaux) sur la sole d'un four à réverbère. La masse frittée est pulvérisée après refroidissement, puis épuisée par l'eau : la lithine et la soude transformées en sulfates solubles se dissolvent, les autres éléments ont formé avec la chaux du plâtre des composés insolubles.

Ces derniers, très riches en acide phosphorique, ont une valeur comme engrais ; quant à la solution des sulfates, on la traite à l'ébullition par le carbonate de soude qui précipite la lithine à l'état de carbonate. Celui-ci, lavé à l'eau bouillante, pour enlever les sels de soude, sert à la préparation de tous les sels de lithine dont plusieurs sont utilisés : benzoate, salicylate, chlorure, sulfate, etc. — V. Lithium.

Un inconvénient de ce procédé est d'avoir à pulvériser et à épuiser par l'eau une masse énorme de matière pour extraire quelques kilogrammes de sulfate de lithine. Cependant il est appliqué et donne de bons résultats.

L'amblygonite traitée par la soude en fusion est vivement attaquée; si on traite par l'eau la masse refroidie, il reste un résidu insoluble de phosphate de lithine presque pur. Le fluor, l'acide phosphorique, et l'alumine sont à l'état de sels de soude solubles.

Sachant que d'atre part le phosphate de lithine chauffé avec du sulfate de chaux au sein de l'eau donne du phosphate de chaux insoluble et du sulfate de lithine soluble, on pourrait peut-être baser sur ces réactions un procédé industriel sérieux. — A. D

***AMÉRIQUE.** Dans sa première édition le *Dictionnaire*, dont le plan ne comportait en ce qui concerne les pays étrangers, qu'une revue spéciale des diverses expositions réunies au Champ-de-Mars en 1878, avait simplement donné sous la rubrique *Amérique centrale et méridionale*, un aperçu des efforts et des progrès dont témoignait le groupe collectif formé par un certain nombre de Républiques du nouveau monde. Quant à l'*Amérique du Nord*, elle était représentée, par une notice distincte, *mais également assez sommaire, consacrée* aux *Etats-Unis*.

La publication du *Supplément*, nous ayant conduit à élargir le cadre primitivement adopté en ces matières, et nous permettant de donner un caractère plus général à nos études sur la situation industrielle et commerciale des différents peuples du globe, nous aurons ainsi l'occasion de parcourir, successivement, chacun des Etats qui se partagent aujourd'hui le territoire de ce vaste continent américain où se sont accomplies depuis quelques années des transformations à la fois décisives pour son propre avenir, et si importantes par l'influence qu'elles semblent dès à présent appelées à exercer sur les destinées mêmes du vieux monde.

C'est de notre siècle, dont la fin verra la célébration du troisième centenaire de la découverte de l'Amérique, que date à proprement parler l'entrée de cette dernière,

avec un rôle distinct, dans l'histoire politique et économique de l'humanité.

Jusqu'au dernier tiers du XVIIIe siècle, elle était demeurée en réalité une simple extension politique de l'Europe, dont les diverses puissances maritimes n'ont cessé de s'y disputer la suprématie que le jour où leurs co-

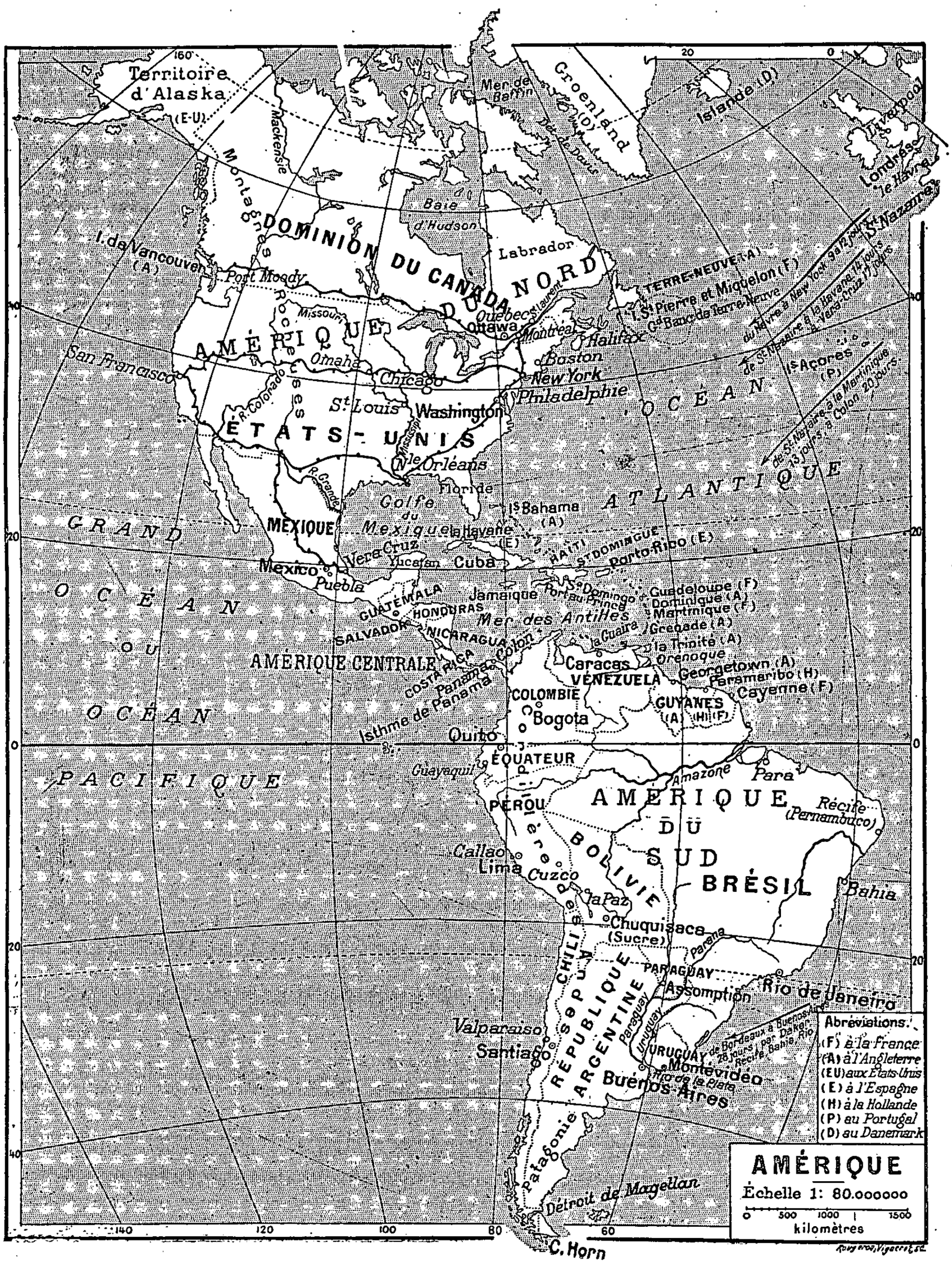


Fig. 61.

lonies commencèrent à se détacher d'elles. Le mouvement d'émancipation, dont le signal fut donné le 4 juillet 1776 par la proclamation de l'Indépendance des Etats-Unis ne devait être définitivement achevé qu'en 1824 par l'affranchissement des dernières provinces du continent américain restées soumises à la domination espagnole. A part l'Angleterre encore en possession aujourd'hui, nominalement du moins, d'un domaine considérable dans

le Nord, les premiers occupants ne conservaient plus que des vestiges épars de leurs anciennes conquêtes.

Mais s'il est vrai que la plupart des attaches politiques sont désormais rompues entre les deux continents, des liens d'une autre nature se sont formés, qui unissent dans une solidarité de plus en plus étroite aux vieilles sociétés d'Europe, les jeunes Etats émanés d'elle.

Lorsqu'après une cinquantaine d'années d'agitation, de conflits, de tâtonnements, la période de transition qui devait coordonner les résultats de l'immense révolution dirigée contre les métropoles, eût abouti au classement des forces, des intérêts, des droits ainsi entrés dans l'équilibre des puissances. quand les frontières ont été reconnues et tracees, l'organisation sociale assise sur des institutions librement consenties, à mesure en un mot que la paix en dehors et la stabilité en dedans se trouvèrent mieux assurées, chacun des nouveaux peuples commença à recueillir les fruits de ses efforts, en tournant son activité vers la mise en valeur des richesses qui lui étaient échues en partage. Sans doute l'heure décisive qui marque pour chacun d'eux le point de départ de cette suprême étape n'a pas été la même, et tous ne sont pas encore à l'heure qu'il est également avancés dans cette évolution féconde. Mais on peut dire que dès à présent tous s'y sont résolument engagés et que depuis une vingtaine d'années, l'Amérique entière a travaillé avec une ardeur vraiment prodigieuse au développement de sa production et à l'exploitation d'incalculables ressources.

Bien qu'une partie relativement faible de cet immense continent, qui mesure près de 40,000 kilomètres carrés, ait été jusqu'à présent livrée à la culture, déjà la production agricole de l'Amérique contribue dans une mesure considérable à l'alimentation de l'ancien monde et fait à l'agriculture européenne une concurrence dont les effets ont donné lieu dans ces derniers temps à des appréciations très diverses, mais dont l'importance ne peut incontestablement que s'accentuer de jour en jour. C'est également à l'agriculture et à l'élevage américains que plusieurs grandes industries européennes, notamment les industries textiles, empruntent une grande partie des matières premières qu'elles emploient.

A côté de sa production agricole, si loin encore de son complet développement, l'Amérique possède des richesses minérales de tout ordre dont la plupart sont encore à peine exploitées faute de bras et de moyens suffisants de transports. Les bras, l'Europe les lui fournit peu à peu par l'émigration sans cesse croissante qu'un double courant porte à la fois vers le Nord et vers le Sud; quant aux moyens de communication, routes, chemins de fer, la plupart des Etats font, pour les créer, aux capitaux européens des appels le plus souvent couronnés de succès.

Mais dans cette prodigieuse marche en avant, tous les Etats de l'Amérique ne sont pas arrivés au même point. La plupart d'entre eux n'ont encore franchi que les premières étapes; et si l'on excepte les Etats-Unis, aucun d'eux n'en est encore à la production manufacturière. Ils offrent et ils offriront longtemps encore aux industries de l'Europe une clientèle importante. La France en particulier trouve, notamment dans l'Amérique du Sud et dans l'Amérique centrale, de nombreux et utiles débouchés pour ses produits manufacturés. Aussi la tentative que poursuivent en ce moment les Etats-Unis en vue de constituer une sorte de Zollwerein américain nous intéresse-t-elle d'une façon toute particulière.

C'est le 3 octobre dernier que se sont réunis en congrès à Washington les représentants des divers Etats du Sud et du Centre Amérique. Après avoir élu président M. Blaine chef du cabinet des Etats-Unis, le congrès s'est ajourné au 18 novembre pour la discussion des questions qui composent son programme. Ce programme, assez étendu, contient notamment les articles suivants : Mesures en vue de la formation d'une union douanière américaine grâce à laquelle le commerce des nations américaines entre elles sera, autant que possible, encouragé. Etablissement de communications régulières et fréquentes entre les ports de chacun d'eux. Unification des règlements de douane. Adoption d'un système uniforme de poids et mesures et de lois pour la protection des brevets et des marques de fabrique.

Le but que poursuivent les Etats-Unis mettant en pratique la fameuse doctrine de Monroë, « L'Amérique aux Américains, » n'est pas difficile à saisir : Il s'agit d'exclure les produits européens des marchés américains, pour réserver ces marchés à l'industrie des Etats-Unis. Pour se rendre compte du bénéfice que les Etats-Unis retireraient de ce monopole, il suffit de rappeler qu'en 1887, le commerce extérieur des Etats de l'Amérique méridionale et centrale s'élevait à 4,375,000,000 de francs dont 2,665.000,000 à l'exportation et 1,710,000,000 à l'importation et que les Etats-Unis n'ont participé que pour environ 11 0/0 à cet énorme mouvement d'affaires.

Si l'on sait ce que les Etats-Unis ont à gagner à l'union douanière américaine, on ne voit pas bien quel bénéfice les autres Etats en retireraient. Ils pourraient, au contraire, risquer d'y perdre les capitaux et les bras que leur fournit actuellement l'Europe, et que les Etats-Unis ne sont pas en mesure de remplacer.

Les représentants des Républiques de l'Amérique du Sud et du Centre semblent l'avoir compris et il est dès à présent certain que, cette fois du moins, la tentative des Etats-Unis n'aboutira pas. A cet essai d'association sur le terrain économique les Républiques du Centre viennent d'ailleurs de répondre par une union douanière défensive.

Quoi qu'il en soit, le projet présenté au congrès de Washington par les Etats-Unis n'en reste pas moins comme une affirmation de leur politique et de leurs desseins, comme un but qu'ils chercheront à atteindre, comme un effort vers une œuvre menaçante pour les intérêts européens dans le nouveau monde. — L. B.

AMIANTE. Quelques personnes ont cherché à établir une distinction entre l'*amiante* et l'*asbeste*; pour elles, l'amiante serait le minéral, dont les fibres seraient flexibles, tandis que l'asbeste serait une matière de même composition chimique, mais de fibres plus courtes, rigides et cassantes.

Le mot *amiante* semble avoir prévalu et il désigne actuellement, au point de vue industriel, toute matière minérale infusible dans les conditions de chauffage ordinaire et qui peut, soit se feutrer, soit se tisser, etc. L'amiante ou asbeste, comme l'indique son étymologie grecque, jouit de la propriété de ne pouvoir se consumer (*α-σβεστος*, non consumé) ou de ne pouvoir être attaquée par le feu (*α-μιαντος*, non souillé). Les anciens s'en servaient pour faire des mèches de lampe inusables et des tissus dont ils enveloppaient leurs morts, pendant leur crémation, pour en recueillir la totalité des cendres. De nos jours, l'amiante a trouvé plusieurs emplois dont nous parlerons plus loin.

L'*amiante* ou *asbeste* est essentiellement une variété d'amphibole, que l'on rencontre dans des roches cristallines anciennes et aussi dans certains calcaires ou dans des serpentines. On en trouve aussi en association avec du minerai de fer.

Chimiquement, l'amiante ou asbeste est un silicate de magnésie et de chaux avec protoxyde de fer.

$$CaO,SiO^2+3MgOSiO^2$$

le fer s'introduisant par substitution isomorphique et pouvant être complètement absent.

En général, l'amiante ou asbeste est en fibres longues et soyeuses, dirigées *dans le sens de la stratification* de la couche ou de la direction du plan où on rencontre ce minéral. Ces fibres peuvent être plus ou moins développées et même être complètement absentes.

Un exemple ou deux d'analyse d'amiante en montrera la composition chimique :

	Amiante du Tyrol	Amiante du St-Gothard
Silice	57.50	61.51
Magnésie	23.09	30.93
Chaux	13.42	3.70
Protoxyde de fer	3.88	0.12
Protoxyde de manganèse	traces	trace
Alumine	—	0.83
Eau	2.36	2.84
	100.00	100.00

Il est une autre sorte d'amiante, dite *amiante du Canada*, dont nous allons dire quelques mots maintenant et qui est une espèce minéralogique toute différente. Elle ne s'est introduite dans l'industrie que depuis moins de dix ans; elle est peu connue en France.

Nous avons vu que l'amiante des anciens est un silicate de magnésie et de chaux, l'amiante du Canada est une *serpentine*, c'est-à-dire un *silicate de magnésie hydraté*, ce qui est tout différent. L'amiante ordinaire a une sorte de clivage dans le sens de la stratification, l'amiante du Canada se réduit en fibres soyeuses, *perpendiculairement à la direction de l'assise*. On voit que ces deux substances n'ont de commun que leur facilité à donner des filaments, elles n'ont pas la même composition chimique. Cette dernière est ce qu'on appelle une *chrysotile*.

	Chrysotile d'Australie	Chrysotile du Canada
Silice	55.19	44.05
Magnésie	31.58	39.24
Protoxyde de fer	1.70	2.53
Alumine	1.40	—
Eau	10.62	13.49
	100.49	99.31

L'amiante ou chrysotile du Canada se rencontre en morceaux de quelques centimètres d'épaisseur, en couche horizontale. La couleur en est vert foncé et les fibres deviennent blanches par le clivage. C'est la matière qui se prête le mieux au filage, grâce à la résistance de ses fibres.

Au point de vue industriel, le travail des différentes sortes d'amiante est difficile; leur fibre n'a pas d'élasticité, elle adhère facilement aux outils qui la travaillent; leur longueur n'est pas déterminée. On comprend donc qu'il a fallu de coûteux tâtonnements et un outillage spécial pour en tirer parti.

Parmi les principaux usages de l'amiante, qui a la précieuse qualité de résister au feu intense, il faut mentionner les rideaux et les décors de théâtres, en toile et papier d'amiante, rendus incombustibles; des expériences concluantes ont été faites à ce sujet sur de petits modèles ; comment se comporterait l'amiante dans un grand sinistre, alors que la température atteint un degré bien supérieur à celui de ces petits incendies d'expérimentation? C'est ce qu'il est difficile de prévoir ; on pourrait toujours essayer ce produit, sans négliger aucune des mesures préservatrices qui doivent garantir la sécurité des spectateurs.

En rouleaux de papier comprimés, l'amiante sert dans les usines de produits chimiques ou dans les ateliers de teinture, pour les bains à réaction acide. C'est un excellent buvard.

On l'utilise sous forme de carton sans colle en plaques calorifuges ou comme joints de vapeur. L'usine de Rochefort-sur-Mayenne prépare un carton spécial à fibres longues pour cataplasmes qui, instantanément dans l'eau tiède, se gonflent à leur maximum d'épaisseur, environ sept fois leur volume primitif. Les essais faits pour les pansements humides (l'amiante sèche très difficilement) ont donné d'excellents résultats.

En fibres, l'amiante sert à obtenir l'obturation hermétique des cornues et des vases dans lesquels on traite les acides; il sert aussi à les filtrer.

Mélangé avec le silicate de soude, il offre plusieurs applications, l'une d'elles a été signalée à l'Académie de médecine par M. le docteur Accolas, chirurgien-major du 124e de ligne, qui a employé avec le plus grand succès une charpie obtenue par l'usine de Rochefort-sur-Mayenne; les facultés d'absorption de cette ouate et son extrême finesse lui donnent les propriétés de la toile d'araignée pour l'arrêt des hémorrhagies; elle dessèche les plaies purulentes et se prête très bien aux traitements antiseptiques.

En fils simples ou retors, on en fait des mèches de lampe à alcool ou à pétrole, des garnitures pour robinets et petits tuyaux; on l'emploie en corde tressée pour presse-étoupes ; et, en corde câblée, l'amiante est appelé à un grand avenir pour tous usages extérieurs : cordes d'attache, de tente, de bateaux, de filets, traits pour chevaux, etc. Cette corde a l'avantage de ne point pourrir, de conserver toute sa souplesse et toute sa force à l'eau. L'usage ne s'en est pas encore répandu, mais il y a, dans cette direction, un champ d'exploitation très vaste.

Nous avons dit que la toile d'amiante est utilisée pour le matériel scénique des théâtres, mais on l'emploie encore pour couvertures de chaudières, de coffres-forts, tabliers de feu ou de laboratoire, gants, filtres, linceuls pour la crémation. Les progrès dans cette fabrication dépendent de la filature qui cherche à obtenir des toiles légères; jusqu'ici les moins lourdes pèsent 1,000 à 1,100 grammes le mètre carré.

Enfin l'amiante est encore employé en poudre pour filtrer et pour la confection de peintures ignifuges.

Lorsque l'industrie aura triomphé des difficultés de fabrication, ce produit prendra une place considérable dans les divers emplois que nous venons d'énumérer; il est possible même que la matière devienne insuffisante le jour où l'amiante s'imposera à la consommation par ses nombreuses qualités.

AMIDON (FABRICATION DE L'). Depuis la publication du premier volume de notre *Dictionnaire*, de notables progrès ont été faits dans la fabrication de l'amidon; nous allons les résumer. Nous ne reviendrons pas sur l'amidon de blé dont la fabrication suffisamment décrite a peu varié, et nous allons examiner successivement l'amidon de riz et celui extrait du maïs.

Amidon de riz. L'amidon de riz s'extrait généralement des brisures provenant du décorticage du riz pour deux raisons principales : la première, c'est que les brisures (ou grains de riz cassés) se vendent meilleur marché que le riz entier et sont débarrassées de l'écorce pailleuse du grain; la seconde, c'est que les riz entiers qui ne sont pas importés directement des pays hors d'Europe sont soumis, en France, à un droit de douane.

Le riz provient ordinairement des Indes, de la Cochinchine, des îles de la Sonde, etc.

Quant aux brisures, elles sont achetées généralement sur les places de Londres, Anvers, Brême, Bordeaux, etc.

Les principales opérations que subissent le grain de riz ou les brisures pour en extraire l'amidon sont les suivantes : le trempage, la mouture, l'épuration et la décantation, le tamisage et le lavage, l'égouttage et la mise en pains, et le séchage.

Le trempage du grain se fait dans des bacs en tôle ou en bois avec de l'eau additionnée de soude caustique pendant vingt-quatre heures environ.

Le grain égoutté, après un lavage à l'eau pure, est envoyé sous des meules ordinaires comme celles des moulins avec une certaine quantité d'eau; le lait d'amidon mélangé de toutes les impuretés du grain est ensuite envoyé dans des cuves munies d'agitateurs.

C'est dans ces cuves que s'opère l'épuration ou macération et la décantation.

Pour cela, on ajoute une dissolution de soude caustique étendue et on met les agitateurs en mouvement; après un certain temps, on arrête les agitateurs et il se fait une séparation, les parties grasses remontent à la surface, les parties lourdes (pellicules, son, etc.), se déposent au fond tandis que l'amidon reste en suspension dans le liquide avec la plus grande partie du gluten dissous par la soude.

C'est à ce moment qu'on opère la décantation de cette partie médiane contenant la presque totalité de l'amidon.

On répète deux ou trois fois cette opération avec de l'eau pure pour bien laver les résidus et en retirer tout l'amidon.

Toutes les eaux de décantation sont réunies ensemble, passées dans des tamis de soie pour retenir les impuretés échappées à la décantation, et envoyées dans de grands bassins ou cuves de lavage, où elles sont soumises à un repos suffisant pour permettre à l'amidon de se déposer.

On décante alors l'eau alcaline qui ne retient plus que des matières grasses et du gluten en dissolution.

Puis on procède à deux ou trois lavages de l'amidon avec de l'eau pure, et on le délaye une dernière fois en un lait épais pour le couler dans des formes à claire-voie garnies de linge ou l'égouttage se fait soit par secousses, soit par aspiration au moyen d'une pompe.

On retire les briques d'amidon ainsi moulées des formes et on les découpe en pains cubiques. Ces pains sont d'abord débarrassés d'une partie de leur humidité sur des plaques absorbantes de plâtre ou de craie placées dans une étuve chauffée. Au bout de vingt-quatre heures on les introduit dans une autre étuve, chauffée environ à 50° où ils restent le même temps.

Leur surface devient alors jaune et rugueuse, on l'enlève avec un outil tranchant, c'est ce qu'on appelle l'*écrêpage* dont le déchet est repassé dans le travail.

Les pains ainsi écrêpés sont alors enveloppés de papier et ficelés, puis mis dans une dernière étuve moins chauffée où la terminaison du séchage doit être très lente afin que l'amidon se forme en aiguilles. La durée de ce dernier séchage varie de quinze jours à trois semaines.

Quand les pains sont terminés, on les sort pour les laisser refroidir et reprendre un peu d'humidité jusqu'à ce qu'ils en renferment 11 ou 12 0/0 environ. Il ne reste plus qu'à faire l'étiquetage et l'emballage.

Résidus. Les résidus lourds venant de la décantation sont égouttés, pressés, mis en tourteaux et séchés pour être vendus comme engrais destiné au bétail.

Quant aux eaux alcalines décantées, on peut en retirer le gluten dissous en le précipitant par l'acide sulfurique et saturant ensuite ce dernier par la chaux. Ce gluten est très bon pour l'engraissement des porcs; mais ce travail est assez coûteux et on laisse généralement perdre ces eaux glutinées.

Rendement. On estime en moyenne le rendement du riz en grain ou brisures à 72 0/0 d'amidon sec, et 12 0/0 de tourteaux secs; le reste étant perdu dans les eaux de lavage ou de décantation.

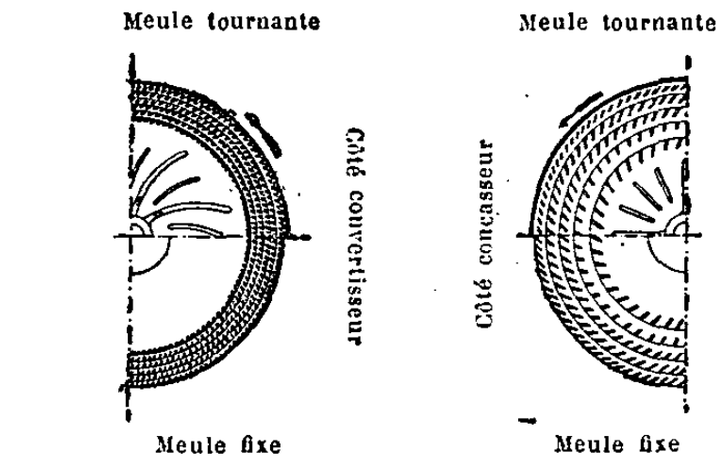
Nous devons faire remarquer que pour l'épuration et l'égouttage de l'amidon, on emploie aussi dans certaines usines des appareils centrifuges ou turbines dont le panier est à parois pleines.

L'amidon étant introduit dans l'appareil en lait épais plus ou moins pur, par le fait de la force centrifuge développée par la rotation, il se dépose d'abord sur les parois verticales du panier, les impuretés lourdes, ensuite une couche d'amidon pur et enfin, au centre, restent les eaux grasses.

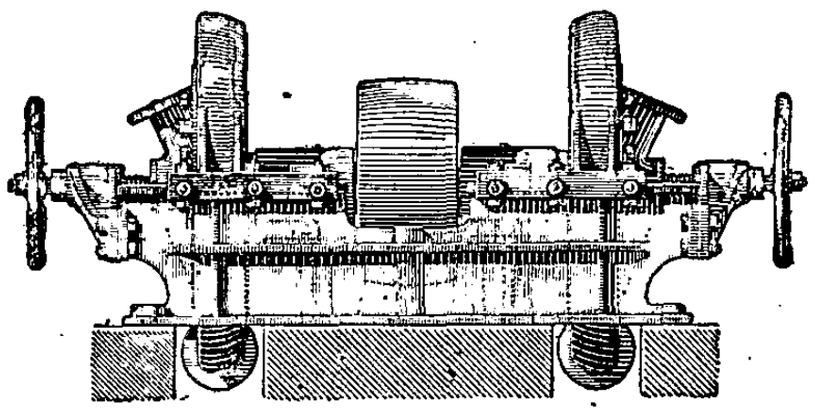
On retire ces dernières après arrêt de la turbine par un orifice de fond *ad hoc*, puis on enlève l'amidon par morceaux réguliers dont on gratte les

faces qui touchaient le panier et la couche liquide; on a ainsi des pains d'amidon très pur.

Amidon de maïs. Le traitement du maïs pour en extraire l'amidon ressemble par beaucoup de points au traitement du riz; les différences que nous allons signaler viennent surtout de la nature du grain qui contient beaucoup plus d'huiles et de matières grasses et qui donne trois fois environ



Elévation



Vue en plan.

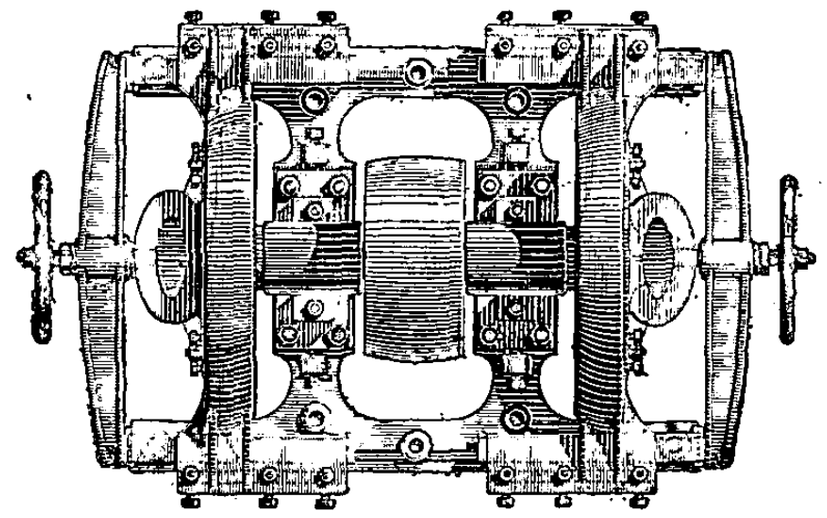


Fig. 62 à 65. — *Moulin français, système E. Guillaume,*

plus de résidus que le riz. D'abord la trempe se fait pendant un temps beaucoup plus long (de cinq à huit jours) et avec une eau tiède pure ou additionnée d'un autre agent chimique (acide sulfureux ou bisulfites) dont le rôle est surtout de rendre le grain ramolli facile à blanchir et à épurer. La mouture se fait également avec des meules ordinaires en pierre meulière; cependant nous devons signaler un appareil spécial dit *moulin français*, imaginé par un ingénieur, M. Guillaume, et dont nous donnons le dessin. Cet appareil composé de deux paires de meules métalliques, formées de lames d'acier intercalées dans la fonte en fusion, dans lesquelles la mouture suit une marche normale, du centre vers la circonférence, pour chaque paire de meules. Ces deux paires de meules sont montées sur un même arbre et sur le même bâti, la commande se fait par une seule courroie et les pressions exercées sur les paliers par la mouture se neutralisent (fig. 62 à 65).

Cet appareil permet en outre de séparer les sons et les germes huileux par un premier tamisage après le passage du maïs dans la première paire de meules, et de ne renvoyer à la deuxième paire de meules que les parties de l'amande farineuse, ainsi débarrassées, pour être moulues avec la plus grande finesse.

La mouture se fait sous un filet d'eau et la force employée paraît moindre pour le moulin français que pour tout autre système.

Les tamisages ont ici une grande importance à cause de la quantité de résidus, on les opère dans des tamis rotatifs, avec injection d'eau à l'intérieur.

Le lait d'amidon bien tamisé, mais contenant une très forte proportion de gluten et de matières grasses, peut être traité de deux façons, soit comme le riz, dans des cuves à agitateurs avec addition d'eau alcaline pour dissoudre le gluten, soit écoulé directement sur des plans de dépôt plus ou moins longs. Dans ce dernier cas, l'amidon se dépose, encore impur, au fond de ces plans, tandis que le gluten et les matières grasses plus légères roulent à la surface et se rendent dans les citernes à résidus.

Quel que soit le mode adopté, l'amidon décanté ou pris sur les plans de premier dépôt est de nouveau lavé dans d'autres cuves à agitateurs puis finalement envoyé sur d'autres plans où l'épuration se termine. Lorsque l'amidon de maïs est destiné à être mis en pains, la suite du travail est la même que pour l'amidon de riz.

Mais on vend aussi l'amidon de maïs sous forme pulvérulente, comme la fécule de pomme de terre et on l'appelle alors soit *amidon en grains* (par analogie), soit *amidine*.

Dans ce cas, il suffit de prendre l'amidon sur les plans de deuxième dépôt, de l'essorer par secousses, ou sur des aires en plâtres, de briser les mottes et de sécher l'amidon sur des séchoirs analogues à ceux employés dans les féculeries; le séchage est terminé en quelques heures et on obtient un amidon en grains contenant 15 à 16° d'humidité et qui s'expédie généralement en sacs de 100 kilogrammes.

L'amidon de maïs s'emploie presque toujours sous forme d'empois à chaud dans les apprêts, tandis que l'amidon de riz peut s'employer à froid et donne alors un glaçage plus parfait sur le linge.

Les autres emplois de l'amidon de maïs sont la fabrication des glucoses, des dextrines, des gommelines, de certains apprêts spéciaux, etc.

Rendement. Le rendement du maïs en amidon sec varie entre 45 et 50 0/0, suivant la nature du grain employé et les soins apportés à la fabrication.

La production a beaucoup augmenté depuis quelques années et a permis, à cause de son bas prix de revient relatif, à beaucoup d'industriels de lutter contre l'invasion des amidons étrangers, mais il est évident que si l'on frappe d'un droit de

douane sans réserve le maïs qui nous est fourni principalement par l'Amérique et les provinces de la mer Noire, il sera de toute nécessité de frapper d'une surtaxe correspondante les produits fabriqués succédanés (amidons et fécules) qui nous sont importés d'Allemagne, de Hollande et de Belgique, sous peine de voir succomber notre industrie d'amidons (y compris les riz) sous une recrudescence fatale d'importation des produits étrangers.

Reste à savoir si la nature de nos engagements internationaux nous le permet?

AMMONIAQUE ET SELS AMMONIACAUX. L'extraction de l'*ammoniaque liquide (alcali volatil)*, du *sulfate* et du *chlorhydrate* d'ammoniaque, qui sont les sels ammoniacaux les plus employés dans l'industrie et l'agriculture, a déjà été l'objet d'une étude spéciale dans le premier volume de ce *Dictionnaire*.

L'appareil de Figuera pour le traitement des eaux vannes, celui de Mallet pour les eaux de condensation des usines à gaz, qui ont été décrits dans cette première partie du *Dictionnaire*, peuvent être considérés comme les types primitifs et pour ainsi dire classiques, des nombreux appareils qui ont été appliqués après eux pour le traitement des eaux ammoniacales.

Nous allons passer en revue aujourd'hui les progrès les plus récents réalisés dans cette industrie, et nous étudierons successivement les principaux appareils employés pour traiter les eaux de condensation des usines à gaz et les eaux vannes; pour ces dernières nous nous bornerons à signaler les appareils qui nous paraissent les plus simples et les plus pratiques, celui de M. Lair, qui fonctionne à la voirie de Bondy, près Paris et celui de M. P. Mallet.

Les appareils employés pour distiller les eaux ammoniacales se divisent en deux catégories :

1° Appareils à travail intermittent;

2° Appareils à travail continu.

Les premiers sont généralement employés dans les cas où l'on n'a que de faibles quantités d'eaux ammoniacales à traiter; mais quand il s'agit de distiller journellement de grandes quantités, on a recours aux appareils continus, qui sont presque tous basés sur le principe des *colonnes distillatoires* employées d'ailleurs pour d'autres produits industriels.

APPAREILS A TRAVAIL INTERMITTENT. A cette première catégorie appartient l'appareil Mallet, dont une description a été donnée dans le premier volume de ce *Dictionnaire*. Cet appareil est un des plus anciens qui aient été appliqués au traitement des eaux ammoniacales; il date de 1841 et est encore employé dans un certain nombre d'usines à gaz françaises, notamment dans celles de la Compagnie Parisienne. Nous ne reviendrons pas ici sur ses dispositions et son fonctionnement qui sont déjà connus de nos lecteurs.

Avant de passer à l'examen des autres dispositions, nous dirons quelques mots de procédés qui ont été employés dans certains cas pour traiter *à froid* et sans appareil spécial les eaux ammoniacales. Tels sont les procédés Hennebutte, G. Jouanne, etc... Ce dernier consistait à faire réagir directement sur l'eau ammoniacale, dans une simple cuve en bois, une proportion de sulfate de fer calculée de manière à obtenir la décomposition complète des sels ammoniacaux et leur transformation immédiate en *sulfate d'ammoniaque*. Le mélange, agité avec une pelle de bois pendant quelque temps, laissait déposer par le repos une sorte de bouillie noirâtre qui contenait une certaine quantité d'oxyde, de sulfure et de carbonate de fer; le liquide clarifié qui se trouvait au-dessus de ce dépôt, s'enlevant facilement par décantation, et au besoin par filtration, constituait une dissolution de sulfate d'ammoniaque qu'il suffisait d'évaporer dans un bac en tôle doublé de plomb pour recueillir le sel à l'état cristallin. L'avantage particulier de ce procédé pour les usines à gaz serait l'emploi du résidu comme matière épurante, après l'avoir séché en l'exposant à l'air et le mélangeant à une certaine quantité de sciure de bois. Mais d'un autre côté, la masse de liquide à évaporer rend l'opération longue et seulement possible dans le cas où on peut obtenir cette évaporation gratuitement par la chaleur perdue des fours de l'usine.

Examinons maintenant les principaux *appareils intermittents* basés sur l'emploi de chaudières pour effectuer la distillation des eaux ammoniacales.

Comme celui de Mallet, l'appareil inventé par Grüneberg, en Allemagne, est également un des plus anciens qui aient été mis en pratique; il est composé de trois chaudières étagées, reliées entre elles par des tuyaux de communication. La chaudière supérieure reçoit une charge d'eau ammoniacale fraîche, tandis que la seconde reçoit l'eau qui a été débarrassée d'une partie de son ammoniaque dans la première; et après en avoir encore perdu une autre partie, cette eau arrive dans la chaudière inférieure où elle est mise en contact avec une quantité convenable de chaux vive pour opérer la décomposition des sels fixes et en faire dégager les dernières portions d'ammoniaque. Au lieu d'employer trois chaudières étagées, quelques inventeurs ont eu l'idée de faire une chaudière verticale *à trois ou quatre compartiments superposés*, dans lesquels l'eau ammoniacale passe successivement, en commençant par le plus élevé pour finir par le plus bas. A ce type se rattachent l'appareil de J. Gareis, employé à Deuts, près Cologne, et celui de Grüneberg et Blum, également employé en Allemagne.

Un autre genre d'appareil à chaudières étagées a été créé en France par M. Chevalet, qui l'applique avantageusement au traitement des eaux ammoniacales dans les petites usines à gaz.

Nous signalerons encore, pour clore cette série d'appareils à fonctionnement intermittent, celui de l'Association française pour la fabrication des produits ammoniacaux. Il se compose d'un récipient désigné sous le nom d'*avant-chauffeur*, destiné à échauffer préalablement l'eau ammoniacale qui est ensuite amenée dans une cornue horizontale en fonte, où s'opère la distillation; l'eau qui a perdu les sels volatils est ensuite sou-

mise à l'action de la chaux qui achève la décomposition des sels fixes. Les vapeurs ammoniacales dégagées pendant la distillation, avant de se rendre au bac à acide, passent dans l'avant-chauffeur et entretiennent ainsi la température de l'eau ammoniacale à un degré convenable, au fur et à mesure de son arrivée dans l'appareil.

Les défauts inhérents aux divers appareils à fonctionnement intermittent sont :

1° L'irrégularité du dégagement de l'ammoniaque, très vif au début de l'opération, et se ralentissant progressivement, avec une difficulté qui va en croissant jusqu'à la fin de l'opération;

2° La nécessité de maintenir en ébullition une grande masse d'eau presque épuisée, exigeant une dépense de combustible qui n'est pas en rapport avec le résultat obtenu;

3° La perte d'une certaine portion d'ammoniaque, puisqu'on arrête généralement l'opération quand les eaux contiennent encore de 0,10 à 0,06 0/0 d'ammoniaque ;

4° La difficulté d'obtenir un mélange intime de l'eau ammoniacale avec la chaux destinée à compléter la décomposition ;

5° La difficulté d'arrêter la distillation quand il survient un accident quelconque dans le cours de l'opération.

Le meilleur mode de chauffage à employer est l'action directe d'un courant de vapeur. Des expériences faites à ce sujet ont donné les résultats suivants :

Modes de chauffage	Durée de la distillation	0/0 d'Az H³ du rendement théorique
Chauffage à feu direct	22 heures	90
Chauffage par vapeur avec serpentin..	18 —	92
Chauffage par vapeur directe.	14 —	98.5

Appareils a fonctionnement continu. Tous les appareils de cette catégorie dérivent de la *colonne distillatoire* inventée par M. Savalle pour la distillation continue des alcools et autres liquides. La colonne se compose d'une série d'éléments superposés, communiquant l'un avec l'autre au moyen d'une *tubulure centrale* par laquelle se dégagent les matières volatiles, et de *tubes de niveau* par lesquels le liquide descend du premier au dernier compartiment, tandis que la vapeur, arrivant par le bas de l'appareil, chemine en sens inverse du liquide à distiller et s'élève successivement du compartiment inférieur au compartiment supérieur avec les produits volatilisés qu'elle entraîne. La régularité et la continuité du dégagement constituent donc le principal mérite des appareils à colonne, et en rendent l'usage aussi avantageux qu'économique, surtout quand il s'agit de traiter de grandes quantités d'eaux ammoniacales.

Voici les frais de fabrication constatés avec un appareil à colonne (système Feldmann, dont nous parlerons plus loin) pour *100 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque* produit.

82,6 kilogr. d'acide sulfurique à 66° B. . . .	8.13
3 boisseaux de coke.	1.15
Main-d'œuvre	0.99
Chaux.	0.40
Frais divers (pelles, balais, éclairage, etc.).	0.40
Amortissement et intérêts.	2.51
Soit par 100 kilogrammes. . . . . Fr.	13.60

Parmi les divers types d'appareils à distillation continue employés jusqu'à ce jour, nous citerons seulement quelques-uns de ceux qui nous paraissent devoir être particulièrement signalés, notamment :

1° L'appareil employé à l'usine à gaz de Beckton, à Londres. Il comprend d'abord un cylindre vertical muni d'un grand nombre de tubes dans lesquels l'eau ammoniacale circule de bas en haut, tandis que les gaz chauds non absorbés par les saturations circulent de haut en bas autour de ces tubes. L'eau ainsi réchauffée est conduite alors dans un second cylindre, plus élevé, rempli de coke ou de graphite des cornues, pour diviser le courant d'eau qui descend de haut en bas, tandis qu'un courant de vapeur circulant de bas en haut entraîne avec lui les sels volatils qui se dégagent; de là l'eau débarrassée de la plus grande partie de son ammoniaque arrive dans une chaudière horizontale où elle est soumise à l'action de la chaux vive qui complète la décomposition des sels fixes.

2° L'*appareil de Solvay* : celui-ci se distingue par son originalité; le principe de la colonne distillatoire est remplacé par l'emploi d'une chaudière horizontale divisée en une série de compartiments à cloisons verticales, dans lesquels les vapeurs circulent successivement. Il est principalement employé pour la concentration des eaux ammoniacales et permet de les amener jusqu'à 15° Baumé.

Nous emprunterons la description de cet appareil, ainsi que de ceux qui vont suivre, à un excellent ouvrage publié récemment à Strasbourg sous le titre de *Traitement des eaux ammoniacales et des matières épurantes épuisées*, par M. Weill-Gœtz, directeur de l'usine à gaz de Strasbourg, et M. F. Desor, ingénieur-chimiste. Ce traité est le plus complet et le plus pratique qui ait été écrit jusqu'à ce jour sur l'industrie intéressante des produits ammoniacaux.

L'appareil Solvay, dont la figure 66 représente l'ensemble, vu en coupe longitudinale, se compose d'une chaudière horizontale A, divisée en un certain nombre de compartiments B, B_1, B_2, etc., par des cloisons verticales C. Dans chaque compartiment se trouve un vase en fonte, E, en forme de gobelet, communiquant par un ajutage avec le compartiment suivant, de sorte que le liquide puisse passer de l'un des compartiments dans le vase E du compartiment suivant. Les vapeurs dégagées dans chaque compartiment, arrivent dans le compartiment suivant par l'intermédiaire des vases E et des tubes plongeurs T. L'appareil est chauffé à feu direct par le foyer F. Le fonctionnement se fait comme suit : l'eau ammoniacale, arrivant du réservoir K, passe d'abord par un petit récipient G dans lequel un flotteur

règle son écoulement. Supposons tous les compartiments de la chaudière A remplis jusqu'au niveau O ; si dans l'un de ces compartiments, soit B_2 par exemple, il y a dégagement de vapeurs, ces vapeurs s'échapperont par T, et projetteront le liquide au dehors du vase E_1 en l'envoyant dans E_2. Le liquide circule donc d'un compartiment à celui qui le suit dans la direction de la flamme sortant du foyer, tandis que les vapeurs circulent en sens inverse en épuisant le liquide jusqu'à ce qu'il vienne s'écouler par la conduite de sortie V. Les vapeurs, après être arrivées dans le dernier élément de la colonne B, s'échappent par la conduite V pour entrer dans le serpentin J et réchauffer ainsi l'eau ammoniacale brute avant son entrée dans la colonne distillatoire horizontale. Elles traversent ensuite le laveur Q et arrivent enfin dans le saturateur. Comme l'emploi de la chaux ne pourrait convenir dans cet appareil, à cause des obstructions qu'elle occasionnerait, on la remplace par une solution de carbonate de soude.

3° L'*appareil Kuentz*, employé aussi pour la concentration des eaux ammoniacales.

4° L'*appareil de Feldmann*, composé d'une colonne principale, à compartiments avec tubulures centrales, reposant sur une base qui constitue le récipient où s'opère la décomposition des sels fixes au contact de la chaux ; nne autre colonne secondaire où se complète la distillation, et un appareil réchauffeur à tubes verticaux, constituent, avec la première colonne et le bac à acide, l'ensemble de cet appareil assez répandu en Allemagne.

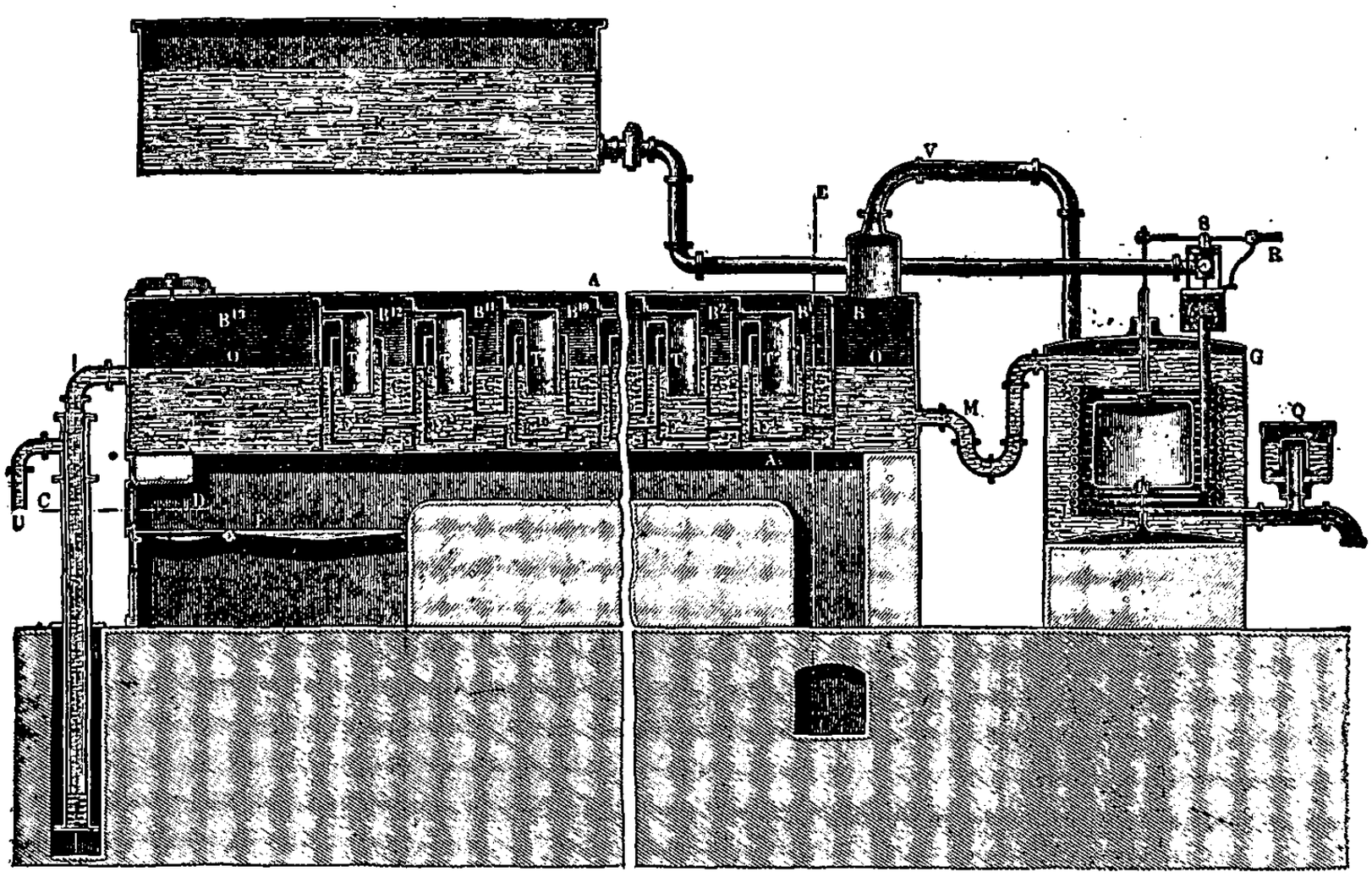


Fig. 66. — *Appareil Solvay, pour le traitement des eaux ammoniacales.*

5° L'*appareil à colonne de Grüneberg et Blum*, dont la figure 67 représente l'ensemble et montre en coupe verticale la colonne distillatoire, qui constitue l'élément essentiel et original de cette disposition.

Les parties constituantes de cet appareil sont l'alambic A, l'avant-chauffeur B, la pompe à chaux C et le saturateur D. L'eau ammoniacale arrive par la conduite *a* dans l'avant-chauffeur B d'où elle s'écoule dans la colonne E faisant partie de l'alambic A. Dans cette colonne E l'eau ammoniacale laisse dégager les sels volatils, tandis que les sels fixes sont décomposés dans le récipient F, qui reçoit du lait de chaux par l'intermédiaire de la pompe C et la conduite *c*. Le récipient G contient un cône en forme de gradins, sur lesquels coule l'eau distillée ; le serpentin de vapeur *d*, disposé autour du cône à gradins, produit l'ébullition du liquide et fait dégager les dernières traces d'ammoniaque. L'eau ammoniacale, après avoir quitté l'avant-chauffeur B dans lequel circulent les gaz non absorbés par l'acide du saturateur D, arrive d'abord dans la colonne de déphlegmation E, qu'elle traverse de haut en bas, puis dans le récipient F, d'où elle déborde par *f* dans le récipient *g* où la chaux et les impuretés se déposent ; l'eau déborde par *h* et descend sur les gradins coniques *i* pour s'échapper par le siphon *kt*. La vapeur, suivant un chemin inverse, arrive à la partie inférieure du récipient G, puis dans le récipient à chaux par les tuyaux *n*, *n* ; de là, déjà chargée d'ammoniaque, elle traverse, en passant par le tube *m*, les divers compartiments de la colonne E et s'échappe par la conduite *p* pour entrer dans le saturateur D, où elle abandonne son ammoniaque, tandis que la vapeur d'eau et les gaz non absorbés s'échappent par la cloche *q* et la conduite *rs*, pour entrer dans l'avant-

chauffeur B. En combinant la colonne distillatoire A avec une autre disposition d'appareils accessoires, MM. Grüneberg et Blum ont construit un appareil spécialement destiné à la concentration des eaux ammoniacales.

6° *Appareil à colonne inobstruable de M. Paul Mallet.* Dès 1869, quinze ans avant les brevets allemands de Feldmann, Grüneberg et autres, M. Mallet avait installé à l'usine des fondrières de Colombes, près de Paris, un appareil basé sur l'emploi d'une *colonne distillatoire* verticale, avec adjonction de deux chaudières étagées dans lesquelles l'eau ammoniacale subissait un dernier épuisement au contact d'un lait de chaux, après son passage dans la colonne. Cet appareil a été le précurseur de cette série d'autres appareils distillatoires dont nous venons de citer quelques spécimens.

L'*appareil à colonne inobstruable*, de M. Paul Mallet, fils de l'inventeur du premier appareil à fonctionnement intermittent dont nous avons parlé précédemment, a été présenté en 1885 par son auteur au Congrès de la Société technique de l'industrie du gaz en France. Il est basé sur l'emploi d'une colonne distillatoire à diaphragmes, dans les compartiments de laquelle la liqueur ammoniacale est mise en contact avec la chaux, et mélangée par un agitateur mécanique produisant ainsi une réaction aussi prolongée et aussi complète que possible, sans que la présence des matières solides en suspension dans le liquide puisse déterminer aucune obstruction durant le

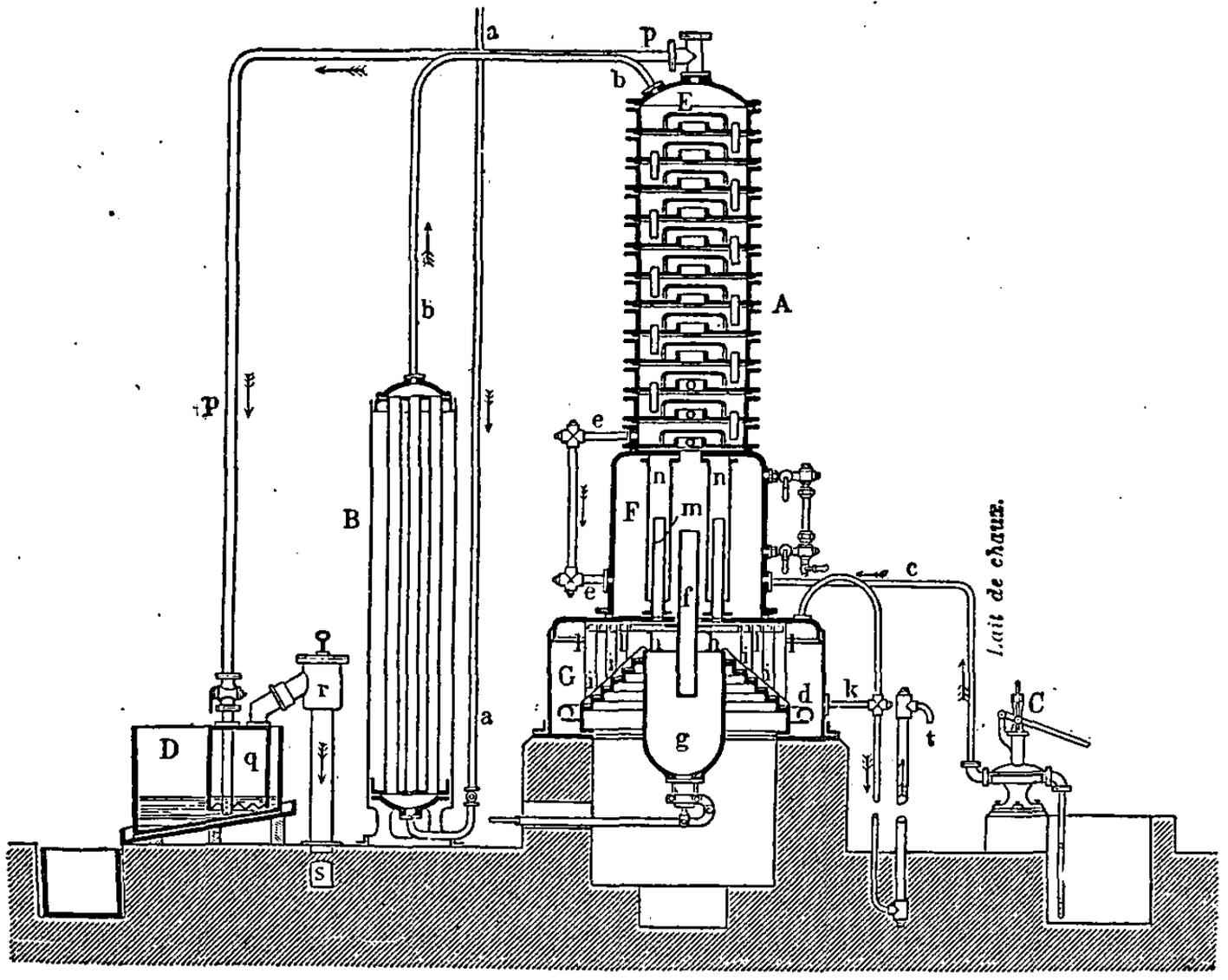


Fig. 67. — *Appareil de Grüneberg et Blum, pour la distillation des eaux ammoniacales.*

fonctionnement de la colonne. Le mélange d'eau ammoniacale et de chaux circule donc de haut en bas, d'un compartiment à l'autre, pendant que l'agitateur animé d'un mouvement continu de rotation facilite la descente des parties solides en même temps que du liquide, et le tout arrive progressivement jusqu'à la base de l'appareil, d'où les eaux épuisées, se présentant sous l'aspect d'un lait de chaux sont évacuées par un purgeur automatique qui en assure et règle l'écoulement. La colonne inobstruable de M. P. Mallet, qui figurait à l'Exposition dans la galerie des machines (classe 51), s'applique à la fabrication du sulfate d'ammoniaque et à celle de la solution d'ammoniaque liquide (alcali volatil).

Nous allons en donner une description sommaire que complétera d'ailleurs la figure 68 qui représente, partie en élévation, partie en coupe, l'ensemble de cet appareil : une colonne distillatoire *bb'* surmontée d'un analyseur en fonte *d*, commence à faire dégager les parties volatiles de l'ammoniaque contenue dans l'eau qui est amenée au sommet de l'appareil; cette eau est ensuite conduite par le tuyau C dans l'appareil spécial où elle est soumise à l'action de la chaux. Cet appareil comprend : 1° une trémie close *k* dans laquelle on introduit la chaux vive en quantité suffisante pour une marche de plusieurs heures; 2° une vis sans fin qui amène la chaux dans le mélangeur *m*; 3° ce mélangeur, où la chaux est mise en suspension dans le liquide déjà dépouillé de ses sels volatils et qui vient se déverser par le tuyau *d* dans la colonne inobstruable *ff*. Le liquide mélangé à la chaux descend successivement d'un plateau au plateau inférieur, avec cette chaux, qui est maintenue constamment en suspension et entraînée par les râcloirs montés sur l'arbre vertical tournant au centre de la colonne. Cette action méca-

nique du mélangeur disposé à l'intérieur de tous les plateaux rend la colonne complètement inobstruable et justifie cette dénomination caractéristique que lui a donnée l'auteur.

Avec quelques modifications qu'il est facile de lui apporter, la colonne inobstruable de M. P. Mallet s'applique aussi bien à la fabrication de l'alcali volatil qu'à celle du sulfate d'ammoniaque et au traitement des eaux-vannes.

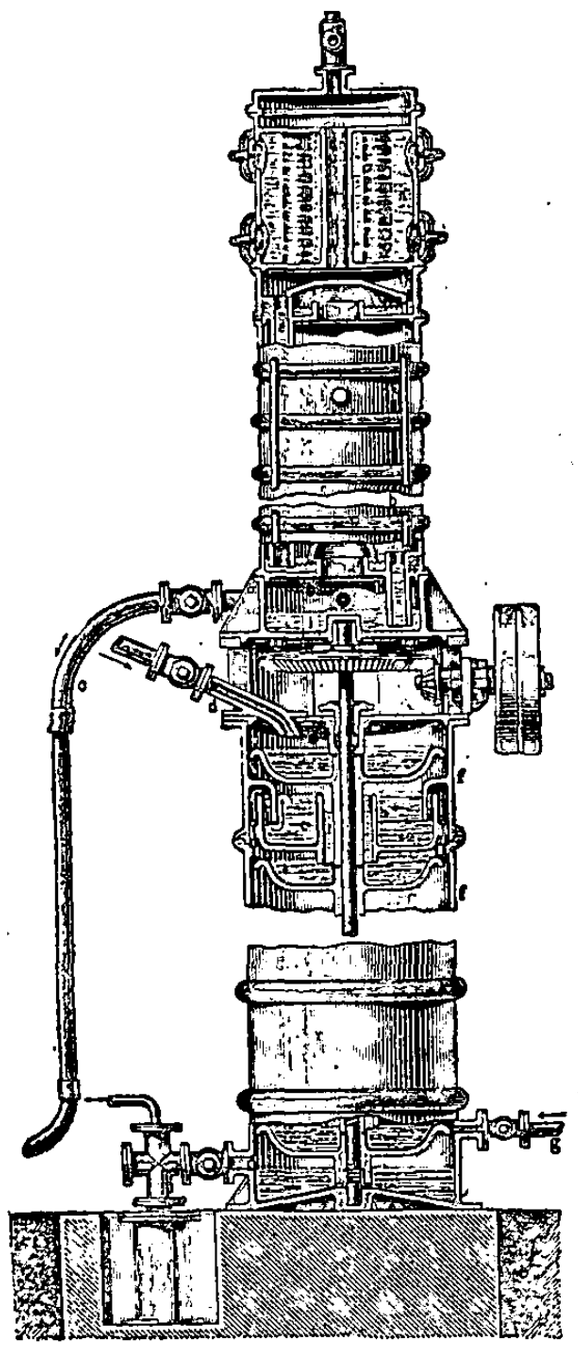


Fig. 68. — *Colonne inobstruable de M. Paul Mallet, pour le traitement des eaux ammoniacales d'usines à gaz et des eaux-vannes.*

M. Chevalet, qui s'est occupé spécialement du traitement des eaux ammoniacales, a créé pour cette industrie des types d'appareils à fonctionnement intermittent, et à fonctionnement continu, dont les dispositions diffèrent notablement des appareils précédemment décrits. Ils sont assez répandus dans les usines à gaz françaises, et se recommandent par les bons résultats qu'ils ont généralement produits.

Notre cadre ne nous permettant pas de nous étendre davantage sur ce sujet, nous nous bornerons à compléter cette étude des principaux appareils destinés au traitement des eaux ammoniacales des usines à gaz, en décrivant l'appareil installé par M. Weill-Gœtz à l'usine de Strasbourg, pour la préparation de l'alcali volatil. Nous empruntons cette description au livre de MM. Weill-Gœtz et Desor, cité précédemment.

« Cet appareil (fig. 69) se compose : 1° d'un grand bassin A d'une contenance de 15,000 litres, destiné à contenir l'eau ammoniacale ; 2° de deux *chaudières de décomposition* ZL et ZR, destinées à mélanger l'eau ammoniacale avec la chaux et le sulfate de fer qui doivent décomposer les sels ammoniacaux de l'eau ; 3° d'une pompe à vapeur P, destinée à aspirer l'eau des chaudières Z pour la refouler dans la colonne distillatoire B ; 4° d'un *réchauffeur* D destiné à échauffer, à l'aide de la vapeur d'échappement de la machine, les eaux ammoniacales avant leur entrée dans la colonne ; 5° d'une *colonne distillatoire* B ; 6° d'un analyseur C destiné à refroidir le gaz ammoniac qui s'échappe de la colonne B ; 7° d'une série de huit épurateurs E_1, E_2, E_3, E_4, destinés à purifier complètement le gaz ammoniac ; 8° des saturateurs S_1, S_2, dans lesquels le gaz ammoniac vient saturer de l'eau distillée convenablement refroidie.

« Voici la marche d'une opération : on commence par introduire, à l'aide du robinet *a* dans la chambre de décomposition Z, la quantité d'eau ammoniacale qui doit être distillée (1,000 litres, dans le type d'appareil dont il s'agit ici). Puis, à l'aide d'un injecteur, on introduit dans cette chaudière la chaux et le sulfate de fer nécessaires à la décomposition des sels ammoniacaux..... Pour fixer la quantité de chaux à introduire dans l'appareil, nous analysons l'eau ammoniacale, et pour chaque équivalent d'Az H³, nous ajoutons un équivalent de CaO, c'est-à-dire que pour 17 parties d'Az H³, nous ajoutons 28 parties de chaux pure. Comme l'eau ammoniacale renferme toujours de l'ammoniaque libre, nous sommes sûrs, de cette manière, d'ajouter un excès de chaux.

« Lorsque la chaux et le sulfate de fer ont été introduits dans l'eau, on la chauffe à 50° environ, en ouvrant le robinet de vapeur *b*. L'agitateur, qui est constamment en mouvement, hâte la décomposition. On met alors en marche la pompe à vapeur P, qui envoie l'eau ammoniacale, convenablement chauffée par le réchauffeur D, dans le sixième compartiment de la colonne de déphlegmation. Pendant que la pompe aspire de l'eau de l'une des chaudières Z, on charge l'autre chaudière, qui est prête à fonctionner quand la première est vide..... »

Les robinets de vapeur *d* situés à la partie inférieure de la colonne ont été ouverts. La vapeur passe dans chaque compartiment et y traverse l'eau ammoniacale en faisant dégager le gaz ammoniac, qui commence à se refroidir par son passage dans les six compartiments rectificateurs de la colonne, et achève son refroidissement dans l'analyseur C ; de là il passe dans la série des épurateurs F.

Le gaz complètement épuré arrive dans les saturateurs S_1, S_2 ; et quand l'eau de ceux-ci a atteint le degré de concentration voulue on la fait écouler dans les réservoirs R_1, R_2 ; l'air du réservoir R, chargé de gaz ammoniac, traverse le petit saturateur E et si ce gaz n'était pas complètement absorbé dans le saturateur, il le serait définitivement et complètement dans le bac à acide sulfurique. Un courant de vapeur dirigé dans les épurateurs E enlève les dernières traces d'ammoniaque qui pourraient rester dans la matière épurante. Les vapeurs chargées d'ammoniaque et d'empyreumes sont reçues dans la chaudière de rectification Q, d'où le gaz ammoniac, chassé par un courant de vapeur, va se combiner avec l'acide sulfurique du bac K, où l'on récolte du sulfate d'ammoniac convenable pour la vente. On pourrait aussi renvoyer les vapeurs dans les chaudières Z pour ne fabriquer que de l'alcali. »

Nous allons maintenant donner, d'après l'ouvrage de MM. Weill-Gœtz et Desor, un *compte mensuel de fabrication d'alcali volatil,* suivant les résultats relevés à l'usine de Strasbourg avec l'appareil qui vient d'être décrit : ce compte peut être considéré, à la fois, comme un type de comptabilité de fabrication et comme une source de renseignements pratiques pour les dépenses et produits de cette fabrication.

Compte mensuel d'une fabrication d'alcali volatil.

	DÉBIT (DÉPENSES).			
Chaux.	13,840 kil.	à 25 » 0/00	346	»
Poussier de coke (chauffage). . . .	36,800 —	4 25 —	156	40
Charbon	(néant) —	» » —	»	»
A reporter.			502	40

	Report.		502 40
Sulfate de fer. . . .	1,775 —	6 88 0/0.	122 12
Huile d'olive. . . .	57 —	155 » —	88 35
Soude caustique . .	48 —	32 14 —	15 43
Acide sulfurique. .	436 —	8 02 —	34 96
Charbon animal. .	36 —	68 70 —	24 73
Eclairage de l'atelier.			51 60
Main-d'œuvre, salaire des ouvriers pour fabrication			423 30
Usure et entretien : prélèvement de 1 fr. 50 0/0 sur 21,760 kil. produits.			326 40
	Bénéfice.		
Balance sur la marche du mois : valeur de 340,000 kil. d'eau employée à 3° Baumé, ressortant au prix de 20 fr. 12 0/00 ; soit. . .			6.840 50
			8.429 79

CRÉDIT (Produits).

Alcali volatil 21,760 kil.	324 k.	à 20° Baumé	à 27	50 0/0	89 10
	15591	24° —	37	» —	5.768 67
	5845,5	28° —	44	» —	2.572 02
					8.429 79

Si maintenant on veut se rendre compte de ce que cette production représente en ammoniaque on aura obtenu :

Kilogr. 21,760 { 324 kil. à 16,8 0/0 d'Az H³ = 54,43 Az H³ ; 15591 — 25,2 — = 3928,93 — ; 5845,5 — 33,3 — = 1946,55 —

Or les 21,760 kilogrammes d'alcali, à divers degrés, représentent 5,930 kilogrammes d'Az H³, ayant été vendus 8,429 fr. 79 ; le kilogramme d'Az H³ ressort alors à 1 fr. 42.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur cette question, qui, comme on le voit, présente des résultats intéressants. Il nous reste à parler maintenant d'un dernier appareil destiné à traiter les eaux-vannes. C'est l'appareil installé par M. Lair, à Bondy, près Paris, où il effectue journellement le traitement des eaux-vannes provenant des vidanges de Paris, et les transforme directement en sulfate d'ammoniaque. Cette installation est une des plus importantes qui existent actuellement pour le traitement des eaux-vannes

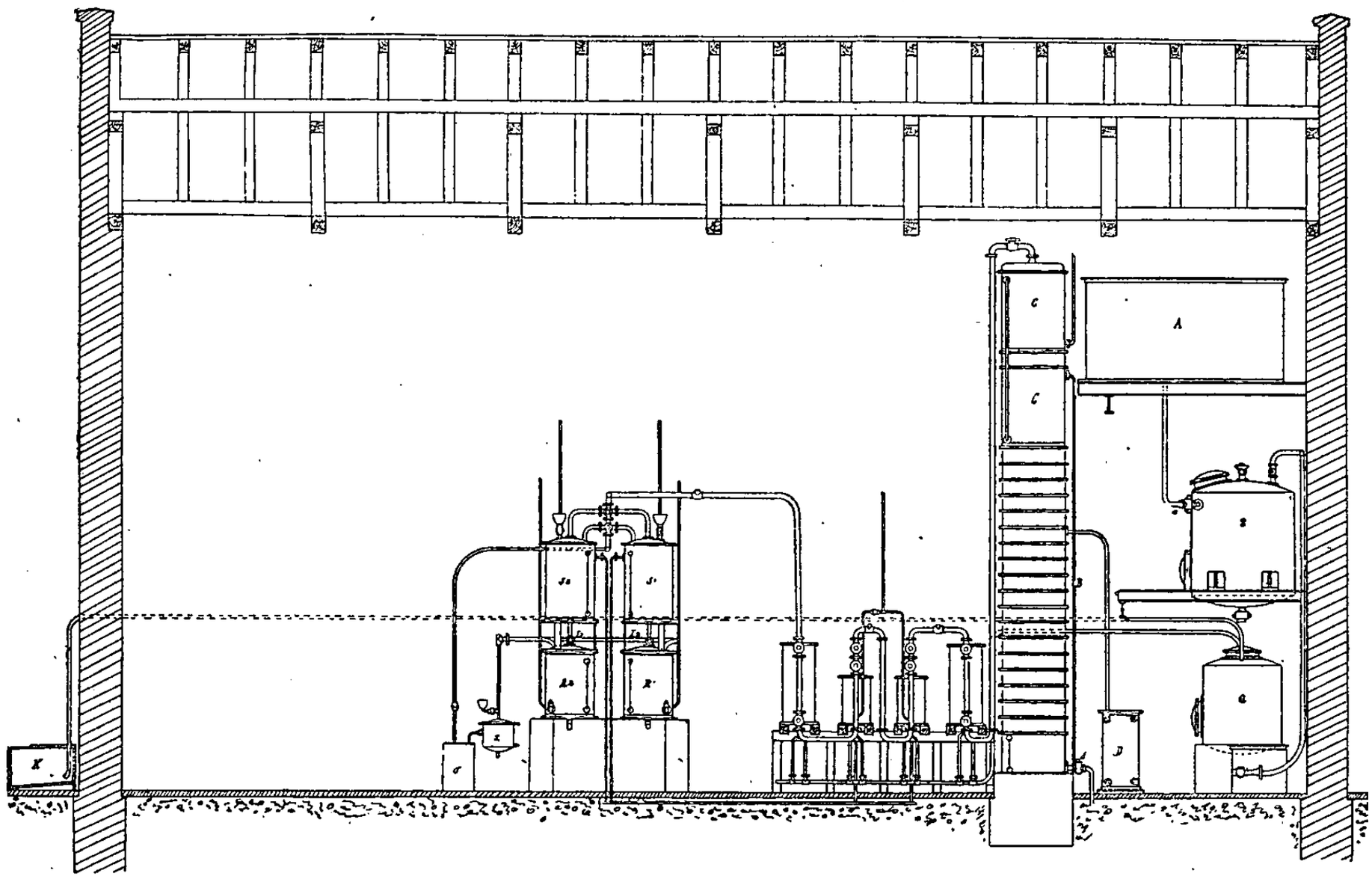


Fig. 69 — *Appareil installé à l'usine à gaz de Strasbourg, par M. Weill-Gœtz, pour le traitement des eaux ammoniacales, en vue de la fabrication volatile ou du sulfate d'ammoniaque.*

et sa description mérite par conséquent de terminer l'étude que nous venons de faire des principaux appareils employés pour traiter les eaux ammoniacales.

La figure 70 représente l'appareil de M. F. Lair, spécialement destiné au traitement des eaux ammoniacales provenant de la distillation de la houille, de la tourbe, des os, etc...

Cet appareil se compose d'une colonne distillatoire chauffée par un foyer à feu nu, dans laquelle l'eau ammoniacale, venant d'un réservoir supérieur, arrive après avoir passé dans un réchauffeur qui lui communique une température assez voisine de l'ébullition ; de ce réchauffeur elle se rend au sommet de la colonne distillatoire et descend successivement d'un plateau à l'autre, pour venir jusqu'à la chaudière qui forme la partie inférieure de la colonne et dans laquelle l'action d'un lait de chaux complète la décomposition et le dégagement de l'ammoniaque. Les produits volatils sont amenés alors au bac à saturation où une solution d'acide sulfurique transforme l'ammoniaque en sulfate. Les produits gazeux qui échappent à l'absorption, dans ce bac, vont tra-

verser ensuite une colonne de condensation où l'on recueille les parties qui sont susceptibles d'être soumises à une nouvelle opération. Le sulfate d'ammoniaque cristallisé dans le bac à saturation est mis à égoutter dans la caisse à fond incliné placée à côté du bac, et séché ensuite par les moyens ordinaires.

Cette disposition ne diffère d'ailleurs de celle employée à Bondy, pour le traitement des eaux-vannes, que par le mode d'alimentation qui, au lieu d'être faite par un réservoir supérieur, est effectuée au moyen d'une pompe qui injecte les eaux-vannes dans des colonnes distillatoires de 26 et de 34 plateaux. Grâce à l'emploi de cette pompe, l'injection de ces eaux boueuses et plus ou moins épaisses, se fait d'une façon plus régulière et plus sûre; il y a aussi, entre les réchauffeurs et les colonnes distillatoires, des appareils *débourbeurs* qui permettent d'extraire les dépôts des eaux après la distillation, soit qu'on opère avec ou sans addition de chaux. Ces appareils débourbeurs évitent les obstructions que de semblables matières produiraient incessamment dans les réchauffeurs.

Les appareils installés à Bondy sont de diverses capacités, les uns pouvant traiter de 40 à 50 mètres de vidanges par vingt-quatre heures, les autres jusqu'à 120 mètres dans le même temps. Les quantités d'eaux-vannes que cet établissement reçoit par jour sont très variables; d'autres usines installées autour de Paris traitent une notable partie des vidanges; la voierie de Bondy ne reçoit guère que l'excédent dont les autres établissements ne se chargent pas, ou les eaux provenant des vi-

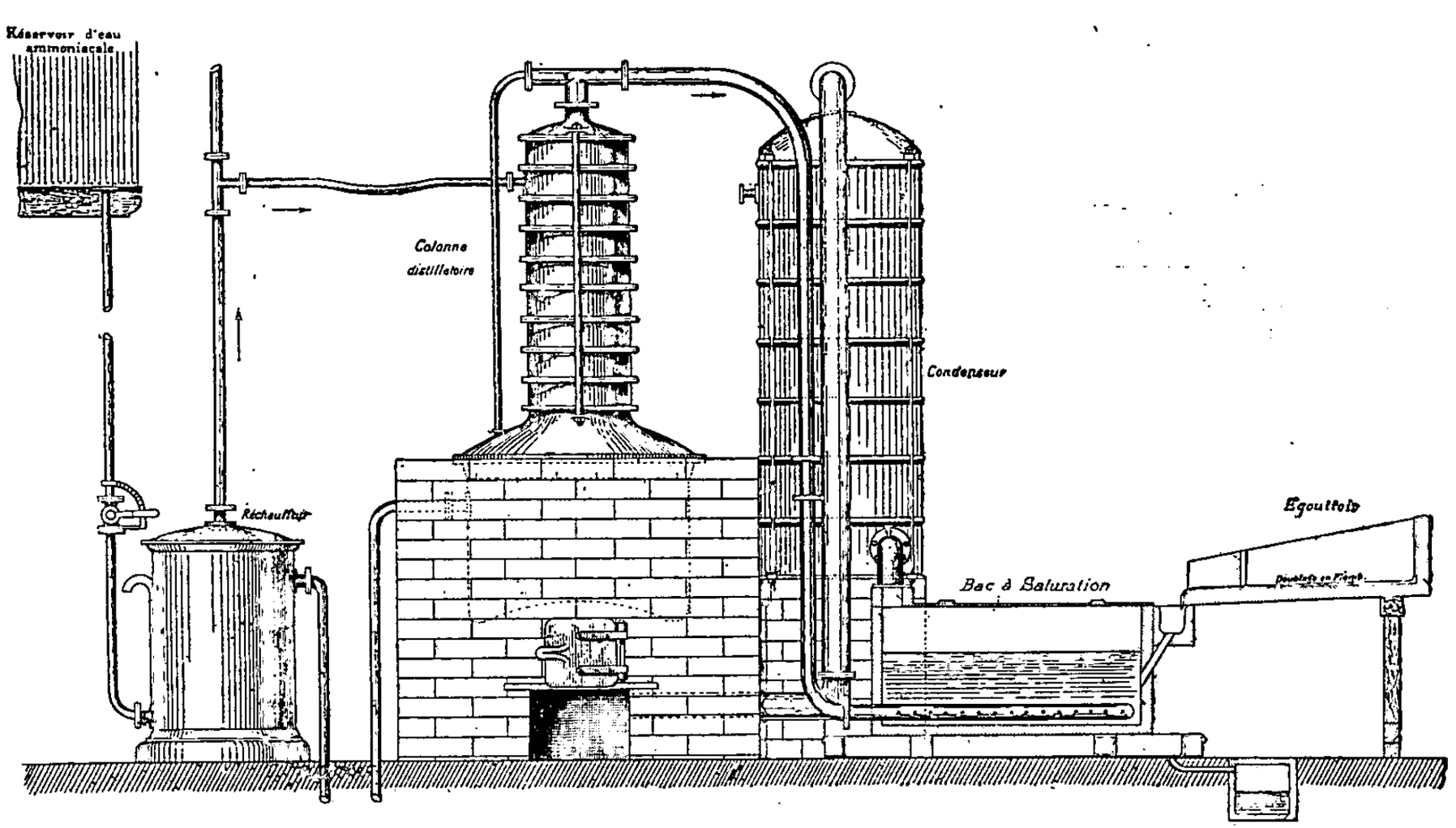


Fig. 70. — *Appareil de M. F. Lair. pour le traitement des eaux ammoniacales du gaz, s'adaptant également au traitement des eaux-vannes en modifiant le mode d'alimentation en fonctionnement à la voierie de Bondy.*

danges faites dans les quartiers les plus rapprochés du dépotoir. Il est à remarquer que l'adoption sur une échelle de plus en plus grande du système dénommé sous le nom du *Tout à l'égout* ne semble pas influer beaucoup sur les quantités d'eaux-vannes produites par les vidanges; seulement la richesse de ces eaux-vannes en produits ammoniacaux tend à diminuer à mesure que les appareils à effets d'eaux pour cabinets d'aisance se répandent de plus en plus.

Fabrication industrielle des divers produits ammoniacaux. Nous avons vu comment le gaz ammoniac est mis en liberté dans les appareils de distillation qui viennent d'être passés en revue. Il nous reste maintenant à examiner comment on emploie ce gaz ammoniac pour la fabrication des principaux produits ammoniacaux qu'on trouve dans le commerce.

Sulfate d'ammoniaque (V. Sulfate, au *Dictionnaire*). Ce sel est aujourd'hui le plus important de tous ceux qu'on produit avec l'ammoniaque. Nous avons déjà dit comment les gaz dégagés dans les colonnes distillatoires vont se combiner avec la solution d'acide sulfurique contenue dans les *bacs saturateurs* des divers appareils étudiés précédemment. Les saturateurs sont, en général, des bacs rectangulaires en bois doublés de feuilles de plomb épaisses; cette épaisseur atteint ordinairement 10 millimètres pour les parois et 12 à 15 millimètres pour le fond. Les dimensions des bacs varient de 1m,50 à 2 mètres pour la longueur, 1 mètre à 1m,50 pour la largeur, avec une profondeur de 0m,90 à 1 mètre.

Pour préserver les ouvriers et le voisinage des incommodités auxquelles peut donner lieu le dégagement de l'hydrogène sulfuré et des vapeurs empyreumatiques, qui échappent à l'absorption dans les saturateurs, on fait arriver les gaz sous une cloche en plomb, plongeant dans le bain acide

avec lequel ils se combinent en barbotant, tandis que les parties non absorbables dans le liquide se dégagent par un tuyau d'évacuation qui les conduit à une cheminée d'appel ou à un foyer spécial où ils sont décomposés.

A mesure que l'acide contenu dans le bac se sature d'ammoniaque la concentration du liquide s'opère et le sulfate commence à se former en masse cristalline, très divisée d'abord, puis de plus en plus compacte, qu'on recueille à l'aide d'une grande écoppe en cuivre, percée comme une écumoire, et qu'on dépose dans un égouttoir placé à côté du bac saturateur. On peut aussi le soumettre à l'action d'une turbine, qui ne le débarrasse d'ailleurs guère plus vite que l'égouttoir de l'eau de cristallisation qu'il contient. Après cette opération, on achève généralement la dessiccation du sel au moyen de séchoirs formés de plaques en fonte chauffées en-dessous par un foyer direct ou par des carneaux amenant les chaleurs perdues des fours à gaz. On met le sulfate en sacs pour le livrer au commerce.

La richesse du sulfate d'ammoniaque en azote s'écarte généralement peu d'une moyenne de 20 0/0; voici plusieurs résultats d'analyses faites sur quatre échantillons de la fabrication obtenue par M. Weill-Gœtz, à Strasbourg :

	1	2	3	4
Azote. . . . . p. 100	20.55	20.60	20.37	20.39
Eau.	2.50	1.40	2.58	3.12
Acide sulfurique libre.	0.48	0.27	0.57	0.53

Les gaz non absorbés par les saturateurs peuvent être traités de diverses manières pour transformer l'acide sulfhydrique (hydrogène sulfuré) en acide sulfureux. Divers procédés ont été employés à cet effet ; nous ne pouvons entrer ici dans leur description. Nous devons également nous borner à signaler les précautions qu'on doit prendre pour éliminer autant que possible les matières nuisibles contenues dans les eaux épuisées, avant de rejeter celles-ci hors de l'usine. On y parvient facilement en faisant passer ces eaux dans une série de cuves de dépôt et finalement dans une dernière où elles se filtrent à travers un lit de gravier.

Chlorhydrate d'ammoniaque (V. *Dictionnaire*, CHLORHYDRATE). Ce produit, généralement désigné dans le commerce sous le nom de *sel ammoniac*, est connu depuis une très haute antiquité; on le fabriquait en Egypte, au moyen âge, en brûlant des fientes de chameau; sa fabrication n'a commencé en Europe que dans la seconde moitié du XVIIIe siècle.

Le procédé le plus répandu aujourd'hui pour cette fabrication consiste à saturer directement une solution d'acide chlorhydrique. La Compagnie Lesage, à Paris, qui fabrique le chlorhydrate d'ammoniaque par le traitement des eaux vannes qu'elle retire des vidanges, emploie un appareil composé de deux séries de touries en grès, dont la première série contient la solution ammoniacale brute obtenue au moyen d'une colonne distillatoire, et l'autre série contient la solution d'acide chlorhydrique à 20° Baumé. On fait arriver simultanément, par des siphons en plomb ou en verre, les deux solutions dans un grand bac en bois doublé de plomb et muni d'un couvercle qu'un tuyau met en communication avec une cheminée d'appel. Quand la saturation est terminée on suspend l'écoulement des liquides, puis après avoir brassé le contenu du bac à saturation, on procède à l'évaporation au moyen d'un courant de vapeur circulant dans un serpentin placé au fond du bac. La liqueur suffisamment concentrée laisse déposer le carbonate d'ammoniaque en cristaux ; on la transvase alors dans des cristallisoirs où on recueille le sel après formation du dépôt. On met ce sel sur des égouttoirs, ou bien on le soumet aux turbines, et, après dessiccation complète, on le livre en sacs au commerce.

En Angleterre plusieurs usines fabriquent encore le chlorhydrate d'ammoniaque en mélangeant directement les eaux ammoniacales avec une solution d'acide chlorhydrique. Après quelques jours de repos, qui permettent aux impuretés de se déposer au fond des bacs à saturation, on soutire la liqueur clarifiée et on l'évapore dans de grands bacs en tôle, en ayant soin de la maintenir toujours alcaline au moyen d'une addition de carbonate de chaux ou d'une certaine quantité d'eau ammoniacale brute. On transvase le liquide concentré dans des cristallisoirs, comme il a été dit ci-dessus et on recueille les cristaux d'une manière analogue.

La sublimation du *sel ammoniac*, déjà décrite dans le premier volume du *Dictionnaire*, a pour but d'obtenir ce sel en pains compacts, plus commodes pour son emploi dans la plupart des usages industriels auxquels il est destiné. Nous ne reviendrons pas ici sur la description de l'appareil au moyen duquel s'opère cette sublimation.

Carbonate d'ammoniaque (V. *Dictionnaire*, CARBONATE). On fabrique généralement ce sel en soumettant à la sublimation un mélange de deux parties de sulfate d'ammoniaque avec trois parties de craie en poudre, et l'on y ajoute un peu de charbon de bois ou de charbon d'os pulvérisé, pour retenir les matières colorantes. La sublimation s'effectue au moyen de cornues horizontales, en fonte, disposées en rangées parallèles dans un four chauffé par un seul foyer. Les vapeurs qui se dégagent sont amenées par une conduite d'un gros diamètre dans des chambres de plomb refroidies par le contact de l'air ou d'un courant d'eau. On pénètre dans ces chambres par une ouverture disposée à cet effet, quand on veut enlever la couche de carbonate d'ammoniaque déposée sur les parois.

Les usines anglaises emploient un procédé analogue. Les cornues en fonte, disposées par batterie de 3 ou de 5 dans un même four, ont généralement 2 mètres de longueur et 0m,50 de largeur ; elles sont reliées par de gros tuyaux en fonte avec deux chambres de plomb dans lesquelles les produits volatilisés se rendent successivement, et se déposent en croûte sur les parois convenable-

nient refroidies. On laisse le dépôt s'effectuer pendant une série de 10 à 15 jours d'opérations successives, afin de lui faire acquérir une épaisseur et une consistance suffisantes avant de pénétrer dans les chambres.

Phosphate d'ammoniaque (V. *Dictionnaire*, PHOSPHATE). La méthode la plus perfectionnée pour la fabrication du phosphate dont la formule est $PhO^5AzH^4O,2HO$, a été récemment trouvée par M. Lagrange. Jusque là on avait fabriqué industriellement un phosphate acide dont la formule est $PhO^5,2HO,AzH^4O$.

M. Vincent, dans un ouvrage récent intitulé : *Industrie des produits ammoniacaux*, a donné les détails suivants sur la préparation du phosphate d'ammoniaque par le procédé Lagrange :

« Le phosphate acide de chaux s'obtient facilement en traitant l'apatite ou la phosphorite par l'acide sulfurique. On commence par réduire le minerai en poudre fine et cette poudre est ensuite introduite par une trémie dans un cylindre en fonte muni d'un agitateur à palettes, dans lequel on fait arriver en même temps la quantité d'acide sulfurique nécessaire..... Lorsque le mélange est bien intime on arrête l'agitateur et on laisse la réaction s'achever pendant six heures environ.

« La masse pâteuse obtenue est alors épuisée méthodiquement par l'eau bouillante qui dissout le phosphate acide de chaux, l'acide phosphorique libre et l'acide sulfurique qui pourraient s'y trouver en excès, tandis que le sulfate de chaux, très peu soluble dans l'eau chaude, reste dans les cuves d'épuisement.

« Le liquide ainsi obtenu est filtré dans des mannes en osier recouvertes de toiles, qui retiennent la partie insoluble. La liqueur filtrée passe alors dans une seconde cuve, où la même opération se répète, puis dans une troisième et dans une quatrième cuve. Le liquide marque alors 25° Baumé ; on le sature par l'ammoniaque, tandis que les résidus des cuves d'épuisement sont lavés à l'eau bouillante, pour employer cette eau de lavage à l'épuisement d'une charge nouvelle.

« Les liqueurs à 25° Baumé sont débarrassées de l'acide sulfurique qu'elles renferment encore, par l'addition de carbonate de baryte qui précipite la totalité de l'acide sulfurique à l'état de sulfate de baryte. On passe le tout par un filtre-presse et on recueille une liqueur claire, ne contenant plus que de l'acide phosphorique libre et du phosphate acide de chaux. L'on y ajoute de l'ammoniaque en léger excès, qui précipite toute la chaux à l'état de phosphate de chaux neutre, en formant en même temps du *phosphate d'ammoniaque* correspondant à la formule

$$PhO^5AzH^4O,2HO$$

qu'il s'agit de transformer en *phosphate intermédiaire*. A cet effet on ajoute à la liqueur, qui doit marquer 20° Baumé, de l'alcali volatil à 22°, de façon à avoir un équivalent et demi d'alcali pour un équivalent de phosphate d'ammoniaque. Le *phosphate intermédiaire* se précipite alors au fur et à mesure du mélange des deux produits, en une masse cristalline que l'on soumet à l'action de la presse hydraulique. »

Le phosphate bibasique obtenu par cette méthode est livré à l'industrie sous forme de tourteaux, et les eaux ammoniacales qui s'égouttent sont soumises à la distillation pour recueillir l'ammoniaque qu'elles contiennent.

Une autre méthode, qui paraît être plus économique, consiste à produire la décomposition complète d'une dissolution concentrée de phosphate bicalcique par l'acide sulfurique, en lui faisant subir une série d'opérations qui donnent finalement une solution à peu près pure d'acide phosphorique, qu'on sature alors par l'alcali volatil ajouté en léger excès, d'une façon analogue à celle qui a été indiquée ci-dessus.

Nous bornerons ici cette étude sommaire de la fabrication des produits ammoniacaux, qui ont acquis de nos jours une grande importance à cause des nombreuses applications qu'ils reçoivent actuellement dans l'industrie et dans l'agriculture. — G. J.

AMORTISSEMENT. *T. d'arch.* 1° Se dit de tout membre architectural formant terminaison et ayant pour principal caractère de diminuer en s'élevant : lanternes au-dessus des coupoles, fleurons au sommet des pignons ou des combles pyramidaux, etc. || 2° Partie qui rachète à l'œil ou adoucit l'angle formé par deux surfaces : telles sont les gorges ou cavets qui couvrent souvent les corniches des croisées, ou les consoles renversées qui accompagnent une lucarne. — V. AILERON.

* **AMPÈRE.** On désigne par le nom d'*ampère* l'unité pratique de l'intensité de courant électrique dans le système de mesures électro-magnétiques. Pour faire comprendre ce qu'on entend par ces expressions, nous sommes obligés d'entrer dans quelques considérations que nous ferons aussi courtes que possible, sans cependant nuire à la clarté de l'exposition.

On peut produire un courant électrique de deux manières différentes; on peut, ou bien provoquer certaines réactions comme dans la pile et faire engendrer ainsi un courant électrique continu; on peut encore charger un corps d'une certaine quantité d'électricité et décharger cette quantité d'électricité dans un conducteur; si on répète cette opération un grand nombre de fois par seconde, on produira un courant électrique qui, pour ne pas être absolument continu, n'en offrira pas moins tous les caractères d'un courant continu. Cette dernière manière de voir est importante parce qu'elle lie l'intensité du courant produit à la quantité d'électricité qui traverse le conducteur.

Pour mesurer l'intensité d'un courant électrique on peut donc, ou bien chercher à l'évaluer directement, ou bien évaluer la quantité d'électricité qui passe dans l'unité de temps. Comme on ne connaît pas la nature intime de l'électricité, on ne peut baser aucun système de mesure sur l'électricité elle-même, et on ne peut chercher à l'évaluer que d'après les forces mécaniques qu'elle fait naître.

En ce qui concerne le courant électrique, on pourrait donc, pour le mesurer, prendre pour point de départ, soit l'action exercée par les courants les uns sur les autres, soit mesurer l'action exercée par deux masses électriques dont la succession dans un temps donné constitue, comme nous l'avons dit, un véritable courant. Dans les deux cas, on obtiendra l'évaluation du courant en mesure absolue : en mesure électro-dynamique dans le premier cas, et en mesure électro-statique dans

le second cas. On appelle, en effet, *système de mesure absolue*, tout système qui a pour point de départ la mesure des forces mécaniques qui interviennent dans l'action.

Ce qui complique un peu l'exposé que nous avons en vue, c'est que l'*ampère* ne se rapporte ni à l'un ni à l'autre de ces deux systèmes de mesure.

Les belles expériences d'Ampère ont montré que l'on peut réaliser à l'aide de courants électriques de véritables aimants. Les solénoïdes qu'on forme à l'aide de spirales parcourues par des courants possèdent des propriétés identiques aux aimants, au moins pour ce qui concerne les actions extérieures. D'autre part, on connaît, d'après les travaux de Coulomb, les lois des actions que les pôles d'aimants exercent les uns sur les autres, et par les théorèmes d'Ampère, on peut appliquer ces lois aux courants électriques qui parcourent les solénoïdes formant aimants. D'après ceci, on conçoit qu'il est possible de rattacher les actions réciproques des courants électriques à celles des aimants.

Définissons maintenant l'unité de pôle d'aimant en mesure mécanique. Nous appellerons ce système le *système des mesures électro-magnétiques*. Nous définirons l'unité de pôle magnétique, le pôle qui repousse un pôle identique situé à l'unité de distance avec une force égale à l'unité.

Ici se présente une autre difficulté, c'est que, par suite de considérations dans lesquelles nous n'entrerons pas, on n'a pas pris pour unité de force celle qu'on considère ordinairement dans la mécanique courante, le kilogramme, mais une force qui, appliquée à l'unité de masse, lui donnerait une accélération égale à l'unité. Or, pour nous, l'unité de masse et l'unité de force sont évaluées de la même manière, tant qu'il s'agit de la force produite par la pesanteur. On peut considérer le kilogramme de deux manières distinctes, soit comme un poids, c'est-à-dire comme la force d'attraction que la terre exerce sur ce kilogramme, soit, ce qui est plus général, comme une masse. Tandis que la masse du kilogramme reste partout la même, le poids du kilogramme varie d'un endroit à l'autre; il serait tout différent à la surface de la lune que sur la terre, parce qu'il dépend de l'attraction.

A la surface de la terre, l'attraction est telle, qu'elle communique à la masse d'un kilogramme une accélération de 9,81 mètres par seconde, la force qui communiquerait à cette masse une accélération de l'unité, soit un mètre, par exemple, serait donc 9,81 fois moindre, ce serait l'unité de force.

Dans les mesures électriques on a adapté le système C. G. S. initiales des mots *centimètre*, *gramme*, *seconde*, avec le sous-entendu que le gramme est pris comme unité de masse et non comme unité de poids ou de force.

L'unité de force dans ce système, unité qu'on désigne par le nom de *dyne*, est la force qui, appliquée à l'unité de masse (le gramme) lui communique une accélération égale à l'unité, c'est-à-dire d'un centimètre par seconde. La *dyne* est donc égale au poids du gramme divisé par 9,81 (accélération de la pesanteur évaluée en centimètres), c'est environ le poids du milligramme.

Revenons maintenant à l'ampère; à l'aide du système indiqué il est facile de définir l'unité du pôle magnétique, c'est le pôle qui repousse un pôle égal situé à un centimètre de distance avec une force égale à une dyne. On pourrait matérialiser cette unité en prenant une balance de Coulomb dans laquelle on empêcherait les deux extrémités des aimants, situés à un centimètre, de s'éloigner; on y arriverait à l'aide d'un poids d'un ou plusieurs milligrammes, constituant autant de dynes, placé dans un plateau très léger, attaché à l'aide d'un fil très fin et passant sur une petite poulie. Si maintenant on remplace les aimants par des solénoïdes, on conçoit qu'on puisse obtenir ainsi une mesure de l'intensité du courant électrique qui parcourt les solénoïdes. On est conduit ainsi au système de mesure qu'on appelle *système de mesures électro-magnétiques C. G. S.* Toutefois, l'unité d'intensité de courant dans ce système n'est pas l'ampère. Ceci provient de ce que, si l'on évalue d'autres grandeurs électriques, à l'aide de ce système on trouve des membres ou très grands ou très petits et qu'il serait peu commode d'employer dans la pratique. On a donc proposé un autre système d'unités qu'on appelle le *système pratique* et dans lequel l'unité de longueur, au lieu d'être le centimètre, est le quart du méridien terrestre et l'unité de masse, une masse égale à 10^{-11} grammes, l'unité de temps étant toujours la seconde. L'unité de l'intensité du courant dans ce système s'appelle l'*ampère*.

Lorsqu'on effectue le calcul pour convertir les unités de ces deux systèmes on trouve que l'*ampère* est égal à 1/10 de l'unité électro-magnétique C. G. S.

On peut mesurer un courant électrique en mesure mécanique à l'aide d'un instrument qu'on appelle la *boussole des tangentes*; si l'on évalue toutes les grandeurs qui interviennent dans cet instrument en centimètres, grammes, et secondes, on trouve l'intensité du courant en mesure électromagnétique C. G. S. et pour obtenir cette mesure en ampères il faut multiplier, d'après ce qui précède, le résultat par dix.

Nous croyons utile, pour bien faire saisir comment on peut évaluer un courant électrique en ampères, de décrire sommairement comment on effectue à l'aide de la boussole des tangentes une mesure de ce genre. Cet instrument se compose d'un cadre circulaire d'environ 60 centimètres de diamètre, enroulé d'un ou plusieurs tours de fil. On place le cadre dans la direction du méridien magnétique et au centre on suspend un petit aimant très court. Si le cadre a n tours de fil, et si la déviation du petit barreau suspendu est δ, on aura pour l'intensité i du courant qui traverse le cadre l'expression

$$i = \frac{r}{2\pi n} H \, tg \, \delta$$

δ étant le rayon du cadre et H la composante horizontale du magnétisme terrestre. A Paris cette composante H a une valeur égale à peu près à 0,2

C. G. S. Nous allons indiquer rapidement comment on peut trouver cette valeur. On commence d'abord par faire osciller librement le petit barreau dont le moment magnétique est M, et le moment d'inertie A ; si T est la durée d'une oscillation simple, on aura

$$T=\pi\sqrt{\frac{A}{MH}}$$

H étant comme précédemment l'intensité horizontale du magnétisme terrestre. Il faut faire une deuxième expérience pour obtenir une autre relation entre H et M. A cet effet, on se sert d'une aiguille aimantée supplémentaire qu'on fait dévier de sa position d'équilibre par le petit barreau qu'on a enlevé de la boussole des tangentes. L'aiguille aimantée se trouve primitivement dans la direction du méridien magnétique, on place le petit barreau à l'est ou à l'ouest du centre de l'aiguille mobile et perpendiculairement à sa direction ; on constate alors que l'aiguille dévie et on note cette déviation α. Si D est la distance entre les deux centres de l'aiguille mobile et du petit barreau déviant, on aura l'équation :

$$\frac{M}{H}=\frac{1}{D^3}tg\,\alpha$$

A l'aide de ces deux expressions on pourra calculer la composante H et mesurer à l'aide de la boussole l'intensité du courant en valeur absolue. Les mesures qui interviennent dans H sont celle de la distance D, qu'on évalue en centimètres, celle du temps T, évaluée en secondes et celle du moment d'inertie A, qui est égale au produit d'une masse par le carré d'une distance.

Si la déviation produite dans la boussole, par le courant i, est égale à 45° on aura $tg\,\delta=I$. Si de plus on a $H=0{,}2CGS$ r, $=31{,}4$ cm. et $n=10$, il viendra :

$$i=\frac{31{,}4}{20\,\pi}\times 0{,}2=0{,}1CGS=1 \text{ ampère.}$$

Pour donner une idée de l'ordre de grandeur d'un courant d'un ampère, nous donnons ici les principaux effets produits par des courants électriques d'une intensité donnée.

Un courant d'une intensité d'un ampère, lancé à travers un voltamètre à sulfate de cuivre dépose sur la cathode un poids de cuivre égale à 1ᵍ,18 par heure ; ce courant produit, dans un voltamètre à gaz, environ 10 centimètres de gaz tonnant par minute ; il rougirait un fil de platine très fin ; toutefois il faut remarquer que la longueur du fil rougi ne dépend pas de l'intensité mais de la différence de potentiel aux bornes.

Pour former l'arc électrique il faut un courant de 8 à 10 ampères ; les lampes à incandescence ordinaires n'exigent qu'un courant de 1/3 à 1/2 ampère.

En télégraphie, on se sert des courants ayant une intensité de 1/50 à 1/100 d'ampère ou de 20 à 10 milliampères ; en électro-physiologie on emploie habituellement des courants de cette même intensité.

Les éléments Daniell, Leclanché, etc., fournissent des courants qui dans des conditions ordinaires n'atteignent pas un ampère ; un élément Bunsen de 20 centimètres de hauteur peut fournir un courant de 10 ampères pendant quelques heures sans se polariser sensiblement.

Les machines dynamo-électriques fournissent des courants qui sont rarement au-dessous de 20 à 30 ampères et peuvent aller jusqu'à 1000 et même 3000 ampères. Les dynamos de construction courante fournissent des courants de 100 à 300 ampères.

Les galvanomètres ordinaires donnent des déviations de plusieurs degrés, pour des courants dont l'intensité peut varier de un milliampère à un microampère, et les galvanomètres très sensibles accusent des déviations nettement appréciables pour des courants mille fois plus faibles. P-H. L.

• * **AMPÈRE-ÉTALON.** C'est le nom donné par M. Pellat à une série d'appareils destinés à mesurer en valeur absolue l'intensité d'un courant électrique. Ces appareils, dont la figure 71 donne une vue d'ensemble, sont des électro-dynamomètres balances, c'est-à-dire des électro-dynamomètres dans lesquels on équilibre à l'aide de poids gradués le couple produit par les actions électro-dynamiques. On voit dans la figure deux bobines, l'une extérieure et fixe, l'autre intérieure, plus petite, est fixée au fléau de la balance. Lorsqu'un courant électrique parcourt simultanément les deux bobines, il se produit une action qui a pour résultat de faire abaisser la bobine mobile. Il est facile de se rendre compte de cette action en remplaçant par la pensée, d'après le théorème d'Ampère, les bobines ou solénoïdes par des aimants équivalents. La bobine extérieure, par exemple, peut être considérée comme un aimant dont le nord serait dirigé vers la droite de la figure, ce qui exige que le courant dans cette bobine circule en sens inverse des aiguilles d'une montre, cette bobine étant regardée du côté droit. La bobine intérieure peut être remplacée par un autre aimant dont le nord serait dirigé vers le haut. Dans ces conditions, comme les pôles de même nom se repoussent, la bobine mobile est sollicitée par un couple tendant à tourner la bobine mobile de la droite vers la gauche.

Pour calculer la grandeur du couple produit par un courant d'intensité i, on procède de la manière suivante : soit N le nombre de tours sur la bobine extérieure et e la distance entre deux spires, l'intensité du champ magnétique produit sera $\frac{4\pi i N}{e}$; la masse magnétique à chaque surface S de la bobine intérieure est $\frac{iS^2}{\varepsilon}$, ε étant la distance entre deux spires. L'action que le champ produit sur cette masse magnétique est le produit de ces deux quantités, c'est-à-dire $\frac{4\pi S^2 i^2 N}{\varepsilon e}$, et, comme la distance entre les deux bases du cylindre intérieur est $n\varepsilon$, n étant le nombre de spires, il s'en suit que le couple produit pour expression (fig. 72) :

$$\frac{4\pi S^2 i^2 N}{e\varepsilon}\times n\varepsilon=\frac{4\pi S^2 N n i^2}{e}=p\,g\,l$$

car le couple produit par les poids gradués est $p\,g\,l$, g étant l'intensité de la pesanteur et l le bras de levier. La formule finale est donc :

$$i=\sqrt{\frac{p\,g\,l\,e}{4\,\pi\,S^2\,N\,n}}=A\sqrt{p}$$

en représentant par A le facteur :

$$A=\sqrt{\frac{g\,l\,e}{4\,\pi\,S^2\,N\,n}}$$

Ce facteur ne dépend que des dimensions géométriques de l'instrument. Dans chaque expérience, l'intensité des courants est ainsi donnée par une pesée, et l'exactitude qu'il est possible d'atteindre est très grande, à cause de la sensibilité de la balance. Le terme correctif, dû à la longueur limitée de la bobine extérieure, peut être déterminé, comme nous l'indiquons, soit par le calcul, soit par l'expérience. M. Pellat, qui a employé ces deux méthodes, a trouvé une différence inférieure à un pour cent, entre les deux résultats, et comme ce facteur n'intervient que comme terme de correction, l'influence sur le résultat est absolument négligeable. L'approximation qu'on peut obtenir est environ 1/2000.

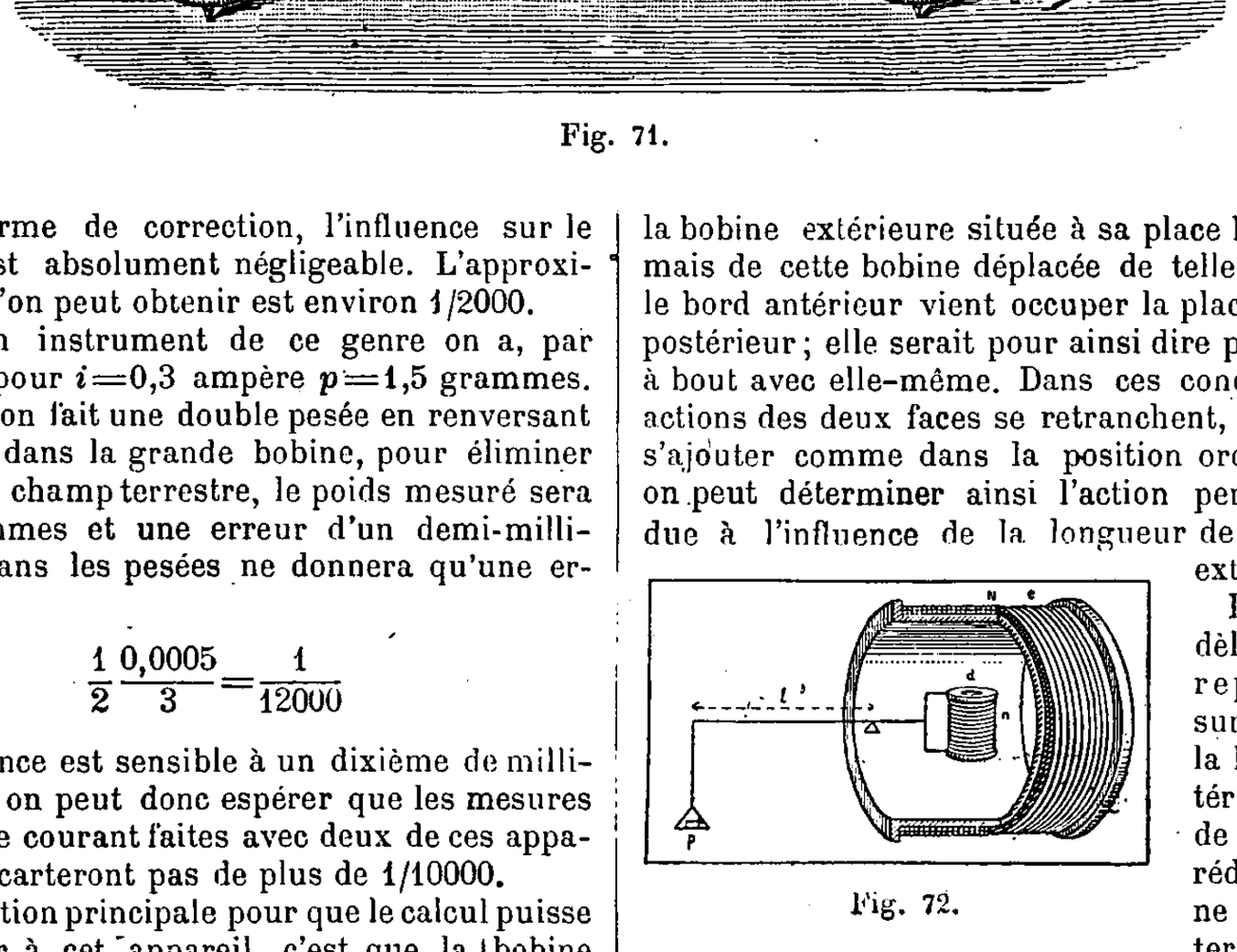


Fig. 71.

Dans un instrument de ce genre on a, par exemple, pour $i=0{,}3$ ampère $p=1{,}5$ grammes.

Comme on fait une double pesée en renversant le courant dans la grande bobine, pour éliminer l'action du champ terrestre, le poids mesuré sera de 3 grammes et une erreur d'un demi-milligramme dans les pesées ne donnera qu'une erreur de

$$\frac{1}{2}\frac{0{,}0005}{3}=\frac{1}{12000}$$

Or, la balance est sensible à un dixième de milligramme : on peut donc espérer que les mesures d'un même courant faites avec deux de ces appareils ne s'écarteront pas de plus de 1/10000.

La condition principale pour que le calcul puisse s'appliquer à cet appareil, c'est que la bobine extérieure doit être très longue de manière à fournir un champ magnétique uniforme dans tout l'espace occupé par la bobine intérieure. Cette condition est assez difficile à remplir ; aussi le calcul exact est-il toujours très compliqué et fort long. Il existe toutefois un moyen physique qui permet de tenir compte de l'influence des extrémités de la bobine mobile ; pour cela on détermine l'action sur la bobine mobile, non pas de la bobine extérieure située à sa place habituelle, mais de cette bobine déplacée de telle façon que le bord antérieur vient occuper la place du bord postérieur ; elle serait pour ainsi dire placée bout à bout avec elle-même. Dans ces conditions les actions des deux faces se retranchent, au lieu de s'ajouter comme dans la position ordinaire, et on peut déterminer ainsi l'action perturbatrice due à l'influence de la longueur de la bobine extérieure.

Fig. 72.

Dans le modèle courant représenté sur la figure, la bobine extérieure est de longueur réduite et on ne peut déterminer la constante de cet appareil que par la comparaison avec un autre appareil construit dans des conditions plus théoriques.

Ces appareils ont l'avantage qu'une fois la constante déterminée, soit par le calcul, soit par la comparaison, de fournir des indications très exactes et qui ne sont influencées par aucune des causes qui rendent incertains les résultats obtenus par d'autres appareils. — P.-H. L.

AMPÈRE-HEURE. On désigne sous ce nom la quantité d'électricité produite pendant une heure par un courant électrique d'une intensité d'ampère. L'ampère-heure est donc égale à 3,600 coulombs, puisque l'ampère est l'intensité d'un courant qui correspond à un coulomb par seconde.

C'est surtout en électro-chimie et en électro-métallurgie qu'on se sert de cette unité.

D'après les mesures les plus récentes un ampère-heure dépose dans un voltamètre à argent sur la cathode un poids d'argent égal à 4g,025 ; ce nombre est exact à moins d'un milligramme près, d'après les dernières mesures de MM. Kohlrausch, Mascart, Lord Rayleigh, Potier et Pellat (1889). Connaissant ce nombre il est facile d'en déduire le poids d'un métal quelconque déposé par un ampère-heure, puisque, d'après la loi de Faraday, ces poids sont proportionnels aux équivalents chimiques. Le tableau suivant donne ce poids pour les métaux qu'on rencontre le plus souvent dans les applications (1).

Poids des métaux déposés par ampère-heure.

Métal	Equiv. chimique	Poids déposé
		grammes
Argent.	108.0	4.025
Aluminium (1).	13.7	0.339
Bismuth.	210.0	7.827
Cuivre.	31.8	1.185
Mercure.	100.0	3.727
Fer proto	28.0	1.081
Fer per (2).	»	1.721
Nickel.	29.5	1.136
Or.	98.3	3.653
Plomb.	103.5	3.857
Zinc	32.7	1.218

(1) L'alumine s'écrivant $Al^2/_3O$, ou $Al\,2/3\,O$, il faut prendre les 2/3 de l'équivalent de l'aluminium $13,7 \times 2/3 = 9,1$.

(2) Pour les sels de peroxyde il faut les 2/3 de l'équivalent du fer.

Le poids d'eau décomposé par ampère-heure est de 0g,335 ; le poids de l'oxygène produit est de 0g,298 et celui de l'hydrogène égale à 0g,03727. Les volumes correspondants sont de 209 centimètres cubes pour l'oxygène et de 418 centimètre cubes pour l'hydrogène.

Dans l'éclairage électrique, on se sert également de l'ampère-heure, lorsqu'il s'agit d'une distribution à potentiel constant. — P.-H. L.

AMPÈRE-MÈTRE. Les ampère-mètres sont des galvanomètres destinés à mesurer l'intensité des courants, toutefois on entend plus spécialement par *ampère-mètres* des appareils dont la résistance est assez faible pour que l'introduction dans un circuit ne modifie pas les conditions de celui-ci et dont la graduation est faite directement en ampères. Il existe un très grand nombre d'ampère-mètres, nous passerons rapidement en revue les instruments les plus employés actuellement :

La boussole des tangentes peut être considérée comme un véritable ampère-mètre, puisque cet appareil peut être construit avec des fils à faible résistance et qu'il est facile de la graduer en ampères ; mais, comme ces appareils sont peu transportables et comme la graduation dépend de l'intensité de champ magnétique, on ne les emploie pas dans l'industrie. Il existe cependant de petits galvanomètres, pour la mesure des faibles courants, dont le principe découle de la

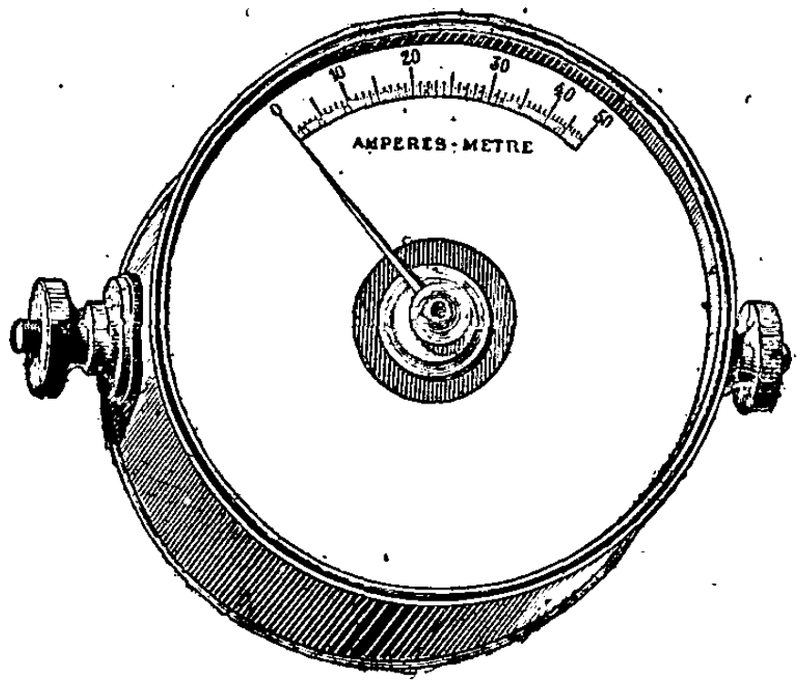


Fig. 73.

boussole des tangentes. M. Gaiffe a combiné de petits galvanomètres, destinés surtout aux besoins de l'électricité médicale, et dont le fil est enroulé de telle sorte que les déviations soient proportionnelles aux intensités des courants. Ces appareils sont ordinairement gradués en milliampères ; on peut mesurer des courants dont l'intensité va jusqu'à 100 ou 200 milliampères.

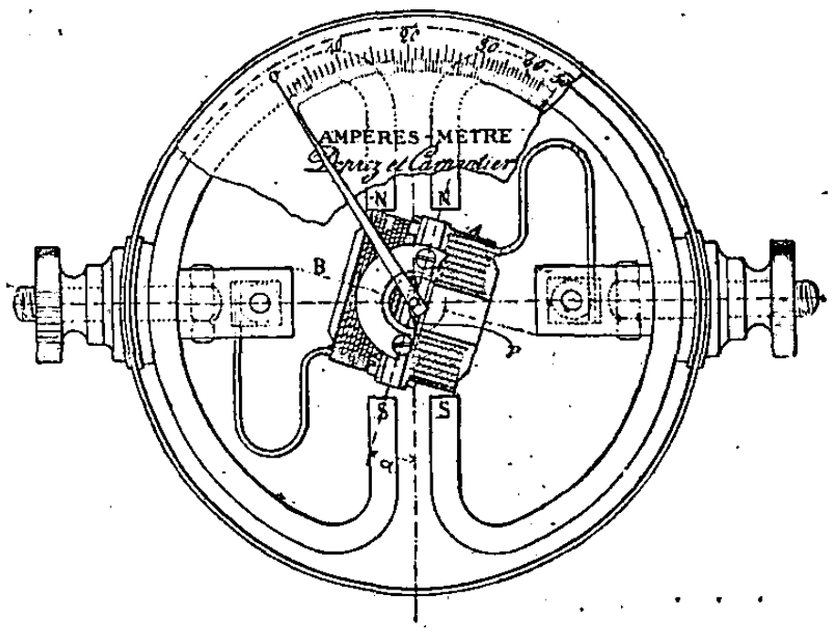


Fig. 74.

Dans un certain nombre d'ampères-mètres industriels, la déviation est produite par une petite palette de fer doux qui se meut entre les branches d'un aimant ; le fil parcouru par le courant est enroulé de façon à fournir un champ magnétique faisant un angle, souvent voisin de 90°, avec le champ magnétique produit par l'aimant. On voit immédiatement que la palette, qui porte l'index prendra une position correspondant à la résultante des deux champs magnétiques. C'est en somme le principe du galvanomètre à arrête de poisson de M. Marcel Deprez.

(1) Les équivalents chimiques ont été pris dans l'*Annuaire du bureau des longitudes* année 1889.

Les ampère-mètres construits par M. Carpentier, et dont les figures 73 et 74 montrent, l'une l'aspect extérieur et l'autre le mécanisme intérieur, sont basés sur le principe que nous venons d'énoncer. Les deux aimants en forme courbe NS, NS (fig. 74) constituent le champ magnétique fixe. Le champ magnétique variable est produit par la bobine B, dont on voit l'enroulement en A. La petite palette *p* en fer doux est dirigée verticalement, comme elle se voit sur la figure, lorsqu'aucun courant ne parcourt la bobine B. Mais, si on relie les bornes de l'ampère-mètre aux extrémités d'un fil parcouru par un courant électrique, le champ magnétique primitif se trouve dévié par celui créé par la bobine et la palette dévie. La graduation de cet instrument se fait par comparaison avant d'autres appareils, ou, ce qui vaut mieux, par la mesure de la différence de potentiel aux bornes d'une résistance connue et intercalée dans le circuit de l'ampère-mètre; on trouve alors l'intensité du courant d'après la loi d'Ohm. Dans les modèles courants, la graduation ira depuis 0 jusque 20, 50 ou 100 ampères. Pour de plus fortes intensités, on emploie un réducteur ou shunt, ce qui permet de doubler ou de tripler la portée de l'instrument. Ce réducteur se compose simplement d'une résistance métallique qu'on attache aux bornes de l'ampère-mètre. Si la résistance du réducteur est égale à celle de l'ampère-mètre, le courant se partage également entre les deux résistances, ampère-mètre et réducteur, et les déviations de l'ampère-mètre pour un même courant seront réduites de moitié.

Le seul défaut qu'on puisse reprocher à ces appareils, et ce défaut est assez grave, c'est que les indications dépendent de l'intensité du champ magnétique produit par les aimants; cette intensité varie donc lorsque le magnétisme des aimants change, ce qui arrive presque toujours au bout d'un certain temps. Il est donc prudent de vérifier de temps en temps la graduation. Pour le reste ils sont commodes et peu encombrants et les indications sont rapides; l'aiguille vient presque immédiatement à sa position définitive.

On a souvent pensé à remplacer les aimants d'acier employés dans les ampère-mètres par des électro-aimants, espérant se débarrasser ainsi des variations que présentent les aimants ordinaires. Mais il intervient ici un autre phénomène dont il est difficile de se défaire : nous voulons parler du magnétisme rémanent ; il arrive souvent que les indications ne sont pas les mêmes pour une même intensité du courant; ces indications peuvent dépendre de l'intensité du courant précédent; par exemple si le courant précédent a été plus fort que le courant qu'on mesure, l'ampère-mètre pourra indiquer un courant trop intense.

Les ampère-mètres de M. Javaux sont basés sur l'attraction qu'un solénoïde parcouru par un courant électrique exerce sur un petit noyau de fer doux, mobile à l'intérieur du solénoïde. L'index est relié mécaniquement au noyau mobile et on conçoit qu'on puisse arriver à obtenir un déplacement de l'index qui est approximativement proportionnel à l'intensité du courant qui traverse la bobine.

M. W. Thomson a imaginé des ampère-mètres basés sur le principe de la boussole des tangentes. Un petit aimant très court, mobile sur une chape d'agate, porte une aiguille assez longue et très légère en aluminium. Le cadre de la boussole a des dimensions restreintes et, dans la position normale, le centre du cadre passe par l'aiguille mobile. Les points distinctifs par lesquels ces ampère-mètres diffèrent de la boussole des tangentes sont : 1° l'aiguille avec l'index et le cadran divisé peut se déplacer de façon à réaliser une boussole de Gaugain : on diminue ainsi la sensibilité et on peut mesurer des courants dont l'intensité varie dans de fortes limites; 2° un aimant additionnel en acier permet de créer un champ magnétique artificiel et de renforcer le champ terrestre : avec deux ou trois de ces aimants on possède donc un nouveau moyen de diminuer la sensibilité et d'augmenter la portée de l'appareil.

Notons encore la méthode très intéressante de la lecture des déviations; l'index en aluminium se termine en lame mince, placée verticalement, et se meut au-dessus d'un miroir sur lequel on a tracé les dimensions; on arrive ainsi à observer les déviations avec une grande approximation.

Les inconvénients de ces appareils sont qu'ils sont légèrement influencés par les masses de fer environnantes et que le magnétisme des aimants additionnels peut varier; puis il faut disposer ces appareils dans une direction donnée, nord-sud, et les mettre dans une position bien horizontale. Ceci les rend assez peu maniables ; aussi s'en sert-on rarement dans la pratique courante. — P. H. L.

AMPHITHÉATRE. Local garni de gradins, dans lequel un professeur donne ses leçons et fait ses démonstrations. Les collèges, les écoles et les grands établissements d'instruction publique sont pourvus d'amphithéâtres de dimensions et formes diverses : certaines de ces salles sont rectangulaires; d'autres sont des hémicycles. Or, le plan sur lequel on les établit et la disposition que l'on donne aux gradins que renferment les amphithéâtres ont pour les auditeurs une grande importance sous le rapport de la vision et de la bonne audition. Il faut : 1° que de tous les points de la salle occupés par ces auditeurs la chaire où se tient le professeur et le tableau, s'il y en a un, soient facilement vus; 2° que la parole même de l'orateur parvienne directement et distinctement en tous ces points.

Le plan demi-circulaire, souvent adopté pour des amphithéâtres destinés à recevoir un auditoire nombreux, place les assistants occupant chacune des banquettes concentriques à égale distance de la chaire située au centre; mais on comprend aisément qu'avec un pareil dispositif les meilleures places soient celles placées au milieu en face de la chaire, dans un espace formant un secteur trapézoïdal dont le petit côté serait la chaire ou le tableau. Cette disposition en trapèze étant d'une application très peu usuelle pour la construction

d'une salle, il s'en suit que la forme rectangulaire, suffisante assurément pour des salles de dimensions restreintes, convient aussi pour des amphithéâtres de moyenne grandeur. L'ensemble des banquettes s'y trouve disposé en gradins. Chacune d'elles peut être dirigée parallèlement au tableau et cela particulièrement dans les salles de petites dimensions. Il est mieux, pour des amphithéâtres plus vastes, de fractionner ces banquettes en trois parties placées tangentiellement à des arcs de cercle dont le centre est un point de l'axe longitudinal de la salle.

L'établissement des *gradins*, qui portent les banquettes et servent à la circulation, doit satisfaire à cette condition que l'assistant puisse, à la fois, voir et entendre commodément. Il y a dans le problème plusieurs données constantes: 1° la hauteur des banquettes formant siège et qui est proportionnée à la taille moyenne des individus; 2° la largeur de ces banquettes et l'écartement utile entre chacune d'elles; la somme de ces deux quantités constituant la largeur même du *gradin*, qui est par le fait également invariable.

Les quantités variables sont les hauteurs successives des gradins. Elles se déduisent d'une courbe dite de *visibilité*, déterminée par cette condition que la ligne partant de l'œil d'un élève et dirigée tangentiellement au sommet de la tête de celui qui précède, vienne rencontrer la chaire ou le pied du tableau. Le chiffre admis pour représenter la hauteur du sommet de la tête au-dessus de l'œil peut être porté à $0^m,14$.

Voici maintenant comment on procède au tracé de la courbe. Etant donnés : 1° le point à voir (chaire ou pied du tableau); 2° la distance de ce point à une première banquette, on cherche, à l'aplomb du devant de cette première banquette, le point où arrive le dessus de la tête de l'auditeur assis et de taille moyenne; par ce point et le point à voir on mène une droite qui, en se prolongeant derrière le premier auditeur jusqu'à la rencontre de la ligne à plomb qui correspond au devant de la deuxième banquette, détermine la position de l'œil du deuxième spectateur. Par le dessus de la tête de celui-ci et par le point à voir, on mène une autre droite qui coupe, à son tour, la verticale passant par le devant du deuxième gradin ou de la troisième banquette, pour déterminer la position de l'œil du troisième auditeur, et, ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait atteint l'extrémité de l'espace qui contient la totalité des gradins. En réunissant tous les points qui ont ainsi déterminé la position de l'œil de chaque spectateur successif, on trouve la *courbe de visibilité*. Cette courbe des yeux étant déterminée, on prend sur les ordonnées, en contre-bas du point visuel, une hauteur constante qui correspond à la hauteur moyenne du buste d'un spectateur ou auditeur assis, ce qui détermine le dessus du siège qui le supporte; puis, en contre-bas encore, une hauteur, également constante, qui correspond à celle du siège et qui fixe la hauteur du gradin au-dessus du sol de départ.

La tracée de la courbe des gradins conduit à cette conséquence, qui peut paraître singulière au premier abord : dans les amphithéâtres où la chaire est notablement au-dessus du sol de départ des gradins, cette courbe se relève près de la chaire, de telle façon que les premières banquettes sont plus élevées que celles venant immédiatement après, et l'ensemble des gradins forme une sorte de cuvette à bords inégalement relevés. Dans la pratique on n'applique pas rigoureusement la règle; on évite le « creux » ou l'inflexion de la courbe. C'est ce qu'a fait tout récemment notre confrère M. Nénot au grand amphithéâtre nouvellement construit à la Sorbonne.

Dans les amphithéâtres de moyenne grandeur, les passages pour se rendre aux places sont placés soit sur les côtés seulement, soit sur les côtés et dans l'axe même. L'entrée des auditeurs est située en haut de la salle, celle du professeur près de la chaire. Les parois des murs doivent être en matière rigide, pierre, plâtre, etc., de nature à répercuter le son, à l'exception de la paroi directement opposée au professeur, qui doit au contraire amortir le son; il est bon pour cela de la recouvrir d'étoffe.

On éclaire les amphithéâtres soit par les deux côtés latéraux, soit par le plafond. Le chauffage et la ventilation sont combinés de façon que l'entrée de l'air se fasse par le haut et que l'air vicié soit expulsé sous les gradins ou bien au pied des parois. — F. M.

• **ANALYSE.** *T. de mathém.* On donne actuellement ce nom à l'ensemble du calcul différentiel et du calcul intégral; ces deux branches des hautes mathématiques sont aussi désignées par le nom commun d'*analyse infinitésimale*, par opposition à l'*analyse finie* qui s'applique particulièrement à l'algèbre supérieure ou élémentaire.

Ces dénominations manquent d'exactitude, car le mot d'*analyse*, pris dans son acception générale, est une méthode de raisonnement qui procède par voie de décomposition, ou qui va de l'inconnu au connu; elle est opposée à la *synthèse*, méthode qui procède par voie de composition, allant du connu à l'inconnu.

En géométrie on fait usage de l'analyse et de la synthèse et l'on peut dire que ces deux méthodes s'appliquent à toutes les sciences.

• **ANALYSE D'UN TISSU.** L'analyse d'un tissu, pour être complète, doit faire connaître le mode spécial de croisement des fils qui le composent, le nombre de ces fils, chaîne et trame, compris dans l'unité de mesure, la nature des différents textiles employés, leur titre de filature, et enfin les proportions suivant lesquelles chacun d'eux entre dans la composition de l'étoffe. De là, un certain nombre d'opérations, souvent très délicates, que l'on peut diviser méthodiquement en quatre séries, selon qu'elles ont pour but : la recherche de l'armure, le calcul de la réduction, l'essai des textiles, ou enfin la détermination des titres et numéros.

1° *Recherche de l'armure.* Pour se rendre compte de la contexture d'une étoffe, et pour en reconstituer l'*armure* sur papier, il est de toute nécessité (à moins cependant que le tissu ne soit très grossier, et l'armure des plus simples), de détisser

duite à duite ou fil à fil, un échantillon de ladite étoffe Aussi cette opération est-elle généralement désignée sous le nom de *décomposition;* elle exige le plus souvent de l'opérateur, non seulement une longue pratique, et des connaissances techniques très approfondies, mais encore une vue excellente et une patience à toute épreuve. Les instruments nécessaires sont : une loupe à trépied, deux longues aiguilles à pointe fine, une pince à bec effilé.

Le premier soin de l'analyste, si l'échantillon dont il dispose ne présente sur aucun de ses bords le moindre fragment de lisière révélateur, doit être de discerner l'un de l'autre les deux éléments constitutifs du tissu, c'est-à-dire de distinguer la chaîne de la trame. Les principaux indices qui puissent l'aider à établir cette distinction, sont les suivants :

1° La direction linéaire des fils de chaîne plus nettement accusée sur l'étoffe, par suite de leur tension beaucoup plus considérable sur le métier ;

2° La régularité plus parfaite de leur espacement, conséquence de leur passage en peigne;

3° Leur résistance plus grande, rendue nécessaire par leur fatigue plus grande au tissage. C'est ainsi, par exemple, que la trame sera un fil simple, doux et souple, tandis que la chaîne, au contraire, sera formée soit de fils plus tordus, plus secs et plus lisses à la fois, soit de fils tordus doubles, dont l'élasticité doit augmenter encore la résistance.

Cette distinction de la chaîne d'avec la trame une fois établie, on effile l'échantillon (préalablement coupé à angle droit), de façon à obtenir sur deux de ses côtés perpendiculaires une frange de six à huit millimètres de longueur. La main droite étant celle qui doit opérer le détissage, on effilera de préférence le bord droit et le bord supérieur du morceau d'étoffe.

Ces préliminaires terminés, on commence la décomposition proprement dite, laquelle, pour plus de commodité, doit être faite sur une table légèrement inclinée recevant le jour obliquement. On place la loupe à trépied sur l'angle supérieur droit de l'échantillon, puis avec la pointe de l'aiguille, tenue de la main droite, on écarte délicatement la première duite, de façon à l'isoler complètement des autres. On peut mieux juger ainsi de l'évolution des fils, et au fur et à mesure que l'on constate leurs *levées* ou leurs *rabats* au-dessus et au-dessous de la duite, on note, au crayon ou à la couleur, sur un papier quadrillé, placé à portée, les *pris* et les *laissés*, en allant tonjours de la droite vers la gauche, puisque le premier fil, celui à partir duquel on commence toujours à compter, est le dernier à droite de l'échantillon. Une seconde aiguille, tenue de la main gauche, sert, à chaque interruption, à maintenir séparé des fils suivants, le dernier fil dont l'évolution a été notée. On continue à *lire* ainsi la duite, jusqu'à ce qu'on s'aperçoive que les fils levés les premiers se répètent régulièrement ; alors seulement on peut défiler cette duite, que l'on saisit adroitement entre les branches effilées d'une pince fine. En opérant de même sur les duites suivantes, dont on note successivement les pointés sous celui de la première, on découvre bientôt la limite du *rapport-chaîne*. Enfin on poursuit duite à duite la décomposition de l'étoffe, jusqu'à ce que l'on rencontre une duite ayant un pointé identique à celui de la première, ou, pour plus de sûreté, jusqu'à ce qu'on rencontre deux duites consécutives répétant les deux premières. Le *rapport trame* est dès lors obtenu, et l'armure de l'étoffe reconstituée en entier sur le papier.

L'opération que nous venons de décrire est rendue plus facile et surtout plus prompte par l'assistance d'un aide. En effet, l'analyste, dans ce cas, lit la duite à haute voix, appelant sans interruption les *pris* et les *laissés* que son aide, attentif, transcrit sur le papier.

Lorsque, dans le tissu à décomposer, l'élément chaîne est en excès considérable sur l'élément trame, il est souvent préférable d'opérer cette décomposition *fil à fil* et non plus *duite à duite*, comme il vient d'être dit. La manière d'opérer reste d'ailleurs la même, en observant toutefois, pour la transcription de l'armure sur papier, que les *pris* deviennent des *laissés*, et inversement, et que, de plus, pour rétablir cette armure dans son véritable sens, on devra, après son achèvement, faire pivoter la mise en carte d'un quart de tour.

Si, par suite de traitements ou d'apprêts spéciaux, consécutifs au tissage, tels que foulage, lainage ou garnissage, gitage, etc., la surface de l'étoffe à analyser est couverte de filaments formant duvet, comme il arrive pour les draps et les molletons, il est de toute nécessité, avant de tenter la décomposition du tissu, de découvrir tout d'abord la croisure. Pour cela, on présente verticalement l'échantillon à la flamme d'une bougie, ou mieux à celle d'un bec de gaz, devant laquelle on le fait vivement passer et repasser, de façon à ne brûler que le duvet, puis on brosse vigoureusement avec une brosse dure. On recommence l'opération autant de fois qu'il est nécessaire pour que le tissu montre complètement la corde, c'est-à-dire pour que la croisure soit nettement découverte.

Lorsqu'il s'agit d'analyser la contexture d'un velours, il faut, tout d'abord, avec une pince très fine, épiler l'échantillon sur une surface d'un centimètre carré environ, afin de mettre à nu le tissu de soubassement, et d'en reconnaître l'armure, toujours simple d'ailleurs (taffetas, natté, gros de Tours, sergé ou satin).

Celle-ci une fois connue, on effile le tissu dans le sens de la chaîne afin de déterminer la proportion numérique suivant laquelle les *fils de pièce* et les *fils de poil* entrent dans la composition de l'étoffe. En effet, si, régulièrement, après avoir effilé un premier fil de pièce, par exemple, le second entraîne avec lui une rangée de pompons de velours, on peut conclure de là, que l'élément chaîne du tissu velours dont on étudie la contexture comporte deux fils de pièce, un poil, deux fils de pièce, un poil, et ainsi de suite ; que si, c'eut été le troisième fil de pièce qui, régulièrement, eût entraîné la rangée de pompons, il eut fallu en déduire que l'élément chaîne était ainsi

constitué : trois fils de pièce, un poil, trois fils de pièce, un poil et ainsi de suite.

Pour déterminer, d'autre part, le nombre de duites insérées entre deux *fers* consécutifs, il suffit d'examiner à la loupe et sur la face d'envers de l'étoffe le bord de l'échantillon garni de la petite frange précédemment produite par l'effilage de quelques fils de chaîne ; on y comptera facilement le nombre des duites (2, 3, 4 ou plus) qui séparent et forment tout à la fois les pieds des pompons de velours.

Ce même examen de l'envers du tissu permettra aussi de reconnaître si tous les fils de poil lèvent sur chaque fer, ou si chacun d'eux n'escalade qu'un fer sur deux. Dans le premier cas, on apercevra les pieds des pompons disposés en quadrille ; dans le second, ils seront disposés en quinconce.

Toutes ces données une fois acquises (c'est-à-dire : 1° la nature de l'armure du tissu de soubassement ; 2° la proportion numérique des fils de pièce et des fils de poil ; 3° le nombre des duites insérées entre deux fers consécutifs ; 4° la disposition en quadrille ou en quinconce des pompons de velours), la reconstitution sur papier de l'armure de l'étoffe veloutée mise à l'étude, sera chose tout à fait élémentaire pour qui connaît les principes de construction des armures de ce genre.

2° *Réduction.* Pour compter la réduction d'une étoffe donnée, on se sert généralement d'une loupe spéciale appelée *compte-fils* (V. ce mot au *Dictionn.*), dont le champ visuel mesure ordinairement un centimètre carré. On place cette loupe sur le bord effilé de l'échantillon, dans le sens de la chaîne dont on compte les fils, puis sur l'autre bord également frangé, dans le sens de la trame dont on compte les duites. Tel est le procédé le plus fréquemment employé pour la recherche de la réduction en chaîne et en trame d'un tissu de finesse moyenne ; mais lorsque la contexture d'étoffe est très fine et très serrée, il est préférable de procéder autrement. On pose alors le compte-fils en plein sur le tissu et l'on compte successivement le nombre de répétitions de l'armure contenues dans la largeur et la longueur du champ visuel de l'instrument, puis on multiplie les deux nombres trouvés, l'un par le *rapport-chaîne*, l'autre par le *rapport-trame* de l'armure, préalablement analysée. On obtient ainsi et plus facilement le nombre de fils et le nombre de duites compris dans l'unité de mesure. Si l'échantillon dont on dispose présente une surface suffisante et si les répétitions de l'armure peuvent être comptées à l'œil nu, il vaut mieux compter ces répétitions sur la longueur d'un décimètre, toute chance d'erreur devenant d'autant moindre que la surface examinée est plus grande.

Il est bon d'observer que si l'on se proposait de reproduire le tissu dans les mêmes conditions de réduction que celles qu'il présente à l'analyse, il faudrait nécessairement, pour le montage du métier, tenir compte de l'*embuvage* de la chaîne et du retrait de la trame au tissage, et puis encore, s'il y avait lieu, du retrait de l'étoffe elle-même au foulage, à la teinture, aux apprêts, etc., retrait qui varie avec le genre et la qualité du tissu, avec la nature et la finesse des matières employées, et que l'expérience seule peut apprécier.

3° *Essai des textiles.* — V. *Dictionnaire*, FIBRES TEXTILES.

4° *Titres et numéros.* Deux moyens s'offrent au praticien pour l'appréciation des titres ou numéros des fils entrant dans la composition d'une étoffe quelconque : l'un est la comparaison de ces fils avec d'autres fils similaires dont les titres sont connus, l'autre est la pesée, au moyen d'une balance de précision, d'un certain nombre d'entre eux, de longueur déterminée.

De ces deux moyens d'appréciation, le premier est le plus simple et le plus sûr à la fois, aussi peut-on dire le plus usité. Voici, pour son emploi, comment on procède : on enlève de l'échantillon de tissu à analyser, un certain nombre de fils de chaîne ou de trame (selon que l'on recherche d'abord le titre des uns ou des autres), soit dix fils, par exemple, que l'on réunit ensuite en un seul faisceau, après s'être rendu compte toutefois de la nature de la matière filée, et en avoir estimé le titre aussi approximativement que peut le faire à première vue un œil exercé. Cela fait, on forme autour d'une carte de 12 à 15 centimètres de hauteur une série de petites échevettes de dix tours, avec différents fils choisis comme termes de comparaison, fils dont la matière sera identique à celle de ceux soumis à l'épreuve et dont les titres se rapprocheront, dans une limite assez étroite en deçà comme en delà, du titre supposé de ces mêmes fils. Ces échevettes, enfin, seront classées et étiquetées selon les titres respectifs des fils qui les constituent.

Ces préliminaires terminés, on ploie légèrement la carte afin d'en détacher facilement la première échevette, puis, entre les deux brins de celle-ci, on introduit l'un des bouts du faisceau préalablement formé avec les dix fils enlevés du tissu, et l'on replie sur lui-même ce faisceau dont on saisit les deux extrémités entre le pouce et l'index de la main droite, la main gauche maintenant de la même façon l'échevette légèrement tendue. On tord alors assez fortement les deux faisceaux ainsi entrelacés, l'un d'avant en arrière, l'autre d'arrière en avant, et si l'œil n'indique aucune différence de grosseur entre les deux torons, on en peut conclure que les fils soumis à l'épreuve sont bien semblables au type auquel on les compare. Dans le cas contraire, on recommence l'essai avec une autre échevette jusqu'à ce que l'on rencontre enfin cette égalité de grosseur, indice de l'égalité des titres.

Le second moyen d'appréciation consiste, nous l'avons dit, à peser avec une très grande précision un certain nombre de fils de *longueur déterminée*, provenant de l'étoffe à analyser, le titre ou numéro d'un fil n'étant, en effet, autre chose que le chiffre indiquant la relation existant entre sa longueur et son poids. Un exemple suffira pour l'intelligence du procédé : soit un échantillon de tissu de coton de 20 centimètres de hauteur, duquel nous défilons cent fils de chaîne, par exemple, lesquels représenteront conséquemment une longueur de 200 mètres. Supposons que le poids de ces 200

mètres de fil soit de 4 grammmes. Pour en connaître le titre, il nous suffira de résoudre l'équation suivante : $\frac{200}{4}=\frac{x}{500}$, soit $x=25$, titre cherché.

— V. *Dictionnaire*, NUMÉROTAGE.

Pour simplifier le calcul, ou plus exactement, pour calculer en chiffres ronds, nous n'avons pas tenu compte de l'embuvage, lequel cependant, dans la plupart des cas, est loin d'être une quantité négligeable, puisqu'il peut varier, selon le genre de tissu de 3 à 10 et même 12 0/0; il est donc indispensable de s'assurer de la longueur réelle des fils sur lesquels on expérimente, en mesurant plusieurs d'entre eux, sous une faible tension, et aussi exactement que possible. Si la chaîne de l'étoffe, au lieu d'être de coton, comme dans l'exemple précédent, était de laine peignée, il faudrait convertir le numéro métrique trouvé, 25, en numéro usité pour cette matière dont le titre se calcule par 714 mètres au lieu de 1,000, par 500 grammes. Il suffirait pour cela de diviser le numéro métrique 25,000 mètres par 714, et de diviser le quotient par 2, soit donc dans ce cas, $x=17\ 1/2$.

La base du numérotage de la matière donnée étant connue, il sera toujours facile de convertir en un numéro *usuel* le numéro métrique obtenu à l'analyse. — CH. V.

• **ANALYSE INDUSTRIELLE DES URINES.** La composition des urines est très complexe et très variable; elle comporte, en effet, un grand nombre de substances organiques et minérales, que l'économie animale rejette par élimination. L'analyse des urines peut être envisagée à deux points de vue différents : 1° au *point de vue médical*, pour constater par la nature et la proportion de certaines substances particulières, les causes ou les effets et les progrès de diverses maladies, telles que l'albuminurie, le diabète, la pierre, etc.; 2° au *point de vue industriel*, pour rechercher et pour utiliser les matières susceptibles de recevoir des applications diverses, en agriculture, par exemple, sous forme d'engrais.

Laissant de côté la partie médicale de l'analyse des urines, nous ne nous occuperons ici que de la recherche des substances minérales, qui en constituent les éléments utilisables.

D'après Boussingault la quantité de *sels ammoniacaux* contenue dans les urines, à l'état normal, est de 0ᵍ,006 à 0ᵍ,010 par 100 grammes d'urine de vache; et, d'après Tiddy et Woodmann, la proportion contenue dans les sécrétions urinaires d'un homme adulte, par vingt-quatre heures, serait d'environ 0ᵍ,10 à 0ᵍ,17 d'ammoniaque.

Le poids des matières minérales peut varier de 6 à 70 grammes par litre; mais la proportion moyenne est, en général, de 17 à 18 grammes, formés d'environ 13 grammes de *chlorure de sodium*, 4 grammes de sulfates alcalins, une très faible quantité de phosphates alcalins et des traces de diverses autres substances. Voici d'ailleurs un aperçu des proportions des matières complexes existant en moyenne dans un kilogramme d'urine :

Eau		952ᵍ,360
Substances organiques	Urée	24.270
	Acide urique	0.400
	Acide hippurique	1.000
	Autres substances ensemble	6.444
Matières minérales	Chlorure de sodium	10.231
	Sulfates alcalins	3.100
	Phosphate de chaux	0.312
	— de magnésie	0.453
	— de soude et de potasse	1.430
		1,000ᵍ,000

Poids du résidu fixe. Le premier point à déterminer, dans l'étude industrielle des urines, est le *poids du résidu fixe* que contient le liquide à traiter. On procédait naguère par évaporation et dessiccation, mais la température à laquelle cette dessiccation s'effectue, si modérée qu'elle soit, peut donner lieu à la décomposition de l'urée, à un commencement de dissociation des sels ammoniacaux et à la volatilisation de quelques substances.

On évite ces inconvénients en appliquant aux urines un procédé indiqué par M. Magnier de la Source; le liquide est contenu dans un vase d'où il ne peut s'écouler que par un bec très étroit; on détermine le poids total du vase contenant l'urine, puis on pèse à nouveau ce vase après avoir versé une petite quantité de liquide, *un centimètre cube* environ, dans un verre de montre plat. La différence des deux pesées donne le poids du liquide soumis à l'essai. Le verre de montre dans lequel ce liquide est versé a été lui-même pesé préalablement. On le porte alors sous une cloche où l'on fait le vide à sec ; l'évaporation se produit, et l'urine est complètement desséchée au bout de vingt-quatre heures au maximum. En pesant ensuite le verre de montre dans lequel est déposé le résidu, on obtient, par différence avec la pesée du verre seul, le poids de résidu fixe laissé par la dessiccation du poids connu d'urine soumis à l'expérience; on détermine également, par différence, le poids d'eau contenue dans la quantité d'urine évaporée.

Détermination du poids des sels minéraux. On peut opérer, par exemple, sur 50 grammes d'urine; on y ajoute une solution titrée de carbonate de soude, en quantité suffisante pour que la liqueur traitée reste alcaline. On évapore alors cette liqueur à 100° dans un creuset de porcelaine, couvert, que l'on chauffe lentement et graduellement jusqu'à ce qu'on ait carbonisé le résidu, ce dont on s'aperçoit quand il ne dégage plus de fumées empyreumatiques. Puis on traite à l'eau bouillante le résidu charbonneux ainsi obtenu; on passe la solution sur un filtre, et on le soumet à l'évaporation, puis à la calcination; on recueille ainsi les sulfates, les chlorures, les phosphates alcalins, avec l'excès de carbonate de soude ajouté; le résidu donne le poids total P de ces sels ensemble. Le filtre et le dépôt qu'il contient sont alors soumis à une calcination complète, dans une capsule de platine tarée, au moyen d'un four à moufle. Le poids Q du résidu calciné représente les phosphates terreux, le carbonate de chaux et de magnésie, avec une trace de silice et de fer. La somme des poids P et Q, diminuée du poids du

carbonate de soude employé, donne le poids total du résidu fixe constitué par les sels minéraux.

Si l'on voulait ensuite doser la soude et la potasse contenues dans l'urine, on les trouverait dans le résidu P, que l'on soumettrait à l'action de l'eau pour les dissoudre, et on procéderait par une des méthodes employées pour la détermination de ces sels.

Dosage de l'ammoniaque totale. C'est surtout la richesse de l'urine en ammoniaque qu'il est important de connaître, au point de vue de son application à la fabrication des engrais. On peut en effectuer le dosage par l'une ou l'autre des deux méthodes suivantes :

1° *Dosage par la liqueur titrée d'acide sulfurique.* On verse dans un ballon 100 centimètres cubes d'urine, on y ajoute quelques centimètres cubes de lait de chaux clair; on ajuste au col du ballon un tube effilé plongeant jusqu'au fond ; on relie, par un tube courbé à angle droit traversant les bouchons, le premier ballon avec un second plus petit, contenant une petite quantité d'eau et disposé dans un appareil réfrigérant ; ce dernier ballon est mis en communication avec un tube à boules de Will et Warrentrapp à moitié rempli d'une solution d'acide sulfurique titrée. Le premier ballon est chauffé à 30° environ, 35° au plus, et on fait le vide dans l'appareil : l'urine entre alors en ébullition et l'ammoniaque, dont la chaux favorise le dégagement, est entraînée avec la vapeur d'eau et se rend, en passant par le second ballon refroidi, dans le tube à boules. Quand on a effectué ainsi la distillation d'environ la moitié du liquide contenu dans le premier ballon, on verse la solution acide du tube à boules dans le liquide condensé dans le second ballon, et on dose par la méthode volumétrique ordinaire le degré de saturation auquel l'acide a été porté par l'absorption de la quantité d'ammoniaque dégagée durant l'opération.

2° *Dosage par le réactif Nessler.* Le réactif de Nessler (*bi-iodure de potassium et de mercure alcalin*), s'obtient en soumettant l'iodure à l'action du bi-chlorure de mercure, et, avec addition d'une solution modérément concentrée de soude caustique. Ce réactif détermine une coloration jaune, suffisamment sensible, dans une liqueur ne contenant que 2 millionièmes d'ammoniaque.

Pour l'appliquer au dosage de l'ammoniaque contenue dans l'urine, on étend d'une quantité d'eau connue cette urine jusqu'à ce que le mélange soit devenu à peu près incolore ; alors en y versant une petite quantité de réactif, on détermine une coloration jaune nettement caractérisée. On opère ensuite sur un volume connu d'une solution étendue, préalablement titrée, de sel ammoniac, dans laquelle on verse quelques gouttes de réactif, et, comme on obtient ainsi avec ce second liquide une coloration plus foncée que celle du premier, on ajoute au second de l'eau distillée jusqu'à ce que l'on ait ramené sa coloration à une égalité parfaite de teinte avec le premier liquide. Quand *les teintes* sont égales, on admet qu'*à volume égal*, les deux liquides contiennent la même *quantité d'ammoniaque*. Or, en déterminant les proportions relatives des volumes obtenus pour arriver à cette égalité de teinte, comme on sait d'avance la proportion contenue dans la liqueur titrée de sel ammoniac, on en déduit la proportion d'ammoniaque contenue dans le volume primitif d'urine soumis à l'expérience.

Le dosage des autres substances, chlorures, phosphates, sulfates et carbonates, et celui de l'urée, ne présentant pas le même intérêt, au point de vue spécial auquel nous nous sommes placé, nous bornerons à la détermination de l'ammoniaque les notions élémentaires de l'analyse industrielle des urines. — G. J.

* * **ANCRAGE.** *T. de constr.* On désigne ainsi : 1° le système d'attache des extrémités des solives de fer aux murs qui les supportent, procédé qui est particulièrement appliqué aux poutres ou solives maîtresses ; 2° l'ensemble des moyens employés pour arrêter et fixer dans les murs l'extrémité des *chaînages* (plates-bandes de fer) qui renforcent les constructions au niveau de chaque plancher en s'opposant à l'écartement des murs.

ANCRE. Les ancres ordinaires, constituées par une verge munie de deux pattes, avec un jas fixe, perpendiculaire au plan formé par la verge et les pattes, présentent certains inconvénients qui ont fait rechercher d'autres formes plus simples et présentant des garanties égales de solidité et de tenue. Les reproches principaux que l'on fait aux ancres ordinaires sont les suivants :

Par suite de la disposition en croix des pattes et du jas fixe, l'encombrement à bord est considérable, les difficultés d'accorage et de mouillage assez grandes ; de plus, toute la tenue de l'ancre se fait sur une seule patte, l'autre restant au-dessus du fond, de sorte que dans les mouillages où la profondeur de l'eau n'est pas très grande, cette patte peut constituer un danger sérieux pour les bâtiments voisins ; enfin, la chaîne seule passe avec ce système par le trou de l'écubier qu'on est obligé de fermer avec une tape en fer de forme souvent compliquée.

Une des premières modifications a consisté à remplacer le jas en bois par un jas en fer s'engageant dans un œil pratiqué au bout de la verge. Le jas tenu par une simple clavette, est coudé à angle droit à une de ses extrémités, il peut glisser dans l'œil et venir s'appliquer le long de la verge. On voit ainsi que pour les ancres autres que celles de mouillage, destinées à être amarrées à bord, on peut diminuer l'encombrement dans une proportion très grande. La diminution d'encombrement est le seul inconvénient évité par l'emploi de ce système. Par l'adoption des ancres à pattes articulées on a cherché à supprimer tous les inconvénients énoncés plus haut.

Dans l'ancre Trotmann, les pattes tournent dans leur plan autour d'un axe perpendiculaire à la verge et situé dans le plan de celle-ci et du jas. On voit ainsi que lorsqu'une des pattes s'enfonce, le bec de l'autre patte s'appuie sur la verge. On supprime donc tout danger pour les bâtiments voisins. Ces ancres, par suite de la mobilité des

pattes qui se portent dans un sens ou dans l'autre, sont assez difficiles à rentrer à bord.

Dans les ancres Martin, l'axe est également dans un plan perpendiculaire à la verge et dans le plan de celle-ci et du jas, mais les pattes se portent toutes les deux à la fois du même côté pour s'enfoncer dans le sol; leur mouvement de rotation doit donc être limité par un butoir. L'ancre Martin réalise les conditions d'une bonne ancre commerciale parce qu'elle se place facilement à bord, mais la marine de l'Etat ne l'a pas adoptée parce que sa tenue est un peu moins bonne. Il peut se faire aussi que la vase s'engage dans la partie élargie du tourillon et empêche les pattes de tourner. Enfin, la Compagnie des Messageries maritimes emploie aujourd'hui à bord d'un certain nombre de ses paquebots, une ancre d'un système spécial dont la verge s'engage dans le trou de l'écubier quand on la rentre à bord. On bouche ainsi ce trou, et quand on veut mouiller, il suffit de laisser filer la chaîne.

ANÉMOMÈTRE. *Anémomètre enregistreur.* L'anémomètre enregistreur électrique de M. Hervé Mangon, dont on s'est servi d'abord à l'Observatoire météorologique de Montsouris et qui donnait seulement les huit principales directions du vent, a été modifié par M. Salleron de manière à obtenir seize directions nécessaires au calcul de la résultante. La bande de papier sans fin sur laquelle s'inscrivaient automatiquement les indications au crayon et plus tard à l'encre, a été remplacée par un grand cylindre noirci, marchant pendant une semaine, sous l'action d'un mouvement d'horlogerie.

Le mécanisme de l'enregistrement électrique de la *direction des vents* a pour base l'électro-aimant. Il est analogue à celui qui sera décrit plus loin pour les instruments placés au sommet de la Tour Eiffel.

Pour la *vitesse du vent*, l'inscription se fait par un électro-aimant particulier, chaque fois que le vent a parcouru 500 mètres (en faisant tourner un système d'engrenages) l'électro fait marquer au style un point sur une bande de papier sans fin qui se meut uniformément. Pour apprécier la *brusque impulsion du vent*, on a recours à l'*anémographe à pression*, qui se compose de godets coniques fixes, orientés aux quatre coins d'un mât et auxquels sont adaptés de longs tuyaux de cuivre aboutissant à une boîte métallique analogue à celle d'un baromètre métallique. Le vent, en pénétrant dans ces godets, comprime l'air dans la boîte élastique dont la pièce mobile est munie d'une aiguille indicatrice qui inscrit ses mouvement sur un cylindre tournant uniformément.

Anémomètres enregistreurs électriques de la Tour Eiffel. Les derniers perfectionnements apportés aux anémomètres sont dus à MM. Richard frères, ingénieurs constructeurs, qui, pendant la durée de l'Exposition, recueillaient les indications des instruments placés au sommet de la Tour et les enregistraient automatiquement, au moyen de l'électricité, dans leur vitrine du Palais des Arts libéraux. Parmi ces instruments se trouvaient les suivants, qui sont actuellement reliés au Bureau central météorologique de la rue de l'Université.

La girouette pour la *direction du vent.* Le principe d'enregistrement est simple. La girouette est munie d'un bras vertical portant un contact en platine. Ce bras frotte sur un collier isolant relié à la hampe et sur lequel se trouvent incrustées huit touches métalliques verticales, régulièrement espacées, de manière que le contact frotteur porte toujours sur l'une d'elles, ou sur deux voisines. A chacune de ces touches est soudé un fil conducteur aboutissant à l'appareil enregistreur. On conçoit que si le pôle positif d'une pile est attaché à l'axe de la girouette et le négatif au style frotteur, le courant électrique passera toujours par l'une des touches, animera alors un électro-aimant correspondant de l'enregistreur. Celui-ci, attiré, viendra marquer une empreinte sur le cercle correspondant à la direction du vent, dont la lettre est inscrite d'avance. Un mouvement d'horlogerie vient de cinq en cinq minutes, pousser le style de manière à lui faire décrire un arc de cercle sur le cylindre qui fait un tour en vingt-quatre heures.

Dans ce système, il faut autant de fils que l'on veut d'indications de direction des vents. MM. Richard ont trouvé un moyen ingénieux (en établissant le synchronisme entre le mouvement de l'appareil au sommet de la tour et celui de la station) de réduire, en tous les cas, le nombre des fils à quatre seulement.

Le second appareil employé par les mêmes ingénieurs est un *anémo-cinémographe* électrique destiné à enregistrer le *mouvement*, c'est-à-dire la *vitesse* du vent. Un anémomètre à palettes placé au sommet de la tour est mis en rapport électrique avec l'appareil enregistreur. Un électro-aimant fait mouvoir un style qui inscrit un point chaque fois que les palettes de l'anémomètre de la tour ont décrit une longueur de 5,000 mètres. L'appareil inscripteur dont le cylindre fait un tour en vingt-quatre heures, contient un mécanisme qui calcule automatiquement et enregistre la *vitesse du vent* à un moment quelconque de la journée.

Le troisième appareil est l'enregistreur du *mouvement vertical de l'air.* Il donne seulement les chemins parcourus et fournit des diagrammes continus qui montrent les mouvements plus ou moins brusques du vent, de haut en bas ou de bas en haut. (Voir pour les détails, *la Lumière électrique* du 31 août 1889, p. 422.) — C. D.

***ANÉMOSCOPE.** *T. de météor.* Tout appareil indiquant la direction du vent. De temps immémorial, la girouette, placée au sommet des édifices, des clochers, des maisons particulières, a servi à cet usage. Mais elle ne peut donner que la direction des vents à la surface de la terre et encore ses indications sont-elles modifiées, faussées par les circonstances locales. Or, il est utile, pour la météorologie, de connaître la direction des vents supérieurs. La direction des nuages donne celle des vents dans les régions élevées de l'atmosphère. Pour faire commodément cette observation

on se sert d'un miroir horizontal, sur lequel on a tracé une *rose des vents* et qu'on oriente à l'aide d'une boussole. Cette rose est un cercle divisé d'abord en quatre parties égales, marquant les quatre points cardinaux, N., E., S., O. Entre ceux-ci, on a intercalé des divisions NE, SE, SO, NO. Enfin, la rose des vents complète, la rose des marins, contient encore 16 divisions intermédiaires qui se désignent au moyen de 8 vents principaux comme il suit, chaque ligne correspondant à 1/4 de la rose :

N, *n* 1/4 *ne*, N. NE, *ne* 1/4 *n*, NE, *ne* 1/4 *e*, E. NE, *e* 1/4 *ne*, E E, *e* 1/4 *se*, E. SE, *se* 1/4 *e*, SE, *se* 1/4 *s*, S. SE, *s* 1/4 *se*, S S, *s* 1/4 *so*, S. SO, *so* 1/4 *s*, SO, *so* 1/4 *o*, O. SO, *o* 1/4 *so*, O O, *o* 1/4 *no*, O. NO, *no* 1/4 *o*, NO, *no* 1/4 *n*, N. NO, *n* 1/4 *no*, N

Chaque intervalle se nomme un *rhumb*. Quand le vent change de direction, on dit qu'il saute d'un ou plusieurs rhumbs.

Si l'on veut indiquer avec plus de précision la direction du vent, on partage le cercle en 360°. Par les lettres N ou S on indique d'abord que le vent vient de l'hémisphère nord ou sud; puis on met le nombre de degrés dont sa direction s'écarte du méridien, à l'est ou à l'ouest. Ainsi, N 30° O, signifie que le vent vient du nord à 30° ouest.

On connaît diverses sortes d'*anémoscopes*, depuis la simple girouette qui ne donne que des indications fugitives et souvent trompeuses (parce qu'elle manque parfois de sensibilité et d'aplomb) jusqu'à ces appareils enregistreurs mécaniques ou électriques écrivant la direction des vents et la durée de chacun d'eux; ce sont de véritables *anémographes* (V. ce mot au *Dictionnaire*). Ces anémoscopes écrivants sont consultés dans les observations météorologiques en même temps que les *anémomètres* (V. ce mot au *Dictionnaire*) qui mesurent et enregistrent la vitesse des vents.

Dans l'anémoscope mécanique le plus simple, sinon le plus sensible, la plaque de la girouette est soudée à une tige verticale passant dans un anneau fixé au toit et mobile sur un pivot inférieur. Cette tige entraîne dans son mouvement une aiguille, parallèle à la girouette, placée en regard d'un cadran sur lequel est tracée une rose des vents. L'anémoscope de M. Taupenot, celui de M. Piazzi Smith, perfectionné par M. Salleron, sont plus compliqués.

M. Th. du Moncel avait indiqué différentes dispositions d'*anémoscopes électriques* (V. son *Exposé des applications de l'électricité*, 3e éd., t. IV, p. 343).

L'anémoscope électrique de M. Yeates, de Dublin, fonctionne avec régularité. Le *transmetteur* peut être une simple girouette. « Dans tous les cas, l'axe vertical qui supporte le système mobile, doit se mouvoir avec lui, afin de pouvoir faire réagir, suivant la direction du vent, un *commutateur* particulier placé au bas de l'appareil. Or, celui-ci est disposé de telle façon que les mouvements de la girouette, dans un sens ou dans l'autre, peuvent être répétés électriquement sur le *récepteur* par une aiguille mobile autour d'un *cadran indicateur* », portant 16 divisions dont 8 ont les désignations N, NE, E, SE, S, SW, W, NW, correspondant aux 16 dents de la roue d'échappement.

Il est rare que dans les observatoires on emploie isolément l'anémoscope. On possède actuellement des appareils qui enregistrent électriquement, d'une manière continue, la direction, la durée et la force des vents. — C. D.

• **ANGLAIS** (Art). Le peuple anglo-saxon paraît, comme tous les peuples du Nord, peu porté vers les beaux-arts proprement dits, et, dans les arts décoratifs, il semble avoir prêté plus d'attention aux arts du métal où souvent la matière apporte une valeur intrinsèque appréciable.

Les Anglais n'ont rien fourni d'original à l'histoire de l'art, et cependant, par ostentation sans doute plus que par goût, ils ont consacré à leurs églises, à leurs châteaux et à la décoration de ces édifices des sommes considérables.

Architecture. Il existe encore sur le sol de la Grande-Bretagne plusieurs églises de la première époque, évidemment inspirées des constructions en charpente comme l'indique notamment la forme des arcs en triangle isocèle qui surmontent les ouvertures. Pendant longtemps ce pays semble avoir montré peu de ferveur, et surtout avoir beaucoup souffert de ses longues luttes intestines, car les églises sont petites et mal bâties, à colonnes lourdes et basses. Avec la conquête normande, les plans sont conçus plus hardiment, dans des proportions plus grandes, les colonnes s'élèvent, les voûtes sont plus solides. En même temps la féodalité nouvellement installée sur le sol élève partout des châteaux. Parmi les constructions normandes les plus remarquables, on peut citer tout ou partie des cathédrales de Rochester, d'Ely, de Winchester, des églises Saint-Barthélemy à Londres, de Barfreston, de Saint-Alban, de Sainte-Croix dans le comté de Hampton, et plusieurs églises assez belles du comté de Norfolk.

L'introduction de l'ogive dans la construction est, en Angleterre, un peu postérieure à notre époque de transition. C'est vers le milieu du XIIe siècle qu'il faut reporter la belle église Sainte-Croix, près de Winchester, et celle de Shoreham, en Sussex, les plus remarquables modèles de la transition anglaise, mais bien éloignés pourtant de la perfection de nos belles églises contemporaines. Un des plus beaux monuments religieux de cette première époque ogivale est la cathédrale de Canterbury, dont le plan fut donné par un Français, Guillaume de Sens.

Le monument le plus parfait du style ogival anglais est la cathédrale de Salisbury (1220-1260); ensuite viennent les cathédrales de Lichfield, d'Ely, d'York, de Winchester, de Péterborough, d'Oxford, d'Exéter, qui pour la plupart commencées au XIIIe siècle, ont été terminées au XIVe. De cette deuxième époque datent encore la cathédrale de Bristol, Saint-Étienne à Westminster-Abbey, et le chœur de la cathédrale de Carlisle.

Ce qu'il y a de plus original dans l'architecture anglaise à toutes les époques, c'est la tendance aux combinaisons de lignes rectangulaires. Les tours sont ordinairement carrées ou polygonales avec d'énormes créneaux qui se profilent sur le ciel. D'autre part, les sculptures sont rares et la décoration consiste surtout en moulures.

L'exagération de ces principes conduit, au XVe siècle, à un art tout national qui, au moment où tout le continent tombait dans l'abus des lignes contournées ou flamboyantes, se restreint rigoureusement aux lignes perpendiculaires qui lui ont donné son nom. Dans ce style perpendiculaire sont bâties les églises du collège royal de Cambridge, Saint-Georges de Windsor, la chapelle de Henri VII à Westminster-Abbey, une façade de la cathédrale de Winchester, et un grand nombre de palais et châteaux, parmi lesquels on peut citer Westminster et le château de Windsor.

Le Renaissance anglaise se distingue surtout par l'imitation trop littérale des édifices grecs et romains. Inigo Jones, Christophe Vren, sont les plus célèbres des architectes de l'époque, et ils n'ont rien fait pour rénover l'art, ni même pour le maintenir dans la voie déjà tracée. Avec des qualités indiscutables de science archéologique et technique, la salle du banquet du palais de Whitehall, les hôpitaux de Greenwich et de Chelsea, et Saint-Paul de Londres, ne sont que des pastiches. Notons cependant que l'architecture privée est restée très attachée aux traditions du gothique national.

Quant à l'époque actuelle, elle est, comme partout, toute d'imitation ancienne ou de tâtonnements. Cependant on doit louer les architectes anglais d'avoir cherché toujours les améliorations pratiques dans les intérieurs, et le pittoresque dans les formes générales autant que dans les détails. Il est vrai qu'ils ne l'ont pas toujours fait heureusement, mais pour l'avenir de l'art, en pareille matière, mieux vaut, à notre avis, des erreurs que l'indifférence. Enfin, il est juste de rappeler que les Anglais ont tiré de bonne heure, un bon parti du fer dans la construction. Leur palais de Cristal, élevé en 1851, a été un excellent modèle et le point de départ d'un certain nombre de tentatives analogues qui vont révolutionner à bref délai l'architecture civile.

Peinture. Il existe une école anglaise de peinture qui, en dehors du portrait, où elle a des maîtres excellents, paraît avoir montré plus de bonne volonté que de talent véritable et surtout indiscutable. Il est certain que les artistes anglais sont en général peu scrupuleux en dessin, et que, pour la couleur, ils voient autrement que nous. La place que notre collaborateur si autorisé E. Chesneau a déjà consacrée à ces artistes (V. *Dictionnaire*, PEINTURE), nous dispense d'insister sur les mérites d'une école qui n'a d'ailleurs aucun intérêt au point de vue décoratif.

Sculpture. Nous avons dit que, soit manque de goût, soit impuissance, la sculpture anglaise du moyen âge a été nulle. Pendant la Renaissance, elle est d'une sécheresse déplorable, et dès qu'elle ne trouve plus de commandes, elle s'arrête d'elle-même. Un seul artiste se distingue, brille pendant trente ans d'un vif éclat et disparaît sans laisser d'élèves capables de lui succéder; c'est John Flaxmann (1755-1826), qui avait été chercher à Rome les saines traditions de l'antique, et les transforma avec une élévation de pensée et une élégance dignes des plus grands maîtres. Après lui on ne peut citer que Chantrey, dont la réputation fut aussi grande qu'elle paraît peu justifiée aux yeux d'un public français, italien ou allemand. Les artistes contemporains n'ont guère réussi que dans le portrait.

Gravure. Les premiers graveurs anglais, qui ne commencèrent que tard à former un groupe, furent élèves des allemands. William Faithorne, le plus ancien qui mérite d'être connu, avait travaillé avec Nanteuil, et se fixa vers 1650 en Angleterre, où sa réputation devint vite très grande. Mais la vogue des artistes anglais ne date que de l'importation chez eux de la gravure à la manière noire, à laquelle ils sont encore restés attachés, quoi que ce procédé soit partout ailleurs abandonné comme insuffisant à rendre certains effets doux et fins.

Depuis, les graveurs anglais n'ont jamais cessé de se retremper dans l'art français, tels Strange, Ingram, Ryland, Woollett et ses élèves. Mais ce qui est remarquable dans ce pays, c'est l'extension donnée à la production des estampes et la perfection du travail. L'impulsion est fournie par Hogarth et Reynolds, suivie par un grand nombre d'artistes habiles encouragés par les souscriptions enthousiastes de l'aristocratie. Pendant près d'un siècle, l'Europe a été couverte d'épreuves anglaises reconnaissables à une très grande finesse de tailles, à un grand velouté dans les chairs et dans les étoffes, mais aussi à une regrettable monotonie d'aspect, à une opposition de tons toujours la même; la lithographie d'abord, puis la gravure sur bois et enfin, tout récemment l'eau-forte, sont parvenues à enlever aux Anglais le monopole qu'ils exerçaient partout dans le domaine de l'illustration. Pourtant plusieurs artistes se distinguent par des qualités réelles : Abraham Raimbach, S.-W. Reynolds, Cousins.

Tapisseries. L'Angleterre est restée longtemps tributaire de la Flandre et de la France, mais tout à coup, sous l'impulsion de Jacques Ier qui avait appelé un atelier de tapissiers flamands, et de Charles Ier qui ne cessa de les encourager par des subventions et des commandes une manufacture se forme à Mortlake, reçoit des cartons de Raphaël, de Rubens, de Van Dyck, et parvient vite à un haut degré de perfection. Les plus belles tentures sont les *Actes des Apôtres* et l'*Histoire de Vulcain*. Malheureusement cette fabrique n'eut qu'une existence éphémère, et les ateliers établis postérieurement à Soho, à Londres, à Exeter, n'ont pas été à la hauteur de cette première tentative, dont les résultats avaient été comparables aux chefs-d'œuvre sortis à la même époque des ateliers des Gobelins.

Céramique. L'Angleterre ne tient une place dans l'histoire de la céramique que par l'invention de la faïence fine, dite *terre de pipe*, et par l'impression mécanique. Mais cette place est très grande au point de vue pratique, car on lui doit tous les services de table, de toilette, les carrelages, etc., à bas prix dont l'Europe a été et est encore inondée. Au point de vue artistique, il y a bien des réserves à faire, non seulement sur des procédés qui n'ont aucune solidité, aucune résistance, mais sur le but de ces reproductions mécaniques qui sont rarement choisies par nos voisins avec intelligence et avec goût.

Quoi qu'il en soit, la faïence anglaise mérite par sa production extraordinaire une mention spéciale. C'est par hasard, dit-on, qu'un potier trouva la combinaison de silex broyé qui forme le fond de cette faïence. Les potiers de Lambeth, établis là vers 1640, et ceux de Staffordshire, dont l'industrie se développa beaucoup à la fin du XVIIe siècle, commencèrent la vulgarisation du produit nouveau, qui cependant ne reçut sa forme définitive et son succès assuré qu'avec les travaux de Wedgewood en 1759. Non seulement ce Palissy de l'Angleterre, comme on l'appelle souvent, perfectionna la pâte même et les procédés de la poterie, mais il transforma l'impression sur céramique, récemment inventée par John Sadler, et chercha toujours, quelquefois avec succès, à donner aux pièces sorties de ses ateliers une apparence artistique. Il réussit fort bien dans les copies d'après l'antique. Le développement qu'il assura à la faïence anglaise par ces travaux fut tel, que les poteries du Staffordshire, à l'époque de sa mort, étaient au nombre de plus de 20,000! Ses manufactures étaient situées à Burslem et à Etruria-under-Lyme. D'autres très importantes furent établies à Bradwell, à Liverpool, à Burslem, à Stoke; celle dont les produits, imprimés en bleu, ont été le plus répandus chez nous, est de la fabrique de Minton. En France on a peu réussi l'imitation de la faïence terre de pipe, mais les recherches dans ce sens ont conduit chez nous à l'invention de la porcelaine opaque, qui a sur la faïence auglaise la supériorité de la blancheur.

Orfèvrerie. A toutes les époques, les Anglais se sont distingués par leur goût pour les métaux précieux. Aussi l'orfèvrerie a-t-elle été de bonne heure un de leurs arts industriels les plus avancés. Il est regrettable néanmoins que leurs ouvriers se soient toujours montrés inférieurs dans la conception de leurs œuvres, chez lesquelles la qualité n'est pas comparable à la quantité.

Pourtant, pendant tout le moyen âge, l'orfèvrerie anglaise a joui d'une réputation qui ne devait pas être usurpée, à côté de la prospérité de notre école. Mais il n'en reste que de bien rares spécimens, la révolution

religieuse et les difficultés auxquelles l'aristocratie s'est trouvée aux prises, a causé une ruine irrémédiable. A l'époque de la Renaissance le principal centre paraît avoir été Norwich, et le meilleur artiste Péter Peterson, dont il reste plusieurs pièces très belles. On sent déjà une recherche qui conduira sûrement au mauvais goût qu'on reprochera plus tard aux productions anglaises. La belle période de l'orfèvrerie anglaise est le XVII^e^ siècle, de même qu'en France, mais l'Angleterre n'a pas subi la terrible crise de 1700 qui, chez nous, a fait disparaître tant de chefs-d'œuvre en métal précieux, et elle a gardé de superbes pièces qui témoignent d'un faste inouï, notamment le service fabriqué en 1702 pour Marlborough; malheureusement il n'y faut pas chercher du style ou un goût épuré. C'est le luxe sérieux de marchands enrichis. Notons cependant au passage les noms de quelques orfèvres qui ont cherché à sortir de l'ornière : Paul Lemaire, de Londres, Hamlet, Worralow, de Wolverhampton, Rundel et Bridge, qui reçurent de Flaxmann quelques heureuses inspirations.

Dans notre siècle, l'Angleterre a produit un nombre incalculable de pièces d'orfèvrerie dont plusieurs ont certainement une valeur artistique; Mortimer, Hunt et Roskell, Hancock, Garrard, Watherton, Joseph Brown, sont des orfèvres habiles et en progrès sur leurs devanciers. Mais ce succès un peu tardif n'est-il pas dû à des artistes français émigrés, qui n'ont plus trouvé en France l'encouragement qu'ils espéraient à leur talent, tels que Wechte et Maurice Ladeuil, dont les œuvres ont gardé dans ce pays de l'orfèvrerie une supériorité incontestable? — C. DE M.

• * **ANGLAISAGE.** *T. de bonnet.* Opération qui consiste à renforcer le tricot sur partie de sa largeur. On la réalise de deux manières : 1° en faisant travailler deux fils à côté l'un de l'autre, en les liant et les « chevalant » sur une aiguille commune, c'est l'*anglaisage par juxtaposition*; 2° en tissant un ou plusieurs fils sur toute la largeur du métier et en leur adjoignant un ou plusieurs fils sur la ou les parties à renforcer, c'est l'*anglaisage par superposition*.

Le dernier procédé est généralement employé pour les articles de couleurs unies, tandis que le premier convient aux tricots fantaisie.

Dans les deux cas, on utilise habituellement pour l'anglaisage des fils ne mesurant, en diamètre, que le tiers ou le quart du ou des fils servant à fabriquer le corps du tissu. Lorsqu'on dépasse cette proportion, le tricot manque de souplesse à l'endroit des renforcements et est trop lâche dans le reste. — A. R.

• **ANGLE.** *T. de géom.* On appelle *angle* l'espace indéfini compris entre deux droites qui se coupent. Deux angles sont égaux s'ils peuvent coïncider.

Une ligne droite AB est perpendiculaire à une seconde CD lorsqu'elle fait avec celle-ci, d'un même côté deux angles égaux. Chacun de ces angles porte le nom d'*angle droit*. Tous les angles droits sont égaux entre eux.

Les propriétés principales des angles droits, et les problèmes relatifs aux lignes droites perpendiculaires constituent le début de la géométrie élémentaire. Nous ne croyons pas utile de les reproduire ici. — V. *Dictionnaire*, PERPENDICULAIRE.

L'*angle de deux lignes courbes* est l'angle formé par leurs tangentes; l'*angle dièdre*, est l'espace indéfini compris entre deux plans qui se coupent (V. DIÈDRE); l'*angle trièdre* est l'espace indéfini compris entre trois plans qui se coupent deux à deux et qui ont un point commun (V. *Dictionnaire*, TRIÈDRE); on nomme *angle polyèdre* ou *angle solide*, l'espace indéfini compris entre plusieurs plans qui ont un point commun.—V. *Dictionnaire*, SOLIDE.

Mesure des angles. On démontre en géométrie que si du sommet d'un angle variable on décrit une circonférence de rayon invariable, l'arc intercepté sur cette circonférence entre les côtés de l'angle est proportionnel à l'angle lui-même. Il en résulte que si les unités d'angle et d'arc sont convenablement choisies, l'angle et l'arc seront mesurés par le même nombre, ce qui a fait dire que l'angle placé au centre d'une circonférence a pour mesure l'arc compris entre ses côtés. Il en résulte aussi qu'au lieu de mesurer un angle, on pourra mesurer l'arc compris entre ses côtés, et c'est effectivement ce qu'on fait dans la pratique, car tous les instruments propres à la mesure des angles se composent essentiellement d'un cercle divisé auquel est fixé une alidade ou une lunette. On aligne successivement cette alidade ou cette lunette suivant les deux côtés de l'angle qu'on veut mesurer; mais, en passant de la première position à la seconde, le cercle a tourné et un certain nombre de divisions ont passé devant un index fixe. Le nombre de ces divisions qui est égal à la différence des numéros qui se trouvent en regard de l'index dans les deux positions donnera la mesure de l'angle.

Généralement on partage la circonférence en 360° (V. *Dictionnaire*, DEGRÉ). Comme il faut quatre angles droits pour recouvrir tout le plan, il s'en suit que la circonférence ou 360° correspond à quatre angles droits et par conséquent un angle droit vaut 90°.

Le degré se divise en 60 minutes et la minute en 60 secondes.

Dans les questions théoriques on prend souvent pour unité d'angle, l'angle qui intercepte un arc égal au rayon : il vaut 57°,19',44",81. — M. F.

Pour mesurer les angles tracés sur le papier on se sert du *rapporteur*. — V. ce mot au *Dictionnaire*.

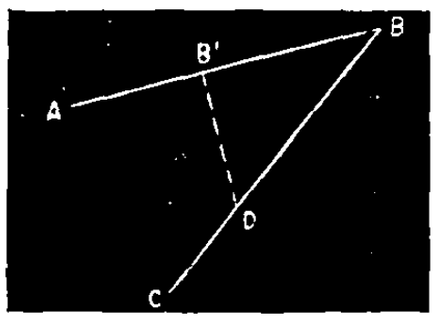


Fig. 75.

Sur le terrain, on peut employer divers instruments tels que le *graphomètre* ou le *théodolite* (V. ces mots au *Dictionnaire*). Mais on peut aussi suppléer au défaut d'instrument par le procédé suivant : Supposons qu'il s'agisse de déterminer l'angle ABC (fig. 75).

Nous mesurerons sur le terrain, à l'aide d'une chaîne d'arpenteur, une longueur quelconque BB'.

Nous mesurerons de la même manière une longueur BD sur le second côté de l'angle, et enfin la longueur B'D. Nous connaîtrons ainsi les trois côtés d'un triangle que nous pourrons reporter sur le papier, et l'angle B pourra se mesurer au rapporteur.

Il arrive très souvent que des obstacles empêchent la mesure des angles sur le terrain, comme par exemple lorsqu'il s'agit de mesurer l'angle formé par l'intersection de murs de clôtures élevées ou de bâtiments. Voici pour ce cas un procédé très usité et facile à employer ; soit le mur de clôture élevé ABC (fig. 76), prolongeons les côtés AB et CD de quantités indéfinies, soit BA' et BC', prenons sur ces côtés prolongés deux distances égales BD et BE et mesurons la ligne DE. Deux angles opposés par le sommet étant égaux, l'angle ABC est égal à l'angle A'BC' et celui-ci pourra se déterminer facilement.

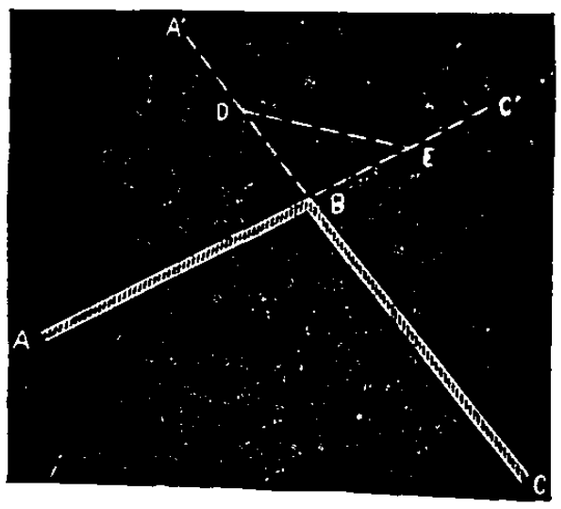


Fig. 76.

Voici maintenant une méthode pratique pour lever sur le terrain une perpendiculaire sans le secours de l'équerre d'arpenteur.

Supposons qu'il s'agisse d'élever sur la ligne AB une perpendiculaire au point C (fig. 77). A l'aide de la chaîne métrique prenons, à partir du point C, une longueur de 2 mètres de chaque côté de ce point et sur la ligne AB; soit les points A' C'. Les deux extrémités de la chaîne étant tenues fixes à chacun de ces points, il suffit de tendre la chaîne et de placer un jalon à son milieu, c'est-à-dire à 5 mètres des extrémités. On forme ainsi deux triangles dont les angles sont respectivement égaux et le sommet de ce triangle, c'est-à-dire le point D, se trouve perpendiculaire à la ligne AB en joignant les points D et C par la ligne DC. — L. D.

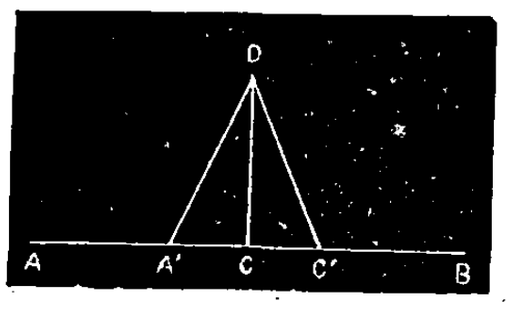


Fig. 77.

ANGLETERRE. Situation économique. L'Angleterre ne représente, au point de vue géographique, que l'une des régions qui se partagent le sol des îles Britanniques. Toutefois, comme elle en constitue la partie la plus considérable, tant par l'étendue de son territoire, que par son importance politique et économique, on entend souvent par cette expression, en dehors de l'Angleterre proprement dite, le pays de Galles, l'Ecosse, l'Irlande et les archipels qui en dépendent. C'est dans ce sens large, c'est-à-dire comme synonyme de Royaume-Uni, de Grande-Bretagne et d'Irlande, que le *Dictionnaire* avait pris ce mot dans l'article où il donnait, lors de sa première édition, un certain nombre de renseignements au sujet de la section britannique à l'Exposition de 1878. Nous lui conserverons la même signification dans l'étude plus complète que, suivant le nouveau programme adopté pour le *Supplément*, nous allons consacrer ici à la situation industrielle et commerciale du Royaume-Uni.

On sent assez l'intérêt tout spécial que cette étude peut offrir pour la France, en raison de l'étendue et de l'activité des relations qu'elle entretient avec l'Angleterre. D'autre part, il serait superflu d'insister sur l'importance que présente, soit qu'on se place au point de vue spéculatif, soit qu'on y cherche des enseignements pratiques ou des éléments de comparaison, la marche historique et l'état actuel de la production et du trafic chez une nation qui a toujours été l'une des premières dans la voie du progrès et dont la prospérité matérielle n'a pas d'égale, à l'heure qu'il est, sur la surface du globe. Au surplus, les chiffres et les faits que nous aurons l'occasion de relater au cours de ce travail feront mieux comprendre que toutes les considérations auxquelles nous pourrions nous livrer ici, l'immense influence qu'exerce la situation économique de l'Angleterre sur les destinées du monde moderne, ainsi que la portée de son rôle dans tous les phénomènes touchant aux diverses manifestations de l'activité productrice et au développement du patrimoine commun de l'humanité.

D'après un rapport publié en 1886 sur la demande de la Chambre des Communes, et dans lequel la Trésorerie a essayé de chiffrer la valeur de la propriété immobilière et celle des capitaux mobiliers, la fortune publique en Angleterre pourrait être approximativement évaluée à 9,411,258,000 livres sterling (1) (soit de 235 milliards de francs). Ce chiffre se décompose comme il suit :

	Millions de liv. sterl	
Terres	1.636	
Maisons	2.032	
Immeubles divers	110	
Total de la propriété immobilière.		3.778
Animaux et outillage agricole	300	
Dette de l'Etat et des villes	759	
Fonds coloniaux et étrangers	509	
Compagnies diverses	723	
Chemins de fer	826	
Commerce et professions	540	
Valeurs diverses	376	
Meubles *non soumis à l'income-taxe*	1.600	
Total des valeurs mobilières		5.633
Ensemble		9.411

Le domaine de l'Angleterre dans les cinq parties du monde représente une surface près de deux fois et demie aussi considérable que celle de l'Europe et un nombre de sujets presque égal au chiffre de la population totale de cette dernière. Le tableau ci-dessous montre l'étendue de sa souveraineté territoriale :

	Kilomètres carrés	Population en 1881
Royaume-Uni	314.628	35.241.482
Inde et Ceylan	3.833.596	258.510.853
Canada	8.822.583	4.816.149
Australie	7.964.541	3.775.015
Autres colonies	3.024.643	13.528.000
Empire britannique.	23.959.991	315.871.499

En ce qui concerne la Métropole dont nous allons nous occuper uniquement dans ce qui va suivre, le chiffre que nous donnons ci-dessus comme exprimant l'état de la population est celui du recensement officiel du 4 avril 1881. Actuellement, la population du Royaume-Uni peut être estimée à plus de 38,000,000 d'habitants. Suivant les évaluations du *Statistical Abstract*, celle des deux îles maîtresses, la Grande-Bretagne et l'Irlande, s'élevait en 1889 aux chiffres suivants :

(1) La livre sterling vaut 25 francs.

Angleterre et pays de Galles.	29.015.613
Ecosse.	4.077.070
Irlande.	4.716.209
Ensemble	37.808.892
En y ajoutant :	
Pour les iles adjacentes.	141.260
Pour les soldats et marins hors du pays . .	215.374
on arrive à un total de.	38.165.526

Le Royaume-Uni est au nombre des Etats dont la population est le plus dense : la moyenne pour l'ensemble est de 112 habitants par kilomètre carré. Dans l'Angleterre proprement dite, elle atteint 187, proportion qui n'est dépassée en Europe que par la Belgique. L'accroissement annuel dépasse en moyenne 300,000 personnes. Comme dans tous les pays de commerce et d'industrie, il est beaucoup plus rapide dans les villes que dans les campagnes. Dans la Grande-Bretagne, la population urbaine est depuis longtemps plus nombreuse que celle des districts ruraux, et cette différence ne fait que s'accentuer d'année en année: on a calculé que sur neuf habitants, cinq demeurent dans les cités ; la ville de Londres renferme à elle seule la cinquième partie de toute la population de l'Angleterre. En Ecosse, la proportion est la même entre Glascow et le reste du pays. Sur tous les points, même en Irlande, on constate depuis une ou deux générations un mouvement très marqué d'émigration des campagnards vers les cités, mouvement qui ne fait que s'accroître à mesure que se développe la production industrielle et que les conditions de la production agricole se transforment.

Contrairement à ce qui se passe dans la Grande-Bretagne, la population de l'Irlande diminue régulièrement et avec rapidité. Pendant les dix dernières années, cette diminution s'est chiffrée par plus d'un demi-million d'habitants, soit 50,000 par an. C'est là une des conséquences de la triste situation où se trouve placé depuis longtemps ce malheureux pays. Cette situation, personne ne l'ignore, s'est manifestée dans ces derniers temps sous une forme aiguë, qui en a fait l'une des grosses questions à l'ordre du jour chez nos voisins. Nous aurons plus d'une fois l'occasion de la voir se traduire dans les résultats du développement intérieur du Royaume-Uni, où l'île occidentale présente, sur presque tous les points, un douloureux contraste avec les progrès accomplis par l'Angleterre et par l'Ecosse.

Production. Bien que cette étude soit plus spécialement conçue, comme l'exige d'ailleurs le cadre du *Dictionnaire*, au point de vue des *intérêts industriels* proprement dits, la *production agricole* du Royaume-Uni joue dans l'ensemble de la situation économique de cet Etat un rôle trop important et se trouve liée au développement même de la production industrielle par des rapports trop étroits, pour que nous puissions nous dispenser d'en donner ici un aperçu.

Les îles Britanniques sont des pays de grande propriété. On évalue à 300,000 le nombre approximatif des propriétaires ruraux, et à 250,000 celui des *landowners* de l'Angleterre. Nous ne parlons pas ici, cela va sans dire, des villes ou agglomérations. D'après le cadastre, deux tiers du sol des campagnes anglaises appartiennent à 10,000 personnes seulement, non compris les landes et terres incultes qui sont aussi en très grande partie dans les mêmes mains. On cite des domaines gigantesques, comme celui du duc de Northumberland dont la contenance dépasse 55,000 hectares. En Irlande et surtout en Ecosse, la propriété est encore moins divisée. Il n'y a guère que les îles normandes où le sol soit morcelé, comme en France, en petits héritages.

Les immenses domaines qui se partagent le reste du royaume sont, bien entendu, divisés chacun en un certain nombre de fermes ; mais ces exploitations sont en moyenne beaucoup plus vastes que les groupes de parcelles appartenant chez nous à un même propriétaire.

Il y a longtemps qu'on a dit en parlant de l'agriculture qu'elle est la première de toutes les industries. Cette formule, en tant qu'elle établit une classification par ordre d'importance entre les divers objets auxquels peut s'appliquer l'effort de la production d'un pays, peut n'être plus aujourd'hui d'une exactitude absolue en ce qui concerne les îles Britanniques. Mais plus que partout ailleurs elle est vraie pour elles, en ce sens du moins que, dans aucune autre contrée, les progrès de la mécanique, les découvertes de la chimie, les procédés scientifiques basés à la fois sur le raisonnement et l'observation, et rompant avec les vieilles traditions routinières, n'ont été plus largement appliqués au travail des champs. Dès 1876, on comptait dans le Royaume-Uni plus de 2,000 charrues à vapeur représentant une force totale bien supérieure à celle des engins du même genre employés sur le continent d'Europe. Depuis nombre d'années, les agriculteurs anglais font une consommation considérable d'engrais artificiels dont l'usage a commencé à se généraliser seulement depuis quelque temps en France. Bien qu'ils trouvent dans les îles Britanniques mêmes de grandes quantités de phosphates, ils sont pour nos gisements de Picardie des clients importants. Les nitrates de soude sont également d'un emploi très répandu, et des approvisionnements considérables sont tirés chaque année du dehors, notamment du Chili.

L'application intelligente des méthodes intensives au sol d'ailleurs très fertile de l'Angleterre, produit des résultats remarquables. C'est ainsi que nos voisins obtiennent partout des rendements dont approchent à peine les contrées les mieux cultivées d'Europe. Alors qu'en moyenne le blé ne rapporte en France que 15 à 16 hectolitres par hectare, les cultivateurs anglais récoltent dans le même espace une quantité double, comme l'indique le tableau ci-dessous. Pour la période quinquennale 1884-1888, la moyenne dans l'ensemble du Royaume-Uni est de 26 hectolitres et demi à l'hectare ; la meilleure année, 1887, ayant donné 28h,24 ; la plus mauvaise, 1888, 22h,87.

Si l'exploitation agricole s'étendait à toutes les portions du territoire britannique susceptibles d'être mises en valeur, il n'est pas douteux que le Royaume-Uni aurait figuré au premier rang parmi les pays producteurs de céréales.

Mais il est loin d'en être ainsi ; d'immenses landes couvrent encore une grande partie de son sol, et il n'est pas à prévoir que le défrichement en soit de longtemps entrepris, étant donné que visiblement les exploitations tendent plutôt à se restreindre.

C'est ce qui ressort du tableau de tête de la page 163 où nous avons réuni les éléments d'une comparaison des principales cultures entre les deux termes extrêmes de la période qui va de 1874 à 1888.

Le trait saillant de cet état comparatif, c'est qu'à part l'avoine qui accuse une augmentation pour la superficie des ensemencements comme pour la production, et le seigle qui n'occupe qu'un rang secondaire, toutes les autres cultures sont en décroissance.

Pour l'ensemble des céréales, la contenance des terres emblavées a diminué en 15 ans de 637,000 hectares, représentant 14 0/0. Ce qui est particulièrement intéressant, c'est la proportion dans laquelle se trouve atteinte la culture du blé : 1,079,000 hectares au lieu de 1,550,000, ce qui fait une différence en moins, de 30 0/0, juste 2 0/0 par an, pour tout le royaume ; et cette proportion se trouve fortement dépassée en Irlande où elle s'élève à 47 0/0, soit plus de 3 0/0 par an.

L'histoire des différentes phases qu'a traversées la production du blé en Angleterre est intimement liée à celle du développement intérieur de ce pays.

Il y a un siècle environ qne la Grande-Bretagne a accompli son évolution économique de l'état principalement

Production agricole du Royaume-Uni.

	Superficie des ensemencements		Quantités récoltées		Rendement moyen à l'hect. Moyenne quinquennale 1884-1888
	1874	1888	1874	1888	
Céréales.	hectares	hectares	hectolitres	hectolitres	hectolitres
Blé	1.550.000	1.079.000	29.829.000	27.076.000	26.50
Orge	1.014.000	916.000	26.862.000	27.092.000	29.79
Avoine	1.654.000	1.690.000	39.715.000	57.369.000	33.42
Seigle	23.000	36.000	»	»	»
Autres grains (pois et fèves)	357.000	237.000	9.828.000	5.704.000	»
Autres cultures.				tonnes	kilogr.
Pommes de terre	574.000	568.000	»	5.672.000	11.770
Navets, raves et autres racines	1.241.000	1.159.000	»	»	»
Plantes fourragères, luzernes, vesces, etc..	190.000	177.500	»	»	»
Prairies naturelles et artificielles (herbages, sainfoins et trèfles)	12.124.000	10.801.000	»	»	»
Cultures industrielles.					
Lin	47.000	46.800	»	»	»
Houblon	27.000	23.700	»	»	»

agricole au régime industriel. Jusque-là, la culture du froment était l'un des plus beaux revenus de sa production. Elle exportait beaucoup. A partir de 1793, ses importations dépassent ses exportations. Dès 1851, elle cesse complètement de vendre au dehors. Depuis lors, elle consomme jusqu'au dernier grain toute sa récolte, qui dans ces dernières années est devenue de plus en plus insuffisante. Actuellement, 75,000,000 d'hectolitres au moins (2 hectolitres par tête environ) sont nécessaires à sa subsistance, et elle n'en produit pas même 30,000,000; en 1884, la récolte a été de 29,829,000 hectolitres; en 1888, elle n'est que de 27,076,000. Réduites aux ressources de l'agriculture nationale, les Iles Britanniques ne pourraient donc nourrir leurs habitants que pendant quatre ou cinq mois de l'année, suivant que la campagne a été bonne ou mauvaise.

Aussi l'importation des grains étrangers a-t-elle pris dans ces dernières années un développement considérable. Les chiffres ci-dessous montrent la progression qu'elle a suivie depuis 1874 pour l'orge, l'avoine et surtout le blé.

Céréales importées	Quintaux métriques		
	1874	1884	1888
Blé (graines et farines)	47.242.900	60.656.800	72.657.800
Orge	5.768.000	»	10.823.000
Avoine	5.785.000	»	9.535.000

Ces chiffres étant ceux du commerce spécial, il en résulte qu'en quinze ans, l'Angleterre a augmenté de 53 0/0 ses achats de blés étrangers destinés à la consommation intérieure.

Longtemps, les Etats-Unis ont, à eux seuls, fourni la très grande majorité de ces importations. L'Inde anglaise, l'Australie, le Canada, et en Europe, l'Autriche et la Russie participent également à l'approvisionnement des îles Britanniques. Tout récemment, les arrivages des blés russes de la mer Noire ont pris une très grande importance : en 1888, ils ont tout à coup fait une concurrence des plus sérieuses aux provenances de l'Amérique du Nord, qui sont tombées au second rang. D'autre part, l'extension que prend la culture du blé dans les Républiques Sud-Américaines, et notamment dans la République Argentine, se fait déjà sentir sur le marché anglais et les produits de ce pays promettent d'y conquérir à bref délai une situation prépondérante.

Cette affluence énorme de blés exotiques, auxquels leur prix de revient permet de s'offrir à des taux extrêmement bas, a naturellement exercé sur les cours une dépréciation profonde.

Tandis que les quantités introduites se sont accrues, comme nous l'avons indiqué, de 25,414,900 quintaux métriques entre 1874 et 1888 (47 0/0), c'est à peine si, relativement, la valeur totale des importations s'est modifiée. Elle a été :

En 1888 de	788.168.000	francs
En 1874	773.055.000	—
	15.113.000	—

soit une augmentation d'à peine 0,2 0/0.

La baisse que fait apparaître ce calcul n'est pas d'ailleurs restée limitée aux prix d'importation; mais elle a bouleversé complètement les conditions de vente des blés indigènes, en faisant fléchir les cours jusqu'à la limite où ils semblent devoir cesser d'être rémunérateurs pour la production nationale.

C'est ce que montrent les chiffres ci-dessous qui représentent, d'après les statistiques officielles, le prix moyen du blé sur les places de l'intérieur :

1874	23 fr. 94	l'hectolitre.
1884	15 fr, 34	—
1888	13 fr. 63	—

L'agriculture nationale qui, suivant la pratique libre-échangiste de l'Angleterre, a dû supporter ainsi dans toute leur rigueur les conséquences de la loi de l'offre et de la demande, s'est trouvée par là engagée dans une lutte inégale, que, malgré la perfection de ses méthodes et de son outillage, elle se sent de plus en plus impuissante à soutenir. De là, la crise que nous avons vu se traduire arithmétiquement par la progression sans cesse décroissante du champ de la production et de l'importance des récoltes. A l'heure qu'il est, cette crise a atteint des proportions d'autant plus graves pour l'avenir de l'agriculture anglaise qu'on n'aperçoit pas comment elle pourra réussir à compenser l'abandon désormais à peu près fatal d'une culture qui, jusqu'à ces derniers temps, constituait l'une de ses principales ressources.

La production agricole du Royaume-Uni est, en effet, peu variée. En fait de cultures industrielles, elle ne comprend guère que le lin et le houblon; encore ces deux plantes n'occupent-elles qu'un rang secondaire, dont la concurrence des similaires étrangers leur permettra difficilement de sortir.

Le lin est presque exclusivement cultivé en Irlande

où il couvre chaque saison, depuis une quinzaine d'années, environ 48,000 hectares.

Quant au houblon, il est produit uniquement, et de moins en moins, par la Grande-Bretagne; la récolte de 1888 ne s'étendait qu'à 23,700 hectares, au lieu d'une moyenne de 28.300 Le houblon, qui en 1874 ne figurait à l'importation que pour une quantité de 74,000 quintaux métriques, atteint d'ailleurs en 1888, le chiffre de 110,000; et malgré cette augmentation des quantités, la valeur est tombée de 26,226,000 francs à 19,985,000; ce qui représente une baisse de prix de plus de moitié. C'est donc là encore une denrée qui tend à cesser d'être rémunératrice pour la production nationale.

Jusqu'à ces derniers temps, les exploitations rurales possédaient, il est vrai, dans l'*élevage* une autre source de revenus qu'on était habitué à considérer comme représentant l'équivalent de la production végétale. « Pendant que la France prise dans son ensemble produit 100 francs par hectare, écrivait il y a plusieurs années M. Léon Lavergne, l'Angleterre proprement dite en produit 200. Les seuls produits animaux d'une ferme anglaise sont égaux au moins à la totalité des produits d'une ferme française de même surface; tous les végétaux sont en sus. » Mais cette deuxième branche de la production agricole a commencé, elle aussi, depuis quelque temps, à ressentir les effets de la concurrence étrangère. Néanmoins, l'industrie de l'élevage tient encore dans l'économie rurale des îles Britanniques une place très importante.

Sans prétendre établir une division absolue, on peut dire que les principaux centres d'élevage sont plutôt dans la région occidentale, la plus abondamment arrosée par les pluies, celle où les prairies sont le plus riches. C'est le pays des pâturages (grazing country), par opposition aux comtés de l'est, plus spécialement demeurés des terres à grains (corn country). Mais dans cette dernière partie même, on fait une place très large aux plantes fourragères, ainsi qu'aux racines servant à l'alimentation du bétail; de très grandes étendues y sont également abandonnées à l'herbe ou consacrées aux prairies artificielles.

Les Anglais ont apporté au perfectionnement de la plupart des animaux domestiques les mêmes qualités d'observation raisonnée et d'esprit de suite qui ont fait un modèle de leur pratique agricole.

Indépendamment du cheval de course, qu'ils ont pour ainsi dire créé et dont la production constitue l'une des principales richesses de plusieurs comtés d'Angleterre, le Yorkshire notamment, ils possèdent plusieurs autres belles races de travail ou de luxe : chevaux de trait d'Ecosse, poneys du Hampshire, chevaux de chasse ou cobs d'Irlande, etc., qui se vendent beaucoup au dehors; en 1888, 12,880 animaux ont été déclarés à l'exportation pour une valeur de 21,207,000 francs.

L'espèce bovine offre également dans les îles Britanniques des spécimens dont la réputation est universelle : bœufs de boucherie de Durham, de Norfolk, de Suffolk, vaches laitières de Devon, d'Aldersey, d'Ayr (Ecosse), de Munster (Irlande).

Mais c'est peut être la race ovine que l'industrie des éleveurs du Royaume-Uni a modifiée le plus heureusement; elle a réussi à obtenir des types absolument remarquables, tant pour la qualité et le poids de la viande, que pour l'abondance et la beauté de la toison : moutons mérinos, races dishley, lincoln, kent, cheviots d'Ecosse, south downs, sussex, hampshire, dorset, etc. On estime à 70,000,000 de kilogrammes la quantité de laine produite chaque année par les troupeaux du Royaume-Uni.

Voici, d'après les statistiques officielles, le nombre d'animaux de chaque espèce qui formaient en 1888 le cheptel agricole du Royaume-Uni.

Chevaux servant à l'agriculture..	1.936.702
Bêtes à cornes.	10.268.600
Moutons	28.938.716
Porcs.	3.816.643

Si on compare ces chiffres à ceux de 1874, on constate une diminution de près de 6,000,000 de moutons, dont 5,000,000 environ au compte de la Grande-Bretagne et le reste pour l'Irlande. Ce dernier pays a également vu décroître de 100,000 têtes le chiffre de ses bestiaux.

Comme pour les céréales, c'est au tableau des importations qu'il faut chercher la contre partie et l'explication de ce ralentissement de la production indigène. Nous en extrayons les chiffres suivants :

Années	Nombre d'animaux	Valeur
		francs
Bœufs, taureaux, vaches et veaux.		
1888	377.088	147.809.000
1874	193.862	82.411.500
Béliers, brebis et agneaux.		
1888	956.210	43.513.000
1874	758.915	40.258.000

D'autre part, les quantités de viandes abattues, fraiches ou conservées, ont presque quintuplé à l'entrée; celle des peaux a plus que doublé, et il en est de même pour les laines.

Pour avoir pesé jusqu'à ces derniers temps un peu moins lourdement sur l'élevage que sur le reste de la production rurale, les conséquences du développement de la concurrence extérieure n'ont pas moins déterminé sur cette branche de l'industrie agricole une crise très réelle. Les Anglais d'ailleurs ne s'en dissimulent pas les dangers, et sous le coup de l'émotion qu'elle a causée, on a pu voir se manifester chez eux des tendances singulièrement contraires aux doctrines économiques jusqu'ici en honneur sur la terre classique du libre-échange.

Sans doute, il faut se garder d'exagérer la portée que peut avoir dans l'avenir le revirement qui a pu se manifester sous forme d'opinions isolées. Mais c'est du moins un fait certain que le gouvernement britannique n'hésite pas aujourd'hui à faire au moyen d'un biais, ce que le respect des vieux dogmes interdit de pratiquer directement. S'ils continuent de repousser toute idée de compromission avec le système des tarifs douaniers protecteurs, les Anglais n'éprouvent en effet aucun scrupule de recourir à l'adoption de mesures restrictives ouvertement motivées par des considérations d'ordre sanitaire, mais qu'il est permis de croire inspirées quelquefois par le secret désir de limiter au profit de la production nationale le champ de la concurrence. C'est ainsi que, sous prétexte d'épizooties qui n'existent pas, on a récemment prohibé l'introduction du bétail français.

Ce sont là, en somme, des palliatifs bien insuffisants, puisque l'application n'en peut-être générale, ni la durée indéfinie, et il est très douteux que, si la menace suspendue sur la production agricole peut être conjurée, ce soit à l'aide de tels moyens. Cette menace, on le sait d'ailleurs, c'est du côté du Nouveau-Monde surtout qu'elle grossit. A l'heure qu'il est, les Etats-Unis jouent dans l'alimentation des îles Britanniques un rôle prépondérant, et quand on songe aux efforts prodigieux réalisés dans ces dernières années par les Républiques de l'Amérique du Sud dont la situation était déjà importante sur le marché anglais, il est permis de se demander ce qu'il adviendra de l'agriculture nationale, au jour très prochain où viendra s'ajouter aux arrivages actuels le surcroit de la production colossale qui s'élabore, à l'heure qu'il est, dans ces contrées privilégiées.

S'il est vrai, comme d'aucuns le prétendent, que de nos jours une loi fatale condamne les États de l'Europe à renoncer, en faveur des pays neufs, à cet élément de richesse primordiale que produit l'exploitation des ressources naturelles du sol, l'Angleterre paraît être, en l'état, désignée pour en subir les effets avant les autres puissances. Une transformation économique de cette nature n'est point d'ailleurs tout entière au détriment des vieilles sociétés, puisqu'elle implique l'abaissement du prix des denrées alimentaires, partant, une augmentation du bien-être général et une amélioration des conditions du travail. Cette compensation a d'autant plus de valeur dans un pays industriel, comme en Angleterre, où la grande masse des producteurs a un intérêt essentiel au bon marché du pain et de la viande. Mais quels que soient les avantages indirects qui peuvent en atténuer les effets, un tel déplacement n'en constitue pas moins, pour le pays qui le voit s'opérer, un amoindrissement de la fortune publique, avec des conséquences immédiates désastreuses pour une partie de la population.

A ce point de vue, les différentes parties des îles Britanniques sont inégalement intéressées dans la question. Si l'Irlande a 50 0/0 de ses habitants qui vivent de l'agriculture, en Écosse la proportion n'est plus que de 14 0/0, et elle s'abaisse à 13 en Angleterre.

Faut-il conclure de là que, dans son ensemble, le Royaume-Uni supporterait plus facilement que telle ou telle autre puissance le sort qui paraît à craindre pour sa production agricole? Toujours est-il que plus qu'aucun Etat il a su s'amasser du côté de la propriété industrielle proprement dite les éléments d'une immense et solide fortune qui, elle au moins, semble devoir rester longtemps encore au-dessus des atteintes les plus graves de la concurrence internationale.

C'est de cette autre partie de ses ressources que nous allons maintenant nous occuper.

Mines. L'origine de la situation exceptionnelle que l'Angleterre occupe dans le monde au point de vue industriel réside dans la constitution géologique de son sol qui la place au rang des régions mieux douées sous le rapport de la production minérale. Seuls, la Chine, les Etats-Unis et les Indes possèdent des trésors souterrains d'une plus vaste étendue; mais leur exploitation est loin de produire encore, à l'heure qu'il est, des revenus comparables à ceux que la Grande-Bretagne a su tirer de ses mines.

La production moyenne annuelle des mines britanniques, d'après les résultats de la période 1879-1888, est, en effet, évaluée à 1,687,000,000 de francs. Elle a dépassé, durant certaines années, en 1880 et 1881, par exemple, deux milliards.

Indépendamment de la houille et du fer, qui en constituent les éléments principaux, et dont nous parlerons tout à l'heure plus en détail, elle comprend l'étain, le plomb, le zinc, le cuivre et même l'*argent*.

L'extraction de ce dernier métal (9,000 kil. en 1888) a sensiblement diminué dans ces dernières années, comme d'ailleurs celle du plomb, d'où on le retire.

Les mines de *plomb* de Cornouailles, du Cumberland, de la Northumbrie, du Derbyshire, du Shropshire et d'autres districts de l'Angleterre n'ont fourni, en 1888, qu'une quantité de minerais de 37,578 tonnes anglaises (1) valant 13,070,000 francs, au lieu de 58,777 tonnes valant 42,500,000 francs en 1874.

Le *cuivre* a été également extrait en moins grande abondance depuis quelques années (Cornouailles, Stafford, Anglesey), 1,456 tonnes en 1888 au lieu de 5,000 environ il y a quinze ans.

Mais le *zinc* (Derby) et l'étain (Cornouailles, Devon) figurent chacun au tableau de la production des mines pour une quantité de 10,000 tonnes environ. Pour l'*étain*, cette quantité représente à peu près dix fois autant que la production de la Saxe et de la Bohême, seuls pays d'Europe qui fournissent ce métal.

Mentionnons enfin la production saline du Cheshire, de Worcester, Epsom, Bath, Cheltenham qui, avec celle des marais salants, verse chaque année, dans la consommation, 2,000,000 de tonnes de *sel*.

Il nous reste à donner un aperçu des deux grandes industries extractives du Royaume-Uni, celles de la *houille* et du fer, qui forment en quelque sorte la transition naturelle vers les industries essentiellement manufacturières dont le développement est si étroitement lié à leur prospérité.

On a évalué à 146,000,000,000 de tonnes les réserves de combustibles minéraux que renferme le sol des îles britanniques jusqu'à une profondeur de 1,200 mètres. Les gisements de charbons fossiles s'étendent sur une surface de 23,000 kilomètres; ils s'avancent très loin dans le plateau sous-marin qui enveloppe les côtes. On compte dans le Royaume-Uni 18 régions houillères et 3,760 mines exploitées, dont 610 en Écosse, 24 en Irlande, le reste en Angleterre et dans le pays de Galles. Le personnel employé dans ces différents établissements est d'environ 500,000 ouvriers. L'extraction annuelle, qui dépasse de 40,000,000 de tonnes celle des États-Unis, représente à peu près la moitié de la production totale du monde entier; elle excède de plus de 100,000,000 de tonnes celle de l'Allemagne, qui vient en Europe au deuxième rang, et de 150,000,000 celle de la France. Elle se répartit, dans les proportions suivantes, entre les principaux centres :

Durham et Northumberland.	35.000.000
Ecosse.	26.000.000
Galles.	25.000.000
Lancashire.	20.000.000
Yorkshire.	19.000.000
Stafford et Worcester	15.000.000
Derbyshire.	9.000.000

En 1670, les charbonnages anglais fournissaient déjà 2,000,000 de tonnes de combustibles. Cent ans après, on en retirait une quantité triple. Un siècle plus tard, en 1870, la production avait vingtuplé. Depuis lors, l'extraction n'a cessé de suivre une marche ascendante dont les chiffres ci-dessous marquent les principales étapes :

1874.	125.067.916	tonnes	anglaises.
1879.	134.008.228	--	—
1884.	160.757.779	—	—
1888.	169.935.219	—	—

La valeur totale de la production houillère du Royaume-Uni dépasse un milliard par an; elle a peu varié, malgré l'augmentation des quantités, ce qui témoigne d'une baisse assez sensible des prix. Mais les charbons anglais, auxquels leur qualité assure des débouchés constants, et qui bénéficient de facilités exceptionnelles d'extraction et de transport ont pu supporter plus aisément que les combustibles allemands, par exemple, la dépréciation générale des cours qui s'est manifestée depuis un certain nombre d'années. Sur beaucoup de points, les produits des mines de la Grande-Bretagne sont amenés au jour à portée du littoral, et peuvent être chargés directement, en quelque sorte, du carreau de la mine à bord des steamers stationnant sur les quais des ports houillers, Cardiff, Newcastle, Sunderland, Alloa, Newport, Kirckadly. Aussi le mouvement de l'exportation ne s'est-il jamais ralenti. Depuis 1874, les quantités exportées ont doublé; elles ont été, en 1888, de 27,000,000 de tonnes anglaises, représentant une valeur de 282,632,000 francs, et de 28,974,000 tonnes valant 369,841,300 francs en 1889. La France figure dans cette exportation pour une quantité moyenne de 4 à 4,500,000 tonnes par an.

La part de l'exportation déduite, il reste dans la con-

(1) La tonne anglaise vaut 1,016 kil. 047.

sommation intérieure plus de 140,000,000 de tonnes. L'Angleterre est le pays qui consomme le plus de houille et où la consommation moyenne par personne atteint le chiffre le plus élevé ; elle est de 3,700 kilogrammes, tandis qu'en Belgique la proportion n'est que de 2,100 par habitant, en Allemagne, 1,500, et 780 en France. La cinquième ou la sixième partie des quantités qui entrent dans la consommation intérieure de l'Angleterre est employée aux usages domestiques ; le reste est utilisé comme générateur de force par la navigation, la traction, et surtout par l'industrie ; la plus forte part de beaucoup est celle qu'absorbe l'industrie métallurgique.

Dans beaucoup de mines l'exploitation du *minerai de fer* s'ajoute à celle de la houille, et, grâce à ce voisinage, elle est devenue la principale industrie minière des îles Britanniques, après celle du charbon. Les gisements de fer les plus riches sont situés dans le pays de Galles, les comtés de Nonmouth, York, Warwick, Northumberland. L'extraction, dans la période la plus récente, a varié de 15 à 18,000,000 de tonnes.

Métallurgie. Cette masse énorme de minerai indigène ne suffit pas cependant à l'activité des fonderies anglaises qui, en 1888, par exemple, ont dû compléter leurs approvisionnements par l'achat de 3,562,000 tonnes de minerais étrangers.

En 1888, il existait, dans le Royaume-Uni, 420 hauts fourneaux en œuvre se livrant à la production du fer et de l'acier.

La production de la *fonte* (pig iron) se répartit spécialement entre les districts suivants : Galles du Sud, Derbyshire, Lancashire, Cleveland, Staffordshire. Le tableau suivant qui exprime la quantité totale sortie chaque année des usines anglaises permet de suivre le développement de cette production.

Années	Quantités en tonnes anglaises	Valeur en livres sterling	Années	Quantités en tonnes anglaises	Valeur en livres sterling
1874	5.991.408	16.476.372	1882	8.586.680	24.042.704
1875	6.365.462	15.645.774	1883	8.529.300	22.176.180
1876	6.555.997	16.062.192	1884	7.811.727	18.948.437
1877	6.608.664	16.191.236	1885	7.415.469	17.302.761
1878	6.631.051	16.154.992	1886	7.009.754	15.880.775
1879	5.995.337	14.988.342	1887	7.559.518	17.764.866
1880	7.749.233	19.373.082	1888	7.998.969	14.798.092
1881	8.144.449	20.361.122	1889	8.300.000	»

Les groupes d'usines les plus nombreux et les plus importants pour la production du *fer* et de l'*acier* sont ceux de Sheffield, Birmingham, Wolverhampton, Glasgow, Merthyr, Tydfil (fonte, coutellerie, quincaillerie, grosse construction, machines, clouterie), Gloucester, Worcester (aiguilles), Coventry (machines à coudre, vélocipèdes), etc.

L'exportation des produits de l'industrie sidérurgique représente, pour 1889, une valeur totale de 1,110,200,000 francs, dont 381,366,400 pour la construction des machines.

Le tableau qui suit donne en tonnes les quantités des fers et aciers de différentes espèces, exportés pendant les quatre années 1885 à 1888 (à l'exception des machines).

Exportation des fers et aciers.

Désignation	1885	1886	1887	1888
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Vieux fers à refondre	85.236	144.860	289.312	144.827
Pig-iron et puddlé	960.931	1.044.553	1.155.174	1.036.177
Fer en barres, cornières, boulons, fer laminé	264.472	242.947	263.546	298.156
Rails de toutes sortes	714.276	739.603	1.011.779	1.020.364
Cercles, tôles et plaques pour chaudières	330.954	307.756	357.041	411.786
Plaques et tôles étamées	298.386	334.692	363.506	391.291
Fils	55.083	40.341	46.463	64.144
Fonte et fer forgé	347.763	357.953	369.307	427.189
Acier non ouvré	60.481	166.367	286.320	153.532
Fers et aciers manufacturés	12.890	13.453	13.580	19.518

Les autres branches de l'industrie métallurgique, celles qui travaillent le cuivre, le plomb, l'étain et le zinc, ont également une grande importance. On peut en juger par les chiffres ci-dessous qui expriment les quantités et valeurs des matières premières importées en 1889 :

Cuivre	288.392 tonnes	156.218.000 fr.
Etain	605.735 —	70.376.000
Plomb	145.451 —	46.971.000
Zinc	56.842 —	22.102.000

L'une des spécialités les plus intéressantes est la fabrication des fers blancs. Dans ces dernières années, elle a fourni à l'exportation les quantités de plaques de *tôles étamées* totalisées dans les chiffres qui suivent :

1885	298.386 tonnes.
1886	234.692 —
1887	353.506 —
1888	391.291 —

Dans son ensemble, l'industrie des métaux a figuré, en 1889, dans le chiffre des exportations du Royaume-Uni pour une somme de 1,405,000,000 francs.

Malgré l'activité dont témoigne ce chiffre imposant d'affaires, elle ne vient cependant, dans le classement des ressources industrielles des îles Britanniques, qu'après le groupe des industries textiles.

Industries textiles. Elles participent au commerce d'exportation pour une somme à peu près double. En 1889, elles ont donné lieu à un mouvement d'échanges qui approche de 5 milliards ; la valeur des matières textiles importées s'est élevée à 2,190,380,000 francs, celle des produits manufacturés exportés de 2,755,260,000.

Le point de départ du développement des industries textiles remonte à la fin du siècle dernier. Il date, en réalité, de 1775, année où Arkwight inventa la machine à filer. Cent ans plus tard, en 1885, on comptait, d'après les relevés officiels, 7,465 filatures et tissages ayant un personnel de 1,034,261 ouvriers.

La première des industries textiles par rang d'importance est celle du *coton*.

En 1860, l'Angleterre tissait à elle seule la moitié de toutes les cotonnades produites dans le monde entier. Depuis lors, sa production a encore augmenté, mais la proportion de son travail est moindre, l'industrie ayant grandi plus rapidement encore sur le continent européen, et surtout aux États-Unis. Néanmoins, les filatures et les tissages de coton du Royaume-Uni conservent encore une situation prépondérante sur le champ de la concurrence internationale.

A elle seule, la Grande-Bretagne fait mouvoir plus de broches à filer le coton que toutes les autres nations réu-

nies. Alors que le nombre total des broches en activité sur toute la surface du globe est estimé à 84,000,000, l'Angleterre en compte, pour sa part, plus de 44,000,000, soit dix fois plus que la France. Les proportions sont les mêmes pour les métiers à tisser dont le nombre, dans le Royaume-Uni, est supérieur à 560,000.

On compte 2,365 fabriques travaillant le coton; leur personnel est de plus de 500,000 ouvriers. Elles se répartissent entre le Lancashire, le Cheshire et les comtés voisins, ceux de Lanark, Renfrew, Aberdeen, etc.

Les chiffres ci-dessous permettent de suivre le mouvement de l'importation du coton depuis les premières années du siècle :

1815. . .	50.000.000 kil.	1860. . .	650.000.000 kil.
1820. . .	75.000.000	1880. . .	700.000.000
1830. . .	130.000.000	1882. . .	740 000.000
1840. . .	280.000.000	1883. . .	684.000.000
1850. . .	330.000.000	1884. . .	664.000.000
1885. . .	583.000.000 kil.	1887. . .	673.000.000 kil.
1886. . .	667.000.000	1888. . .	669.000.000

C'est Liverpool qui, avec New-York, centralise le marché des cotons. Les principaux pays importateurs sont, par rang d'importance, les États-Unis, les Indes, l'Egypte, le Brésil.

L'ensemble de l'importation représente une valeur moyenne annuelle d'un milliard de notre monnaie. A l'exception d'une quantité évaluée entre 100 et 200,000,000 de francs, la presque totalité des arrivages est livrée aux filatures anglaises.

La valeur totale de l'exportation des produits de l'industrie cotonnière est en moyenne de 1,500,000,000 francs (70,000,000 de livres sterling environ). Le tableau ci-dessous indique la part de chaque catégorie principale dans cette exportation au cours de quelques-unes des dernières années.

Exportation de l'industrie cotonnière.

	1877	1881	1885	1888	1889
Tissus blancs ou unis	31.909.747	37.169.517	30.565.477	34.198.090	»
— imprimés ou teints	20.218.715	21.234.695	17.706.137	18.380.961	»
— mélangés.	413.987	669.709	5.241	3.507	»
Bonneterie.	371.958	489.917	519.346	441.974	»
Fils à coudre	1.800.996	2.312.314	2.365.998	3.180.885	»
Autres ouvrages.	2.419.616	4.018.326	3.949 394	4.123.634	»
Total.	57.305.019	65.924.478	55.111.593	60.329.051	58.825.843
Fils pour le tissage.	12.192.954	13.165.053	11.865.294	11.657.489	11.711.160
Ensemble.	69.237.973	79.089.531	66.976.887	71.986.540	70.537.003

L'*industrie de la laine*, qui vient après celle du coton, est établie dans les régions suivantes : Yorkshire, Worcester, Ayr, Lanark, Lincoln, Lancashire, Devon, Galles. Ses principaux centres sont Bradford, Halifax, Huddersfield, Leeds, Paisley, etc. D'après les résultats officiels constatés en 1885, elle alimente 2,750 fabriques et fait vivre près de 183,000 ouvriers. Le nombre des broches est évalué à 6,145,000, celui des métiers 140,000 en chiffres ronds.

Le Royaume-Uni est le pays d'Europe qui produit le plus de laine, (70,000,000 de kilogrammes). Mais cette quantité ne représente guère que le quart environ de la laine brute mise en œuvre dans ses manufactures. Ses importations de laine de mouton, d'alpaca, de vigogne ont représenté, dans les dix dernières années, une valeur moyenne de 625,000,000 (25,000,000 de livres sterling; 26,030,131 en 1888 et 28,393,755 en 1889).

C'est l'Australie qui pourvoit le plus abondamment à ses approvisionnements; sa part est des deux tiers environ, le reste est fourni par les colonies du Cap et des Indes, par l'Amérique du Sud, et, en Europe, la Russie, la Turquie, la France, dont la part a sextuplé depuis une dizaine d'années, l'Allemagne, dont la part a diminué au contraire, la Belgique et la Hollande. Le grand marché des laines d'Angleterre est Londres. La moitié à peu près des laines n'y fait d'ailleurs que transiter.

La production manufacturière des tissages anglais se compose surtout de draps et étoffes de qualité en général peu relevée et de prix assez faibles. Dans son ensemble, elle est inférieure, sous ce rapport, à celle de la France, à laquelle la consommation anglaise a d'ailleurs recours dans une assez large mesure pour un certain nombre d'articles de luxe. Dans ces dernières années pourtant de notables progrès ont été accomplis par les fabricants anglais. On attache en général beaucoup plus d'importance au fini, au dessin, à la nuance des étoffes. Les métiers étroits tendent à disparaître et l'on produit en plus grandes quantités des largeurs de 44 pouces (1m,11).

Indépendamment des tissus classiques (draps, cheviottes, flanelles, châles), l'attention s'est portée récemment sur les peluches et imitations de peaux de loutre. La confection des velours et celle des tapis a toujours eu une grande activité en Angleterre.

Le mouvement de l'exportation des produits de l'industrie lainière est résumé dans le tableau de la page 168 qui donne les résultats des cinq dernières années (valeur en livres sterling).

Les Etats-Unis d'abord, puis la France et l'Allemagne, sont les pays qui fournissent la clientèle la plus importante aux tissages anglais.

L'*industrie de la soie* a été introduite en Angleterre en 1685 par les réfugiés protestants français. Les centres principaux sont Londres, Norwich, Coventry, Manchester, Glasgow, Dublin.

Elle est représentée par 700 fabriques environ occupant 43,000 ouvriers; le nombre des broches est d'environ 1,000,000, celui des métiers de 12,000.

L'importation des matières premières, soie en cocons, soie grège ou moulinée, représente 90,000,000 de francs (1888). L'exportation des tissus, rubans et autres articles, se chiffre ainsi pour les deux dernières années (livres sterling) :

	1888	1889
Fils.	388.828	508.902
Tissus.	2.664.244	2.506.713
Total. . . .	2.953.072	3.015.615

Mais dans cette partie de sa production, l'Angleterre reste de beaucoup inférieure à la France comme quantité et comme qualité, et la consommation fait une place très importante à nos soieries. L'importation totale des fils et tissus de soie dépasse en moyenne 10,000,000 de livres sterling, soit 250,000,000 de francs.

L'*industrie linière* compte, dans le Royaume-Uni, environ 400 ateliers et fournit du travail à 110,000 personnes. Elle constitue à peu près la seule industrie de

Exportation de l'industrie de la laine.

Tissus de laine cardée et peignée.	1885	1886	1887	1888	1889
Draps, tissus pour vêtement, purs ou mélangés	7.702.485	8.445.837	9.369.865	9.653.336	»
Flanelles, châles, couvertures, etc.	936.653	942.453	963.815	1.093.825	»
Etoffes pures ou mélangées.	7.741.145	7.652.183	7.424.515	6.358.866	»
Tapis et droguets	1.188.482	1.232.950	1.308.767	1.227.523	»
Autres	1.278.288	1.464.922	1.528.640	1.659.122	»
Total des tissus	18.847.053	19.738.345	20.595.602	19.992.672	21.340.107
Fils pour le tissage	4.382.898	4.410.826	3.969.616	4.051.980	4.341.597
Ensemble	23.229.951	24.149.171	24.565.218	24.044.652	25.681.704

l'Irlande, où elle a son centre dans l'Ulster. Belfast est la ville du monde qui produit le plus de toiles. Dans la Grande-Bretagne, les manufactures les plus considérables sont celles de Leeds et de Dundee.

La fabrication des dentelles a une place à part dans cette catégorie ; elle a une grande importance en Écosse; en Angleterre, son siège principal est Nottingham.

L'exportation des fils de lin représente environ 900,000 livres sterling, celle des tissus 5,500,000.

Quant au *chanvre*, il est travaillé dans une centaine d'établissements qui emploient 10,000 ouvriers.

L'*industrie du jute* (Dundee), a également une assez grande activité (120 fabriques, 40 à 45,000 ouvriers). Exportations en 1889 : fils de jute, 409,969 livres sterling, tissus, 2,770,188.

Enfin, il faut citer, pour compléter cet exposé de la production des industries textiles, un certain nombre de fabriques travaillant spécialement certains textiles animaux, comme le *crin*, les *poils de chèvre* ou des fibres végétales, comme l'*alfa*, et se livrant à la fabrication des *lacets*, des *velours*, des *tissus élastiques*, à la confection des tissus de *sparte*.

Industries diverses. Aux revenus que l'Angleterre tire de ses mines, de ses établissements métallurgiques, du travail des matières textiles, et qui sont les sources les plus abondantes de sa richesse industrielle, vient s'ajouter la production de diverses autres catégories d'industries secondaires dont l'état détaillé serait trop long à dresser, et pour lesquelles nous devons nous borner à une énumération.

Parmi celles qui méritent une mention particulière, il faut citer :

L'*industrie céramique*, dont le véritable fondateur est Wedgwood qui, en 1775, monta, dans le Staffordshire, les premières fabriques. Elle comprend les porcelaines de Leeds, de Worcester, les tuileries de Newcastle, de Stourbridge, les poteries et tuyauteries de Doulton, etc.; son exportation a représenté, en 1880, une valeur de 52,000,000 de francs.

La *verrerie*, dont les produits les plus estimés sortent des cristalleries de Londres, des usines de Newcastle et du Lancashire. Exportation : 25,000,000 de francs.

L'industrie des *produits chimiques* qui dispose d'un outillage perfectionné et donne lieu à un mouvement d'exportation de 50 à 60,000 francs.

Les manufactures d'*armes*, d'*instruments de précision*, l'*horlogerie*, la *bijouterie* (Londres).

La *papeterie*, dont les centres de fabrication les plus animés sont Hersford, Kent, Lancaster, York, Londres, Bath, et qui exporte une valeur de plus de 40,000,000 de francs par an.

L'industrie des *bières* (Londres, Burton, etc.), qui est encore l'une des parties où l'Angleterre tient dans le monde entier le premier rang. Si, en effet, le nombre des brasseries (14,166) est moindre qu'en Allemagne (26,458), la production, qui est de 52,000,000 d'hectolitres par an, est supérieure de 10,000,000 d'hectolitres à celle de ce dernier pays ; elle dépasse du double celle de l'Amérique du Nord, de plus du triple celle de l'Autriche-Hongrie ; elle est presque six fois plus considérable que celle de la Belgique et sept fois plus que celle de la France. La Grande-Bretagne est, après la Belgique, le pays où la consommation par tête est la plus élevée. L'exportation, en 1888, s'est chiffrée par 732,000 hectolitres d'une valeur de 48,700,000 francs.

La *distillerie* et la fabrication des *liqueurs* dont plusieurs produits ont une réputation universelle. Exportation de spiritueux, en 1888 : 29,000,000 de francs.

La *raffinerie* qui traite les *sucres* coloniaux et les mélasses du Continent. L'exportation des sucres raffinés, en 1888 (soit 350,000 quintaux métriques, 12,800,000 francs), accuse une diminution d'un tiers comme volume et de plus de moitié comme valeur par rapport à l'année 1886. Cette industrie, autrefois très prospère, a eu fort à souffrir, comme on le voit par ces chiffres, de la concurrence qui est résultée pour les sucres des possessions anglaises du développement qu'a pris, dans ces dernières années, la production du sucre de betterave en Europe. Les effets des progrès ainsi réalisés dans les pays voisins se sont fait vivement sentir sur le marché anglais où les sucres raffinés d'Allemagne, de France, de Belgique, d'Autriche-Hongrie ont quintuplé comme tonnage depuis quinze ans, et peuvent, grâce à l'avantage qu'ils doivent aux encouragements accordés par les différents États à l'exportation, s'offrir à des prix extrêmement bas. On sait que cette situation, dont on s'est beaucoup ému en Angleterre, a fait l'objet des préoccupations du gouvernement britannique, qui prit l'initiative d'une conférence internationale où il chercha à obtenir des diverses puissances intéressées la réforme de leur législation sucrière. Cette conférence se réunit à Londres en 1887, mais malgré un grand nombre d'adhésions au principe de l'abolition des primes, les réserves formulées sur divers points par plusieurs délégués, notamment par les représentants de la France, ne permirent pas de faire aboutir les négociations au résultat vivement désiré par les raffineurs anglais dont la situation reste très difficile.

Conditions du travail. Bien qu'elle dispose d'un outillage des plus perfectionnés et qui de plus en plus remplace le travail de l'homme par celui des machines, l'immense production industrielle dont nous venons d'indiquer les spécialités les plus remarquables exige une main-d'œuvre considérable. Les frais dont elle se trouve grevée de ce chef sont d'autant plus importants que l'Angleterre est, de tous les pays manufacturiers, celui où la main-d'œuvre coûte le plus cher.

On estime que le *salaire moyen* de l'ouvrier anglais est supérieur d'un cinquième à celui qu'obtiennent les travailleurs français et d'un quart à celui des ouvriers belges ; il équivaut presque au double de ce que gagnent

les ouvriers de la règion saxonne et au triple des prix payés par l'industrie italienne.

Malgré leur situation privilégiée, les travailleurs du Royaume-Uni sont loin de se montrer toujours satisfaits des conditions qui leur sont offertes. Les *grèves* ayant pour objet d'imposer aux patrons des augmentations sont fréquentes et prennent souvent des proportions gigantesques, grâce à l'organisation qu'elles reçoivent des associations puissantes qui réunissent en des groupements très compacts les intérêts des classes laborieuses, et assurent à leurs revendications l'appui de caisses de secours largement pourvues, dont les subsides vont parfois même soutenir à l'étranger la cause commune du prolétariat.

Si, de ce côté, la situation des industriels de la Grande-Bretagne est souvent plus difficile que l'est, en général, et que l'a été surtout pendant de longues années, celle de leurs concurrents du Continent, ils trouvent une compensation très sérieuse dans les avantages que leur procurent l'abondance et le bon marché du combustible et des matières premières, en particulier du fer, la plus indispensable de toutes.

Les conditions exceptionnellement favorables dont l'Angleterre jouit à cet égard lui ont permis de donner à son industrie un développement très large et de chercher surtout ses bénéfices dans la production par grandes masses et la vente à bas prix. Sous ce rapport, elle a contribué, pour une bonne part, à la baisse des prix qui s'est manifestée depuis un certain nombre d'années sur tous les marchés européens. Mais elle n'a pas échappé elle-même au malaise dont ce phénomène a été, suivant le point de vue auquel on se place, la cause ou l'effet. Il est certain, dans tous les cas, qu'elle a eu à lutter contre les difficultés résultant de sa propre initiative et qu'elle a dû subir la nécessité inhérente à tout effort industriel qui cesse d'être en rapport avec les débouchés offerts par la consommation, de déprécier lui-même ses produits par une concurrence dont il est le premier agent.

Mais, indépendamment des difficultés intérieures auxquelles elle a cherché, comme plusieurs autres nations rivales, à remédier, à l'aide de syndicats de producteurs s'engageant eux-mêmes à restreindre leur travail, elle a rencontré au dehors, depuis une dizaine d'années, des obstacles préjudiciables à son exportation par suite de l'application des tarifs douaniers adoptés par la plupart des Etats.

Les modifications survenues ainsi dans la situation économique de l'Ancien et d'une partie du Nouveau-Monde ont été ressenties d'autant plus sérieusement par l'industrie anglaise, qu'elles coïncidaient avec l'arrivée sur le champ de la concurrence internationale de deux nouvelles puissances industrielles, les États-Unis et l'Allemagne. L'évolution récente accomplie par cette dernière a eu une importance spéciale pour nos voisins d'Outre-Manche. Elle avait, en effet, pour point de départ des ressources analogues à celles qu'ils possèdent, en houilles et en minerais, et s'est trouvée amenée à prendre précisément pour but de ses efforts une production presque identique comme caractère et comme objet. L'Angleterre a vu ainsi s'installer à côté d'elle, sur le terrain de la grosse fabrication et des opérations commerciales reposant sur le bon marché, une rivale avantagée sous le rapport de la main-d'œuvre.

Sans parler des pertes immédiates qui ne pouvaient manquer d'être la conséquence d'une telle lutte, cette concurrence a d'autre part exercé indirectement une réelle influence sur l'état actuel de la production manufacturière du Royaume-Uni. S'ils ne sont point tombés dans les mêmes excès que leurs adversaires d'Allemagne, les industriels anglais n'ont pas échappé complètement à la tendance qui a poussé ces derniers, le jour où la rémunération du capital a commencé d'être compromise par la baisse des prix, à réaliser de nouvelles économies sur la fabrication, aux dépens de la qualité de leurs produits. Sans doute, les produits de l'industrie anglaise n'ont jamais été l'objet d'une défaveur aussi marquée que celle qui frappe partout aujourd'hui les produits allemands. Mais le consommateur a pu leur adresser parfois des reproches justifiés qui ont certainement modifié, depuis quelques années, l'accueil qu'ils trouvaient autrefois sur tous les marchés européens. Nous n'insisterons pas d'ailleurs plus longuement sur ce fait dont nos voisins mêmes se sont émus en cherchant à réagir contre une tendance qu'ils n'entendent évidemment pas laisser dégénérer en habitude et dont, mieux que personne, ils aperçoivent les inconvénients.

Nous verrons plus loin d'ailleurs en étudiant l'exportation du Royaume-Uni, que, si l'industrie anglaise a laissé entamer quelques-unes de ses positions en Europe, il lui est resté de larges compensations sur les marchés lointains.

Transports et correspondances. Les détails que nous avons donnés sur la valeur respective de chacune des principales catégories de la production du Royaume-Uni ont déjà permis d'apprécier par certains côtés l'étendue du mouvement d'affaires auquel elle donne lieu. Un autre aspect de ce mouvement qu'il n'est pas moins utile de considérer pour en déterminer l'importance d'ensemble, c'est le développement des moyens de communication dont il a entraîné la création et la situation des industries de transport dont les progrès sont naturellement proportionnés à ceux du trafic intérieur. Sous ce rapport, les différents phénomènes qui se rattachent à la circulation des personnes et des marchandises, ainsi qu'à l'échange des correspondances, offrent, en Angleterre, des caractères significatifs dont il est indispensable de dire ici quelques mots.

Depuis longtemps, le régime des voies navigables a été amélioré dans la Grande-Bretagne par le creusement de nombreux canaux qui, reliant entre eux les principaux bassins, permettent aux produits de l'intérieur de traverser à bon marché les différentes parties du territoire et de passer d'une mer à l'autre avec les seules ressources de la navigation fluviale.

Mais, quoique très animé encore sur bien des points, le trafic des canaux a perdu beaucoup de son importance depuis l'invention des *chemins de fer*. L'Angleterre, qui a été la première à appliquer pratiquement à la traction sur les voies ferrées la découverte de la vapeur, et qui a inauguré, en 1825, le premier chemin de fer, n'a pas cessé depuis lors de consacrer chaque année une partie de ses épargnes à la construction de son réseau. On estimait, en 1888, à 864,696,000 livres sterling, c'est-à-dire à 21 milliards et demi de francs, le capital qu'elle a ainsi dépensé. L'exploitation des lignes ainsi établies s'étend à une longueur de 31,884 kilomètres, dont les deux tiers environ dans les comtés d'Angleterre et dans le pays de Galles. C'est le plus long réseau qui existe à l'heure qu'il est dans aucun État, l'Allemagne exceptée; seule, la Belgique possède plus de chemins de fer à égalité de surface.

Plusieurs des voies ainsi ouvertes ont nécessité des ouvrages d'art dont quelques-uns, indépendamment de l'intérêt général qu'ils présentent en tant que manifestation imposante du génie humain, offrent pour nous un intérêt tout particulier à cause de la part brillante que les ingénieurs français ont été appelés à prendre à leur exécution. Les ponts de la Tyne et du Menai sont cités dans le monde entier comme les types de ces grandioses constructions, dont le succès a, dans ces derniers temps, inspiré des projets plus vastes encore. Tel est celui qui vise à relier la Grande-Bretagne à la France au moyen d'une voie ferrée jetée à travers la Manche. On sait que, seuls, des motifs d'ordre stratégique ont empêché jusqu'ici l'opinion publique de se rallier complètement, en Angleterre, à l'idée de cette œuvre gigantesque dont les plans envisagent à la fois les deux hypothèses d'un tunnel sous-marin ou d'un parcours en

viaduc. Malgré les polémiques ardentes auxquelles elle a donné lieu, cette conception paraît avoir gagné, dans ces derniers temps, assez de terrain chez nos voisins pour que la France qui, ici comme en tant d'autres questions, a eu l'honneur de l'initiative, puisse espérer la voir prochainement entrer dans la voie des réalisations pratiques. Quant aux chemins de fer anglais, le grand courant d'échanges que ne peut manquer de déterminer leur raccordement aux voies ferrées du Continent aurait évidemment comme première conséquence d'en augmenter considérablement le trafic déjà si actif.

D'après les statistiques officielles, le transport des marchandises en 1888, sur l'ensemble des chemins de fer du Royaume-Uni, a représenté 281,748,439 tonnes anglaises: il avait augmenté de près de 70,000,000 pendant les dix dernières années. Dans la même période, le transport des voyageurs s'est élevé de 150,000,000 de personnes à 429,000,000. L'exploitation de tout le réseau que se partagent les compagnies d'Angleterre, d'Ecosse et d'Irlande, a produit en 1888 un bénéfice net de 35,132,558 livres sterling, soit en chiffres ronds 877,000,000 de francs.

En même temps que les déplacements individuels et la circulation de produits, le mouvement des correspondances augmente dans des proportions considérables. On a calculé que chaque habitant du Royaume-Uni a reçu en moyenne, au cours de l'année financière 1888-1889, 41 lettres, au lieu de 30 en 1874. Le chiffre total des lettres distribuées dans le royaume s'est élevé dans l'année la plus récente à 1,558,000,000, celui des cartes postales à 201,500,000.

Enfin, le réseau télégraphique de l'Etat, qui mesure 48,659 kilomètres a transmis, pendant l'exercice 1888-1889, 57,765,000 dépêches, soit le double des dépôts enregistrés dix ans plus tôt.

Commerce extérieur. L'Angleterre, que nous avons trouvée en tête de toutes les nations sur la plupart des points abordés dans l'analyse à laquelle nous venons de soumettre les éléments principaux de sa production industrielle et de son commerce intérieur, occupe aussi le premier rang sur le terrain des échanges internationaux.

L'Allemagne et la France, qui sont les nations les plus commerçantes de l'ancien continent, n'ont guère ensemble un mouvement d'échanges plus considérable que celui du Royaume-Uni. Ses transactions avec les autres Etats du monde entier équivalent à peu près au tiers du commerce extérieur de toute l'Europe.

Dans la période décennale qui va de 1880 à 1889, le chiffre total des importations et exportations réunies donne une moyenne annuelle de 686,000,000 livres sterling, plus de 17 milliards (exactement 17,150,000,000 de francs), ce qui représente un trafic annuel d'à peu près 19 livres sterling ou 475 francs par habitant, alors qu'en France la proportion ne dépasse guère 230 francs par tête.

Voici, en prenant comme exemple les trois dernières années, dont la première est inférieure, la seconde à peu près égale, la troisième supérieure à la moyenne décennale, comment se décompose le chiffre total des échanges. Le commerce des métaux précieux n'est pas compris dans ce tableau :

Commerce général (valeur en livres sterling).

Années	Importations	Exportations			Total des importations et exportations
		Produits du Royaume-Uni	Produits étrangers et coloniaux	Total des exportations	
1887	362.227.564	221.414.186	59.348.975	280.763.161	642.990.725
1888	387.635.746	233.842.607	64.042.629	297.885.236	685.520.979
1889	427.210.830	248.091.959	64.939.775	313.032.734	740.243.564

Pour dégager du mouvement du commerce général, tel qu'il ressort des résultats qui précèdent, la part du commerce spécial, nous devons détacher tout d'abord la catégorie des produits étrangers ou coloniaux mentionnés comme n'ayant pas été retenus par la consommation intérieure, et ayant fait l'objet d'une réexportation. Cette catégorie nous donne l'état du commerce de transit et d'entrepôt, qui par conséquent peut se chiffrer ainsi :

	Liv. sterl.	Francs
1887.	59.348.975	1.483.700.000
1888.	64.042.629	2.601.000.000
1889.	64.939.775	2.623.500.000

Ces chiffres doivent être déduits de ceux des importations prises en bloc (commerce général) pour établir la situation du commerce spécial. La valeur de l'importation, ramenée par là à celle des quantités de marchandises exotiques livrées à la consommation, vient en balance avec l'exportation des produits indigènes. Le tableau ci-contre rend saisissables d'un coup d'œil les résultats de cette opération pour les deux dernières années.

Il ressort de ce tableau que l'Angleterre, dont la consommation a exigé des achats dont la valeur s'exprime par les chiffres formidables de 8 milliards en 1888 et de 9 milliards en 1889, est loin d'arriver à compenser cette dépense par la vente de ses produits, puisque la valeur de ses exportations oscille autour du chiffre de

Commerce spécial.

	1888		1889	
	Milliers de liv. sterling	Millions de francs.	Milliers de liv. sterling	Millions de francs
Importation. . . .	323.593	8.089	362.271	9.057
Exportation. . . .	233.843	5.846	248.092	6.202
Balance. . . .	89.750	2.243	114.179	2.855

6 milliards qui, s'il a été dépassé la dernière année, n'a pas été atteint pendant la précédente.

A ne considérer que le mouvement des échanges, la balance commerciale se solde donc au détriment de l'Angleterre par un écart presque égal au tiers de son exportation. Nous sommes là en présence d'un phénomène bien fait pour déconcerter ceux qui tiendraient encore pour un principe absolu le vieil axiome d'après lequel la prospérité matérielle d'un pays se mesure infailliblement au règlement des différences entre l'entrée et la sortie des produits dont la valeur figure au commerce extérieur.

Il est certain que, si l'Angleterre devait compter uniquement sur les revenus de sa production intérieure pour payer les dépenses de son importation, elle aurait à faire face chaque année à un déficit auquel aucun crédit ne saurait résister. Mais qui ne sait qu'elle possède en outre sur toutes les mers du globe, et sur combien de points du

territoire des cinq parties du monde, d'énormes capitaux engagés dans une multitude d'entreprises maritimes, agricoles, industrielles, commerciales, et qu'il se dépense ainsi pour son compte hors de chez elle une somme incalculable de travail et d'efforts dont le produit lui revient, en passant par la caisse de ses armateurs, les livres de compte de ses maisons de commission et de ses banques, sans laisser de trace apparente au mouvement des échanges constaté à la frontière?

Un exemple nous est fourni par cette branche de son commerce extérieur qui constitue le vaste commerce de réexportation dont nous avons eu l'occasion de noter tout à l'heure les résultats généraux.

Si nous avons dû ranger à part, comme ne pouvant être portée à l'actif de la production du Royaume-Uni, cette masse énorme de marchandises n'ayant fait que traverser son territoire, il est certain pourtant que beaucoup d'entre elles sont le fruit des placements de fonds réalisés par l'Angleterre dans les pays lointains soumis à son autorité ou simplement à son influence, et que c'est à son profit que s'en liquide la vente. A cette catégorie qui, comme nous l'avons indiqué, représente une valeur de 64,000,000 à 65,000,000 de livres sterling, il faut ajouter celle des marchandises étrangères évaluées à 10,000,000 ou 11,000,000 de livres sterling, qui n'entrent dans les ports du Royaume que pour en être réexpédiées, après un simple transbordement, vers d'autres destinations.

On sent assez tout ce qu'à lui seul ce vaste trafic représente de bénéfices pour le peuple qui se fait l'intermédiaire de l'échange et l'entrepreneur du transport. Car il ne faut pas perdre de vue que presque tout le frêt ainsi transporté revient au pavillon britannique. On trouvera plus loin, sur le mouvement de la navigation et la situation de la marine marchande, des notions qui permettront d'apprécier l'importance de cette vaste industrie des transports par mer, de ce *carrying trade* par lequel les Anglais ne se contentent pas de pourvoir aux besoins de leurs propres échanges, mais dont ils se sont fait une sorte de monopole international en mettant, avec succès, au service de tous les pays du globe leur immense matériel naval.

Ce n'est là d'ailleurs que l'un des côtés par où l'on peut saisir l'immense réseau d'intérêts dans lequel l'Angleterre a su envelopper le monde. Faut-il rappeler qu'elle possède la plupart des lignes télégraphiques sous-marines, que les sucreries d'Egypte, les mines du Brésil, les chemins de fer de la Plata sont presque tous entre ses mains? Nous ne saurions du reste avoir la prétention de donner une idée complète de toutes ses ressources extérieures dont elle dispose. Si l'on voulait des chiffres nous ne pourrions que renvoyer à ceux que nous avons donnés au début de cet article comme exprimant, d'après les évaluations approximatives de la Trésorerie anglaise, la fortune publique du Royaume-Uni. Ce que nous avons voulu indiquer ici, c'est qu'il y a lieu de tenir compte d'un très grand nombre de résultats qui ne peuvent figurer aux relevés du commerce extérieur du Royaume-Uni, pour apprécier sainement l'écart que nous avons vu apparaître entre les importations et les exportations.

L'un des éléments principaux de cet écart, dont il nous reste à déterminer la nature, réside dans un fait que nous avons déjà constaté en traçant le tableau de la production du Royame-Uni, à savoir l'abandon de plus en plus marqué de l'exploitation des richesses agricoles, au profit du développement du travail industriel. Une exportation presque exclusivement composée de produits manufacturés, une importation composée au contraire pour la majeure partie de matières premières et de denrées alimentaires, telle est en effet la substance des échanges.

Importations. Un rapide coup d'œil sur le tableau des importations va nous fournir la justification de la première partie de cette synthèse. Les chiffres qui suivent donnent par nature de marchandises les résultats de l'année 1889.

Nous y laissons figurer, pour conserver au mouvement sa physionomie d'ensemble, les marchandises qui font l'objet d'une réexportation ultérieure (valeur 84,939,775 livres sterling).

IMPORTATION EN 1889.

		livres sterling.
Produits alimentaires.		
Animaux vivants	10.360.087	
Denrées et boissons	161.071.299	
		171.431.386
Tabac		3.973.925
Matières premières.		
Métaux	22.084.845	
Produits chimiques, substances tinctoriales, etc.	8.635.378	
Huiles	7.122.998	
Matières textiles	91.307.086	
Autres matières	43.694.671	
		172.844.978
Objets manufacturés		64.263.411
Autres articles		14.697.130
Total de l'importation		427.210.830

Ce qui frappe tout d'abord dans ce tableau, c'est le chiffre formidable des achats que l'Angleterre doit faire pour son alimentation. En 1889, par exemple, son importation de produits alimentaires représente une somme de beaucoup supérieure au total des produits de toute sorte importés en France durant la même année. En prenant pour base la valeur de cette catégorie de dépenses, soit 4,285,784,650 francs, on est amené à évaluer à 113 francs en moyenne l'impôt annuel que chaque habitant du Royaume-Uni paie pour sa nourriture au reste du monde.

Les principaux articles de cette première catégorie sont les suivants :

Blé	22.530.838 liv. sterl.
Sucre raffiné	14.626.084
Bestiaux, moutons, etc.	10.360.087
Beurre	10.243.728
Thé	10.022.771
Sucre brut	8.880.097
Maïs	8.580.080
Farine	8.559.947
Lard	7.287.207
Vins	5.908.823
Orge	4.968.947
Avoine	4.472.598
Café	4.337.190
Fromages	4.494.554
Viande fraîche de bœuf	3.015.180
Œufs	3.122.813
Margarine	3.652.722
Sucre brut	2.689.363
Viande de mouton	2.578.621
Jambons	2.501.484

Une remarque intéressante trouve ici sa place en ce qui concerne l'importation du thé. On sait que la consommation de cette denrée est considérée en Angleterre comme l'un des indices les plus sûrs de l'état de malaise ou de prospérité du pays. A ce point de vue, il est utile de signaler l'augmentation constante des importations. La consommation par tête, qui n'était en 1843 que de 553 grammes, avait triplé en 1870. Elle atteignait 2^{k},070 grammes en 1880, et 2^{k},246 en 1888.

La valeur totale des matières premières importées en 1889 dépasse 4,321,000,000 de francs. Quant au détail de cette importation, il nous reste peu d'indications à ajouter à celles que nous avons fournies dans la première

partie de cet article, en exposant la situation des principales industries.

Pour les matières textiles le classement par ordre d'importance s'établit comme il suit :

Coton	45.269.385 liv. sterl.
Laine	28.393.755
Jute	5.282.782
Lin	3.411.109
Chanvre	3.066.114

Dans la catégorie des métaux, l'ordre est le suivant :

Cuivre	3.121.357 liv. sterl.
Etain	2.815.049
Plomb	1.878.850
Pyrites	1.210.961
Zinc	1.084.101

Parmi les matières diverses, on relève les chiffres suivants :

Bois	18.777.451 liv. sterl.
Peaux brutes	3.073.587
Caoutchouc	2.612.704
Suif	1.644.946
Sparte	1.083.578

Enfin, l'importation des objets manufacturés (1 milliard 606,590,000 francs) est de beaucoup la partie moins forte du mouvement des entrées ; elle comprend entre autres produits :

Soieries et rubans de soie	11.600.000 liv. sterl.
Fils et tissus de laine	8.800.000
Peaux préparées	6.600.000
Ouvrages en fil	3.000.000
Articles de coton	2.400.000
Verre	1.700.000
Gants	1.700.000
Papier	1.800.000

Exportations. En ce qui concerne l'exportation, nous pourrons également nous contenter ici d'une récapitulation sommaire.

EXPORTATION EN 1889.

		livres sterling.
Produits alimentaires.		
Animaux vivants	1.172.063	
Objets d'alimentation	10.718.622	
		11.890.725
Matières premières (houille comprise)		17.357.920
Objets manufacturés.		
Fils et tissus	110.210.484	
Métaux et ouvrages en métaux	40.945.735	
Machines	15.254.658	
Confections, ustensiles	11.425.731	
Produits chimiques	7.933.519	
		185.770.127
Autres articles		33.073.187
	Total	248.091.959

La caractéristique de l'exportation britannique, à savoir la place prépondérante qu'occupent les produits fabriqués, se dégage clairement du tableau qui précède. On voit en effet qu'à elle seule cette catégorie atteint une valeur de 4,644,250,000 francs, qui équivaut presque aux trois quarts de l'exportation totale.

Au point de vue du classement, les industries textiles viennent d'abord, l'industrie métallurgique se place au second rang, puis arrive la houille.

Il nous suffit de renvoyer pour les détails relatifs à l'exportation de ces trois branches maîtresses de la production britannique à l'étude spéciale qui a été faite des ressources de chacune d'elles.

La même observation s'applique d'ailleurs à la plupart des industries importantes. Nous croyons toutefois devoir compléter les renseignements qui ont été donnés sur plusieurs d'entre elles par les chiffres suivants empruntés au tableau de l'exportation de 1889 :

Vêtements	4.977.446 liv. sterl.
Mercerie	2.250.566
Porcelaine et faïence	2.092.236
Engrais chimiques	2.049.765
Bottines et chaussures	1.798.817
Papiers	1.763.827
Couleurs	1.559.486
Chapeaux	1.331.161
Sacs	788.851

Voici la liste des principaux objets d'alimentation figurant pour une somme de quelque importance au tableau de l'exportation :

Bière	1.857.961 liv. sterl.
Pickles, vinaigres, etc.	1.319.625
Spiritueux	1.176.409
Sucre raffiné	609.170

Pour avoir la physionomie complète du mouvement des échanges, nous devons dire un mot à présent du *commerce des métaux précieux*, qui n'est pas compris dans les résultats généraux de l'importation et de l'exportation tels que nous les avons formulés dans l'exposé qui précède. Ce commerce a en Angleterre une grande importance, et donne lieu sur la place de Londres à des échanges très actifs.

L'importation de l'or a été évaluée en 1889 à 15,790,258 livres sterling ou 394,756,400 francs : les sources les plus abondantes de cette importation sont l'Amérique du Sud, l'Australie, l'Afrique méridionale, la Hollande. L'exportation du même métal a représenté 14,455,318 livres sterling ou 361,382,900 francs ; elle s'est dirigée spécialement sur le Brésil, l'Afrique et le Portugal.

Pour l'argent, l'importation se chiffre, toujours pour 1889, par 6,213,940 livres sterling ou 115,348.500 francs, provenant surtout de France et des Etats-Unis, et l'exportation est de 10,666,312 livres sterling, soit 266,657,800 francs à destination des Indes et du Japon.

Nous avons ainsi déterminé l'importance et la nature des éléments essentiels qui forment la matière des échanges du Royaume-Uni.

Provenances et destinations. Il nous reste à donner un aperçu des grandes directions vers lesquelles se portent les principaux courants.

Les chiffres que nous avons cités jusqu'ici comprenaient à la fois les transactions commerciales des îles Britanniques avec les pays étrangers et avec le reste de l'Empire. Si l'on fait le départ de ce qui revient aux colonies ou possessions anglaises, on constate qu'elles ont participé à l'importation, durant les dernières années, dans une proportion qui varie entre 20 et 25 0/0, et à l'exportation pour une moyenne d'environ 30 0/0. L'Inde d'abord, avec une part de 30,000,000 de livres sterling à l'entrée, et 33,000,000 à la sortie ; l'Australasie, 25,000,000 à l'entrée, 28,000,000 à la sortie, viennent en première ligne ; puis arrivent le Canada, dont l'importation est d'environ 10,000,000 de livres sterling, contre 8 à 9,000,000 à l'exportation, le Cap et Natal, 5, à 5,500,000 contre 5,500,000 à 6,000.000 de livres sterling, et enfin, avec des chiffres moindres, les établissements des détroits (Singapore, etc.), Ceylan, Hong-Kong, etc.

Quant aux pays étrangers, d'après les résultats de 1888, il leur reste une part totale de 300,720,005 livres sterling à l'entrée et de 206,460,378 à la sortie. L'énumération qui suit montre comment se répartissent ces chiffres entre les différents Etats.

	Importations	Exportations
	liv. sterl.	liv. sterl.
Etats-Unis.	79.763.018	41.211.213
France.	38.855.296	24.129.529
Allemagne.	26.724.347	27.316.544
Pays-Bas	26.070.872	14.927.675
Russie : Baltique. . .	12.360.099	6.290.049
— Mer Noire. .	13.955.114	1.387.747
Belgique.	15.635.228	12.965.365
Suède et Norvège. . .	11.246.963	5.381.860
Espagne.	11.050.100	4.162.344
Chine	6.457.673	6.339.303
Egypte.	7.285.499	2.997.782
Danemark.	7.061.396	2.420.010
Brésil	5.206.899	6.565.661
Turquie	4.242.075	5.534.441
Italie.	3.418.371	6.578.556
Portugal.	3.087.243	2.624.638
Chili	3.089.381	2.421.847
Républ. Argentine . .	2.658.659	7.829.519
Roumanie.	2.569.206	1.053.125
Autriche.	2.133.657	1.398.248
Grèce.	1.888.444	1.024.200
Japon	1.034.383	4.105.794
Perse.	1.960.563	1.309.532

A cette liste, il faut ajouter, avec des chiffres décroissants, mais encore importants, Java, l'Amérique Centrale, le Mexique, l'Uruguay, la Nouvelle-Grenade, les Philippines, les Antilles, le Maroc, l'Algérie (importation, 636,371, exportation, 259,246 livres sterling), le Sénégal (importation, 25,009, exportation, 114,316 livres sterling), etc.

Le courant de l'exportation britannique a subi depuis une quinzaine d'années des déplacements remarquables qui ont été mis en lumière dans une étude dont les résultats ont été soumis, en 1888, au Parlement. La conclusion de cette étude entreprise par les soins du *Board of trade* fut qu'en réalité l'exportation de l'Angleterre avait décliné en Europe dans le cours des dix années précédentes. Au lieu de figurer pour une proportion de 19 0/0 dans le total des achats de l'Europe, sa part n'était plus que de 18 0/0. Dans les Etats du nord, le terrain perdu par elle avait été gagné par l'Allemagne, qui exporte plus qu'elle en Russie et autant qu'elle en Danemark, en Suède et en Norvège. Dans les autres pays, c'est la France qui avait l'avantage, notamment en Belgique, en Espagne et en Italie.

Au contraire, l'Angleterre a une part beaucoup plus considérable dans les pays hors d'Europe, et non seulement dans les dépendances de l'Empire Britannique, mais encore en Chine, au Japon, dans tous les pays de l'Amérique du Sud et surtout aux Etats-Unis.

Ainsi que le montre le tableau ci-dessus, c'est d'ailleurs avec la nation américaine, à laquelle l'unissent de nombreux liens d'affinité de race, de langue et de souvenirs, que les relations commerciales de l'Angleterre sont le plus étendues. Le mouvement total des échanges entre les deux peuples dépasse 3,000,000,000, dont les deux tiers à l'importation.

Indépendamment de la part très considérable qu'ils prennent par leurs céréales, leurs bestiaux, leurs conserves, etc., à l'alimentation des îles Britanniques, les *Etats-Unis* font encore une concurrence des plus vives à l'agriculture anglaise par leurs envois de laines, de peaux, etc. Ils contribuent, d'autre part, dans une très large mesure, à l'approvisionnement des manufactures anglaises, auxquelles ils fournissent de très fortes quantités de coton, de matières tinctoriales, de minerais, de graines, d'huiles minérales, de bois, etc. Enfin, sur le terrain industriel, l'importation américaine a pris depuis une vingtaine d'années une situation de plus en plus prospère sur le marché anglais où les cotonnades, les ouvrages en caoutchouc et les produits des établissements métallurgiques des Etats-Unis viennent enlever à l'industrie anglaise elle-même une partie notable de sa clientèle.

L'Angleterre trouve d'ailleurs une compensation à ces pertes dans les débouchés qui restent ouverts à sa production de fer et d'acier sur le continent américain, où la construction des lignes ferrées exige chaque année des masses énormes de rails, et où les fontes anglaises ont conservé jusqu'à ces derniers temps la meilleure part de leur écoulement. De leur côté, les tissages de laine, de soie et de lin ont aussi aux Etats-Unis une nombreuse clientèle. Mais de plus en plus les industriels de la Grande-Bretagne s'aperçoivent des conquêtes réalisées à leur détriment par le développement que la production manufacturière est parvenue à prendre aux Etats-Unis, à l'abri des droits protecteurs très élevés qui défendent la frontière de ce pays.

Commerce avec la France. La France vient au second rang, immédiatement après les Etats-Unis, dans le mouvement des échanges de l'Angleterre; mais sa part au commerce extérieur du Royaume-Uni est moitié moins forte que celle de la grande République Américaine.

D'après les documents anglais, la moyenne de ses importations et exportations réunies, calculée sur la période quinquennale 1884-1888, n'arrive guère en effet qu'à 59,920,000 livres sterling, pas tout à fait 1,500,000,000 en valeur représentative de notre monnaie.

De notre côté, nous trouvons l'Angleterre figurant en tête des deux branches de notre commerce extérieur. Ses achats et ses ventes sur le marché français représentent environ 18 0/0 de l'ensemble de nos échanges.

C'est en réalité entre 1850 et 1860 que le trafic entre les deux pays a commencé à prendre un essor sérieux que les traités de commerce de 1860 ont encore stimulé. En 1850, par exemple, la valeur totale du mouvement des échanges n'était, d'après les relevés du commerce spécial de la France, que de 312,000,000 de francs. Dix ans plus tard, ce chiffre a presque triplé. Il reçoit une nouvelle augmentation de plus de 65 0/0 durant les dix dernières années de l'Empire. Cette augmentation se maintient largement après 1870, pendant une quinzaine d'années, au cours desquelles le chiffre dépasse à peu près constamment 1,600,000,000. Enfin, à partir de 1885, on le voit faiblir et osciller entre 1,300,000,000 et 1,400,000,000 de francs.

Les différentes phases de cette progression sont rendues sensibles par les chiffres ci-après que nous empruntons, comme ceux qui vont suivre, aux *Tableaux du commerce de la France*.

Années	Importation de France en Angleterre	Exportation d'Angleterre en France	Total	Années	Importation de France en Angleterre	Exportation d'Angleterre en France	Total
		En millions de francs.					
1850	239	73	312	1882	962	722	1.684
1860	599	308	907	1883	903	697	1.600
1861	456	438	894	1884	842	830	1.672
1869	909	549	1.453	1885	830	537	1.367
1870	843	523	1.366	1886	855	525	1.380
1871	816	836	1.652	1887	820	476	1.296
1876	1.033	649	1.682	1888	864	529	1.393
1881	898	703	1.601				

Il est facile de constater, par le relevé qui précède, que la baisse récente des totaux exprimant l'ensemble des opérations conclues annuellement entre les deux Etats

provient presque exclusivement d'un ralentissement très marqué des ventes réalisées par l'Angleterre sur le marché français. Alors en effet que, de 1881 à 1888, le compte de nos envois à destination de la Grande-Bretagne ne subit que des variations relativement minimes, l'exportation britannique, après avoir manifesté pendant les quatre premières années de cette période, une tendance prononcée à compenser nos importations, et avoir touché de très près à ce résultat en 1884, s'est mise au contraire à faiblir dès l'année suivante, au point de faire ressortir depuis lors une différence annuelle d'au moins 330,000,000 de francs.

Si l'on cherche à se rendre compte des éléments principaux de cette diminution, ce qu'on peut faire aisément en jetant un coup d'œil sur le tableau que nous présentons ci-dessous, on remarque qu'elle a porté à la fois sur

Commerce de l'Angleterre avec la France (valeur en francs).

Années	Importation de France en Angleterre				Exportation d'Angleterre en France			
	Objets d'alimentation	Matières premières	Produits fabriqués	Total	Objets d'alimentation	Matières premières	Produits fabriqués	Total
1881	348.727.402	116.902.473	432.154.538	897.784.413	46.828.181	379.435.041	276.353.240	702.606.462
1882	356.273.773	124.480.440	480.872.203	961.626.060	41.199.276	366.205.727	314.529.622	721.934.625
1883	334.895.426	115.283.527	453.466.934	903.645.887	42.268.165	349.042.094	305.342.592	696.653.851
1884	311.953.384	132.386.109	397.691.057	842.030.550	32.913.797	296.176.207	412.489.550	829.594.790
1885	298.929.033	118.176.207	412.489.550	829.594.790	31.735.346	254.423.378	250.935.374	537.094.098
1886	280.979.855	120.983.449	453.075.313	855.038.617	36.820.524	255.974.245	362.344.228	525.138.997
1887	277.751.075	126.768.677	415.056.838	819.576.590	28.606.094	233.436.384	313.660.925	475.703.903
1888	280.169.680	138.511.500	444.941.431	863.622.611	23.862.866	294.922.594	210.033.144	528.816.604

chacune des grandes catégories de marchandises. Dans la moins importante, celle des produits alimentaires, le déficit atteint presque 100 pour 0/0 entre 1881 et 1888, fait qui s'explique suffisamment par le ralentissement de la production agricole du Royaume-Uni et peut-être aussi le relèvement de nos tarifs douaniers applicables à certains articles de cette catégorie. Bien que moins accentuée comme proportion, elle affecte cependant aussi dans une mesure très sensible le compte de l'exportation des produits manufacturés et celui des matières premières. Pour ce dernier, la comparaison des deux périodes 1880-1884 et 1885-1888 fait ressortir un déficit moyen de 62,000,000 de francs au détriment de chacune des années les plus récentes. Un calcul analogue conduit à chiffrer par 33,000,000 de francs la diminution correspondante qui a pesé sur les objets fabriqués.

Le mouvement des échanges entre la France et l'Angleterre se trouvant ainsi défini dans ses grandes lignes et dans son développement historique, nous allons maintenant l'examiner de plus près dans son état le plus récent, tel que nous le montrent les statistiques publiées par l'Administration des douanes dans le *Tableau du commerce de la France pour 1888*.

Etudions d'abord *l'importation de France en Angleterre*. Le premier des éléments dont elle se compose, à savoir la catégorie des denrées alimentaires, intéresse principalement notre production agricole. Le chiffre imposant de 280,000,000 de francs, qui résume la part de cette catégorie, correspond à peu de chose près au tiers de notre importation totale dans le Royaume-Uni. Elle aurait été assurément plus considérable encore si les mesures prohibitives auxquelles nous avons déjà fait allusion n'avaient, sous prétexte de précautions sanitaires, interdit l'entrée du territoire britannique à nos bestiaux, et fermé aux éleveurs de Bretagne et de Normandie un débouché qui représentait pour eux un chiffre de vente de 4 à 5,000,000 de francs.

Une autre branche de notre production, l'industrie des vins de Champagne et d'Anjou, a eu également à souffrir dans ces derniers temps de restrictions d'entrée qui, pour être moins absolues, n'en ont pas moins apporté un trouble sensible dans nos envois en Angleterre. Aux termes d'une loi du 28 juin 1888, les vins mousseux ont été frappés, à l'entrée dans le Royaume-Uni, d'une surtaxe de 0 fr. 51 ou 0 fr. 22 par bouteille, suivant que la bouteille vaut plus ou moins de 3 fr. 125. Les effets de cette mesure ne peuvent pas encore être appréciés complètement d'après les résultats connus à l'heure qu'il est. Mais les relevés provisoires de l'Administration des Douanes permettent de constater, à la sortie des vins de cette nature expédiés en Angleterre en 1889, une diminution d'environ 10,000 hectolitres par rapport à l'année 1888.

C'est là un fait regrettable pour notre commerce des vins qui constitue l'une des plus belles parties de l'importation française en Angleterre. En 1888, par exemple, les produits de nos vignobles figuraient dans notre commerce avec ce pays pour une somme de 53,000,000 de francs. Ils ne venaient toutefois qu'au second rang des objets d'alimentation, après les beurres, qui étaient inscrits à la sortie de France pour une somme de 60,721,000 francs.

Les spiritueux (valeur 41,000,000 de francs), les œufs, expédiés par milliers des départements du littoral, du Pas-de-Calais en particulier (22,000,000 de francs), les sucres bruts (16,000,000 de francs) ou raffinés (13,500,000 francs), les légumes, les viandes fraîches, les céréales, les poissons, les huîtres, les sirops et confiseries, la margarine, les fromages, sont les principaux articles dont se composent nos ventes de produits alimentaires en Angleterre.

Pour la catégorie des matières premières, l'énumération qui figure ci-après rend suffisamment compte de la manière dont se décompose cette partie de l'importation française en Angleterre.

Soie et bourre de soie.	53.452.759 fr.
Drilles.	14.208.630
Peaux brutes.	12.357.151
Bois communs.	11.642.673
Cuivre.	5.827.545
Extraits de bois de teinture. .	4.616.016
Coton en laine.	4.193.350
Pierres et terres	3.786.272
Levure de bière.	3,224.495

La liste des produits fabriqués par notre industrie à l'intention du marché anglais présente une variété et une importance beaucoup plus grandes.

Une description détaillée des articles très nombreux dont elle se compose nous entraînerait à de trop longs développements, pour qu'il nous soit possible, malgré tout l'intérêt qu'elle offrirait, de l'essayer ici. C'est en effet à l'ingéniosité de formes autant qu'à la bonne qualité et à l'élégance qui leur assurent une supériorité reconnue de nos voisins eux-mêmes, que nos produits doivent la préférence dont ils jouissent auprès de la consommation anglaise sur les similaires fournis par la fabrication

indigène. Celle-ci d'ailleurs s'attache plus spécialement à la production par grandes masses et à bon marché, et laisse sur bien des points le champ libre à nos objets de luxe.

Bien que résumée, la nomenclature ci-dessous permettra du moins d'apprécier l'étendue des débouchés ouverts sur le marché anglais aux diverses branches de notre production manufacturière, notamment aux créations de nos industries textiles, à nos confections, à nos ouvrages de modes, à nos articles de ganterie, de maroquinerie, de bijouterie, etc.

Tissus, passementerie et rubans de laine	120.304.292 fr.
Tissus, passementerie et rubans de soie	99.083.292
Ouvrages en peau ou en cuir	38.824.731
Peaux préparées	25.265.108
Plumes de parure	21.361.050
Fils de toute sorte	17.372.795
Vêtements et lingerie cousue	17.944.098
Produits chimiques	13.534.374
Modes et fleurs	12.493.517
Bimbeloterie	11.237.673
Bijouterie fausse	8.906.640
Horlogerie	7.975.979
Tissus de coton	7.293.162
Poteries, verres et cristaux	7.221.271
Outils et ouvrages en métaux	6.003.749
Cartons, papiers, livres, gravures	5.093.017
Tabletterie	4.942.643
Meubles	2.157.501
Ouvrages en caoutchouc	2.037.991
Instruments de précision	1.903.996
Vannerie	1.850.413
Instruments de musique	1.867.274
Parfumerie	1.678.131
Boutons	1.453.076
Brosserie	1.096.644

L'exportation de France en Angleterre est plus facile à étudier.

Les objets manufacturés y sont de beaucoup en majorité. Nous avons suffisamment dégagé le caractère de la production industrielle de l'Angleterre par comparaison avec la nôtre pour n'avoir plus qu'à constater ici la confirmation de nos précédentes observations en notant le double résultat suivant : d'une part, dans l'ensemble, l'infériorité du chiffre d'affaires que réalise l'industrie anglaise sur le marché français, et d'autre part dans le détail de ses ventes, la prédominance marquée des grosses marchandises sur les articles de luxe et les objets exigeant le fini de la main-d'œuvre ou l'élégance de la forme, ces conditions dont se passe difficilement même pour les objets courants la masse des acheteurs français. C'est ce que nous montre le relevé ci-dessous des principaux produits figurant au tableau de l'exportation de 1888 :

Tissus, passementerie et rubans de laine	48.031.922 fr.
Tissus, passementerie et rubans de coton	19.715.234
Peaux préparées	18.459.690
Produits chimiques	17.593.336
Machines et mécaniques	14.973.700
Fils de coton	10.576.949
Plumes de parure	10.209.907
Tissus, passementerie de soie et bourre de soie	9.973.802
Bâtiments de mer	7.773.190
Outils et ouvrages en métaux	5.532.399
Fils de poils de chèvre	5.703.620
Fils de laine	5.091.696
Tissus, passementerie de chanvre et de lin	4.311.773
Carton, papier, livres, etc.	4.139.616
Fonte, fer et acier	3.900.174
Vêtements confectionnés, lingerie	3.887.505
Chapeaux de paille et d'écorce	3.655.886
Nattes ou tresses de paille, etc.	2.752.867
Ouvrages en peau ou en cuir	2.458.115
Carrosserie	1.912.462
Poteries, verres et cristaux	1.630.245
Tissus de jute	1.360.146
Fils de lin ou de chanvre	1.171.406

On remarquera que dans la liste qui précède sont compris un certain nombre de produits qui n'ont reçu de l'industrie anglaise qu'un degré de main-d'œuvre peu avancé et qui sont destinés à servir de matière première au travail de nos manufactures. Tels sont, en particulier, les fils de coton qui approvisionnent nos tissages lyonnais, les fils de poils de chèvre qui sont employés par les fabriques de velours d'Amiens, les fils de laine qu'achète surtout la région de Saint-Chamond pour la fabrication des lacets d'alpaga.

Parmi les matières brutes proprement dites dont notre industrie tire en outre des quantités importantes d'Angleterre, les principales sont les suivantes :

La nes en masse et déchets	76.864.640 fr.
Houille	52.890.274
Cuivre (minerai et métal)	41.101.719
Jute en brins ou teillé et peigné	16.573.700
Peaux et pelleteries brutes	8.799.644
Etain brut	7.776.861
Coton en laine	7.350.660
Bitumes	6.624.189
Engrais	6.115.093
Soie et bourre de soie	4.600.025
Caoutchouc et gutta percha bruts	3.883.107
Phormium tenax, abaca, etc.	3.660.058
Nacre de perles	3.439.971
Indigo	1.979.846
Nickel	1.630.245
Plomb	1.437.828
Cornes brutes	1.291.243

Enfin il ne reste à citer que pour mémoire les produits alimentaires qui figurent dans les exportations du Royaume-Uni pour une part qu'on peut considérer comme insignifiante. Les seuls auxquels il y ait lieu d'accorder une mention sont les jambons et viandes salées, les poissons, les sirops et bonbons, les eaux-de-vie et la bière.

Régime douanier. Bien qu'il n'existe entre la France et l'Angleterre aucun traité de commerce proprement dit, cette dernière jouit, pour les marchandises qu'elle expédie en France, du bénéfice du tarif conventionnel. Cette concession lui a été accordée par une loi spéciale, en date du 27 février 1882, qui admet les marchandises d'origine ou de manufacture britannique au même traitement que celle des nations les plus favorisées.

Il est en outre intervenu le 28 février 1882 entre les deux Etats, une convention aux termes de laquelle ils s'accordent réciproquement le régime de la nation la plus favorisée pour le transit, l'emmagasinage, l'exportation, la réexportation, les taxes locales, les formalités de douane, les échantillons et généralement pour tout ce qui concerne le commerce et la navigation. Promulguées en France, le 12 mai 1882, ces dispositions sont valables jusqu'au 1er février 1892.

Quant aux droits exigibles sur les marchandises françaises à l'entrée en Angleterre, aucune dérogation n'a été apportée au régime de droit commun tel qu'il résulte du tarif général du Royaume-Uni. Ce tarif est d'ailleurs des plus restreints, et il n'a, en réalité, qu'un caractère purement fiscal. On peut dire en effet qu'à part les objets que nous allons énumérer, et qui ne sont presque tous

que des denrées de consommation sur lesquelles on répète à l'importation l'équivalent des taxes intérieures payées par les produits similaires indigènes, la règle absolue est l'admission en franchise pour toute espèce de marchandises. Les seuls produits qui sont exceptés de cette règle dans les conditions que nous venons d'indiquer, sont le cacao, le chocolat, le café, la chicorée, les raisins secs, figues et pruneaux, le thé, le tabac, les vins, la bière, les eaux-de-vie et liqueurs, ainsi que les préparations ou produits chimiques dans la composition desquels l'alcool a été employé (chloroforme, hydrate de chloral, collodion, éther, iodure d'éthyle, savon transparent), les cartes à jouer et la vaisselle d'or et d'argent.

Navigation et marine Marchande. — Le mouvement colossal d'affaires que l'Angleterre entretient avec l'extérieur ayant naturellement lieu tout entier par mer, a pour conséquence nécessaire une activité prodigieuse de la navigation.

Chaque année voit augmenter le mouvement maritime des ports du Royaume-Uni. De 1874 à 1888, il s'est accru de 10,000,000 de tonneaux. En 1888, il se chiffre par 58,741,622 tonneaux, si l'on prend seulement les entrées et les sorties de navires chargés. Il s'élève à 68,159,145, si l'on y ajoute les entrées et les sorties sur lest. Ce mouvement représente plus du triple du trafic maritime des ports français. Il se décompose comme il suit :

Navires à voiles ou à vapeur chargés ou non en provenance ou à destination de l'étranger.

Entrées.	33.952.742	tonneaux.
Sorties	34.566.403	—
Total.	68.519.145	tonneaux.

	Navires chargés		
	à vapeur	à voiles	Total
Entrées. .	21.629.863	5.475.319	27.077.182
Sorties. . .	26.050.826	5.613.614	31.664.440
	47.680.689	11.088.933	58.741.622

C'est le port de Londres, et après lui, celui de Liverpool qui prennent la plus grande part de ce mouvement. Les chiffres ci-dessous qui donnent le tonnage des entrées et des sorties des navires, tant chargés que sur lest, en provenance ou à destination de l'étranger, représentent les résultats constatés en 1888 dans ces deux ports, ainsi que dans quelques autres parmi les plus importants du Royaume-Uni.

	Entrées	Sorties	Total
Londres.	7.470.949	5.470.912	12.941.861
Liverpool	5.368.196	4.941.556	10.309.752
Cardiff.	2.928.265	5.148.068	7.076.333
Newcastle	1.899.991	3.320.901	5.220.890
Hull	1.897.868	1.503.824	3.401.892
Glasgow.	972.032	1.554.571	2.526.613
Newport.	962.329	1.469.403	2.431.732
Sunderland . . .	743.443	930.345	1.673.788
Southampton . .	867.737	733.952	1.601.689

On voit par ces chiffres, qu'à lui seul, le port de Londres a un mouvement presque égal à celui de nos trois grands ports réunis : il dépasse de près de moitié celui de Marseille, il équivaut au triple de celui du Havre et au quintuple de celui de Bordeaux.

Dans l'ensemble du mouvement de la navigation, c'est le pavillon norvégien qui vient au premier rang de tous les pavillons étrangers. Il couvre un tonnage d'au moins 4,000,000 de tonneaux ; mais plus des cinq sixièmes des transports qu'il effectue se font sous voiles. L'Allemagne, au contraire, qui vient en seconde ligne avec 3,000,000 de tonneaux, l'emporte de beaucoup si l'on considère la navigation à vapeur. Le troisième rang appartient au pavillon hollandais, avec plus de 2,000,000 de tonneaux. La France n'arrive qu'au quatrième avec 1,977,149, dont 1,607,797 sous vapeur.

Le total afférent à toutes les marines étrangères n'est, d'après la statistique de 1888, que de 18,123,891 tonneaux, contre 50,395,254 revenant aux navires du Royaume-Uni. Alors que la France exécute seulement 41 0/0 de ses propres transports par mer, l'Angleterre réalise ainsi elle-même 75 0/0 des siens.

Nous ne parlons ici que des relations du Royaume-Uni avec l'extérieur ; pour déterminer l'importance du trafic total qui revient à la marine marchande anglaise, il faut y ajouter le cabotage qui, bien qu'il ne soit pas comme chez nous légalement réservé au pavillon national, lui appartient en fait presque tout entier ; sur un total de 56,755,000 tonneaux (entrées et sorties en 1888), c'est à peine en effet si la concurrence étrangère a enlevé à la marine anglaise 185,000 tonneaux.

Cet immense trafic suppose naturellement une flotte considérable. L'effectif des navires anglais entre lesquels il se répartit se décompose comme il suit :

	Navires	Tonneaux	Equipages
Petit cabotage. .	10.959	887.000	60.045
Grand cabotage.	676	161.000	6.259
Long cours. . .	5.949	6.304.000	157.369
Total. . . .	17.584	7.351.000	223.673

L'état qui précède ne comprend que les bâtiments réellement employés à la navigation en 1888. L'effectif total des bâtiments enregistrés comme appartenant à la marine marchande anglaise était, cette même année, de 21,896 navires, jaugeant 7,464.167 tonneaux, dont 6,871 vapeurs, jaugeant 4,349,658. Cette flotte équivaut comme quantité au tiers de la marine marchande de toute l'Europe.

Comme qualité, le matériel naval de l'Angleterre a toujours été le modèle dont la plupart des nations maritimes se sont inspirées pour leurs constructions. Il a subi dans ces derniers temps des transformations profondes basées sur le principe moderne qui substitue de plus en plus aux voiliers les steamers à marche rapide, et augmente le nombre des unités d'un fort tonnage. De 1874 à 1888, le tonnage moyen s'est élevé de 245 à 350 tonneaux, et le nombre des bateaux à voiles a diminué de 6,439, tandis que celui des steamers s'est accru de 2,838.

Chaque année, les chantiers du Royaume-Uni augmentent l'effectif de la marine marchande des îles Britanniques de 800 à 1,000 bâtiments nouveaux et d'un tonnage moyen de 450,000 tonneaux, où la proportion des bateaux à vapeur, en fer et en acier grossit rapidement. En 1888, sur 734 navires et 483,140 tonneaux mis à l'eau pour le compte du pavillon anglais, il y avait 465 steamers jaugeant ensemble 407,445 tonneaux.

Les armements nationaux n'absorbent pas d'ailleurs toute l'activité de l'industrie des constructions navales. La plupart des établissements de la Grande-Bretagne, et à leur tête, ceux de la Clyde, les plus vastes du Royaume-Uni et du monde entier, travaillent en même temps à l'exécution de commandes considérables pour l'extérieur, et contribuent pour une large part à l'approvisionnement d'un très grand nombre de marines étrangères.

Emigration. Le mouvement qui pousse chaque année une partie de la population du Royaume-Uni à aller

s'établir dans les pays lointains, est l'une des manifestations les plus significatives de cet esprit d'entreprise qui constitue l'un des facteurs les plus puissants du développement extérieur de l'Angleterre. Il est intéressant à noter à ce point de vue, comme l'un des indices auxquels on peut le mieux mesurer, en même temps que la vitalité de ce pays, la force d'expansion à laquelle il doit certainement une très grande partie de sa prodigieuse fortune.

On évalue à plus de 8,000,000 le nombre des individus qui, depuis 1850, ont quitté la Grande-Bretagne et l'Irlande. Proportionnellement au chiffre de la population, c'est l'Irlande (75,000 personnes par an en moyenne), qui a fourni le contingent le plus élevé. De 1879 à 1888, sa part a plus que doublé.

Au cours de cette période décennale, la moyenne de l'émigration pour tout le Royaume-Uni a été de 340,000 personnes dont 240,000 Anglais, Ecossais ou Irlandais. En 1888, cette dernière catégorie était exactement de 272,928.

Le plus fort de ce courant se porte vers l'Amérique du Nord. On a calculé que, depuis quarante ans cette région a reçu 6,000,000 d'émigrants du Royaume-Uni, ce qui représente les trois quarts de l'émigration britannique. En 1888, 195,986 individus ont déclaré se rendre aux Etats-Unis, 34,853 au Canada. Le reste se dirigeait vers l'Australie (31,127 personnes), vers les Indes et les autres pays.

Si elle voit ainsi s'éloigner chaque année près de la moitié de l'excédent de sa population, l'Angleterre est loin de perdre sans retour ceux-là même de ses sujets qui renoncent à leur nationalité. Grâce à sa remarquable faculté de résistance à l'assimilation, la race anglaise conserve toujours et partout son caractère et son individualité : à mesure qu'elle se fixe par des racines plus profondes sur un sol nouveau, elle y implante plus solidement l'influence de la mère-patrie. C'est ainsi que l'Angleterre peuple et exploite elle-même ses colonies. Mais, d'autre part, soit que ses émigrants s'établissent dans des Etats déjà existants, soit qu'ils se portent vers les contrées inoccupées, ce sont encore de véritables colonies anglaises qu'ils y créent, ouvrant la voie, sinon à la domination politique, du moins au règne économique et commercial de la métropole.

Il nous resterait à parler des contrées qui ont été ainsi réunies effectivement au domaine politique de l'Angleterre. Mais, en raison de l'importance exceptionnelle de cette partie de l'Empire Britannique nous nous sommes décidés à lui donner une place à part dans le *Supplément*. On trouvera au mot COLONIES ANGLAISES l'étude spéciale que nous avons cru devoir lui consacrer. — L. R.

L'Angleterre à l'Exposition de 1889.

Le Royaume-Uni de la Grande-Bretagne n'a pas exposé officiellement, et les huit cents exposants de ce pays ont été groupés par l'initiative privée sous la direction du lord-maire de Londres, M. Polydore de Kaiser, à qui revient certainement une large part du succès obtenu par les remarquables envois de ses compatriotes.

Ces envois ont été disséminés un peu partout, au hasard des diverses sections auxquelles ils s'adressaient : beaux-arts, arts libéraux, machines, chemins de fer, économie sociale ; ses principales colonies avaient aussi leurs pavillons séparés. Au total 232,800 pieds anglais carrés avaient été affectés aux exposants du royaume.

La section anglaise proprement dite, à laquelle on accédait par la galerie des Beaux-Arts, avait été décorée avec un goût bien anglais, mais qui ne manquait pas d'élégance. Un vestibule orné des portraits des membres de la famille royale et dans lequel on avait placé une horloge monumentale, de beaux vases, des marbres, et des spécimens de la fabrique de terre cuite Doulton, conduisait à une façade en carton pierre représentant de riches arcades Renaissance du temps d'Elisabeth, encadrées de draperies rouges ; à toutes les travées un oriflamme portant les armes des principales villes et corporations, et c'était tout. Mais cette simplicité voulue avait grand air, et donnait une haute idée de ce peuple un peu froid, mais âpre au gain et dur au travail, qui va à l'atelier en chapeau à haute forme et en barbe à tous crins. Comme impression première, ces détails frappaient dès l'abord le visiteur.

Si nous passons à l'examen des objets exposés, ce qui s'en dégageait aussitôt, c'est la tendance utile et pratique de tout ce qui sort d'un atelier anglais. Derrière ces vitrines cossues en bronze doré, rien qui n'ait un but bien déterminé. Le goût ne vient qu'en seconde ligne. On sent que l'argent anglais ne va pas beaucoup aux frivolités et à l'élégance. Nous parlons de la masse, et non d'une aristocratie éclairée, mais qui vient chercher le beau sur le continent.

Ainsi la céramique, certainement la plus remarquable des sections anglaises, se distinguait absolument de la nôtre, comme aspect. La grande maison Doulton avait envoyé des grès vernis, des faïences, des fourneaux en terre cuite, des tuiles vernissées, de même Copelans, Brown-Westhead, Moore et Cie, Maw, qui avait de jolis carreaux et des décorations pour murs et cheminées. Tout cela, en général, était lourd, travaillé, criard. Pourtant la maison Brownfield et fils cherchait à se distinguer par des vases et des services de table artistiques.

Dans la cristallerie et la verrerie, nous voyons surtout les services en cristal coloré de Webb et fils, de Shrigley et Hunt. Mais ces produits n'ont pas semblé comparables, à considérer toutes les qualités requises, avec ceux de l'Autriche-Hongrie dont nous parlerons.

L'orfèvrerie et l'argenterie ont toujours été fort en honneur chez nos voisins, qui mettent leur amour propre à faire montre de grosses pièces plus remarquables par leur poids et la perfection du travail manuel que par la pureté et l'élégance irréprochable des formes. C'est dans cet ordre d'idées qu'ont été conçues les expositions des fabricants anglais, notamment les plus riches, celles de la *Goldsmith's et Silversmith's Company* et de la *Goldsmith's Alliance*. La corporation des orfèvres de Londres avait cependant envoyé une très curieuse collection de cuillers dont chaque pièce, d'un dessin différent, était un petit chef-d'œuvre.

D'autre part, lorsque la mécanique intervient, nous avons retrouvé l'industrie anglaise au premier rang. C'est ainsi que l'horlogerie a été fort remarquée. Citons dans cette classe les maisons Grimshaw et Baxter, Kullberg, Weill et Harburg, et l'école de Northampton-Square, à Londres.

Le mobilier était luxueux, solide, et en général élégant, bien que certainement inférieur aux envois français et belges. MM. Baker et Clack, avaient exposé de belles pièces artistiques, Armitage, une salle à manger remarquable, Wilson, Laurence, des meubles et accessoires intéressants.

Quand nous aurons cité les broderies de la Société des Dames du Peuple, de Blackborne et Cie, nous aurons terminé avec tout ce qui touche de près ou de loin avec l'art décoratif.

Dans le domaine purement utile, hygiénique, humanitaire, nous regrettons de ne pouvoir nous étendre beaucoup sur la description et l'étude raisonnée de chaque classe, car il y avait là des ensembles remarquables. Costumes de law-tennis et de gymnastique de chez Randall, Henry Edward, le couturier à la mode pour ces spécialités, les vêtements imperméables de Bartrum et Cie, etc. Pour ce qui est de la toilette féminine, on sait que les élégantes d'Angleterre s'adressent chez nous, donc, nous ne nous y sommes pas arrêté chez eux.

L'industrie textile nous a paru soutenir vaillamment la réputation de ce pays dont elle est une des principales

richesses. A sa tête Barlow et Jones, Haynes et Cie, Robinson et Cleaver, les toiles irlandaises de l'Association industrielle de Donegal, institution intéressante qui est en même temps une œuvre philanthropique en faveur des populations pauvres de l'Irlande. A côté des tapis des maisons Tréloar et Crossley, les linoléums de Mitcham, Naim et Cie, les papiers de tenture de Jeffrey et de Woolaurs.

A remarquer l'installation très ingénieuse et très pratique des appareils d'éclairage et de chauffage, qui sont une des nécessités de cette contrée froide et brumeuse; on sentait que tous les efforts se sont portés là et ont été encouragés. Nos fabricants auront pu recueillir de précieux enseignements auprès de leurs concurrents anglais : Yates, Sugg et Cie, Clarke, Wilson et fils, bien autrement expérimentés qu'eux.

Puis, çà et là, avec un intérêt divers, on a pu voir la coutellerie de Morton, les armes de Brazier, Richard, Scott, Welley, Mole, Kynoch ; les engins de pêche de Kirby, Melward et fils, Thomas, Woodfield, Turner, Allcock, etc., des produits pharmaceutiques curieux, rares, et masqués par des procédés ingénieux, un buste de la reine Victoria en stéarine, enfin deux expositions bien anglaises, celle tout d'abord des dents artificielles, de dimensions et de formes invraisemblables pour des Français, et celle de la parfumerie qui, aussi bien chez Pears que chez Zeno, affectaient désagréablement nos nerfs olfactifs peu habitués à ces senteurs irritantes et surettes !

Voilà pour la section anglaise proprement dite.

Aux arts libéraux, ce que nous avons vu de plus remarquable était le matériel des écoles et les instruments de précision. Le public s'arrêtait beaucoup devant les curieux spécimens des 279 langues dans lesquelles sont publiées par la *British and Foreign Bible Society*, la bible et les *Tracts* chers aux Anglais. Quant aux éditions de livres et journaux, même la fameuse collection de la *Galignanis library* et le *Illustrated London News*, à qui on avait fait les honneurs d'un pavillon spécial, il nous a paru qu'on faisait mieux chez nous, à tous les points de vue. Là où nous sommes encore inférieurs malgré les progrès réalisés, c'est dans les cartes géographiques, la photographie, les couleurs et les papiers.

Dans les galeries du quai, on pouvait admirer de curieuses maisons transportables qui n'ont guère d'intérêt pratique, d'ailleurs, chez nous. Il existe là-bas une fabrique spéciale qui a véritablement fait des merveilles de commodité dans ce genre, c'est la Ducker Portable House Co. De ce même côté, le filtre anti-calcaire Maignen, très apprécié en France. Ensuite, dans ces longues galeries de l'agriculture, d'un intérêt tout spécial, les productions de la Grande-Bretagne et leur mise en œuvre tenaient une grande place avec les céréales, les fruits et légumes, les bières et les alcools, les biscuits secs si connus, les conserves, dont le peuple fait une grande consommation et qui s'exportent sur le continent, les condiments, pour lesquels il faut des gosiers spéciaux, les vacheries d'Ecosse, d'Irlande et du Wilhshire, enfin comme cadre à tout cela, des modèles de fermes et de cultures rurales qui sont des chefs-d'œuvre de bon sens, de tenue et d'hygiène, et le magnifique moulin de Thomas Robinson et fils, qui occupait tout un bâtiment.

La section d'économie sociale avait reçu tout ce qui concerne la statistique, les écoles techniques et industrielles, les institutions de charité, d'association, de coopération ouvrière, dont un groupe anglais, les *équitables pionniers de Rochdaale*, a été le premier exemple, enfin d'intéressants documents sur l'alcoolisme et sur la religion.

Dans la galerie des machines, 144 exposants nous montraient l'ensemble le plus parfait de l'outillage industriel moderne. Ce n'est pas ici la place de citer des noms. On trouvera une description détaillée de tout ce que cette exposition apportait de nouveau, ou de progrès, à toutes les pages de ce *Supplément*.

Lorsque nous aurons encore mentionné un très remarquable groupe d'exposants aux télégraphes et à l'électricité, 140 au génie civil, aux travaux publics, à l'hygiène, à la navigation et à l'art militaire, et 25 aux chemins de fer, nous aurons terminé avec la très belle participation de ce grand pays à notre Exposition universelle.

Colonies. Mais, à côté de la mère patrie, une place importante avait été réservée aux colonies qui sont sa gloire et sa richesse.

C'était l'Australie avec la Nouvelle-Zélande sa voisine, contrées neuves, libres d'occupants ou à peu près, et où la colonisation a toutes franchises d'allures. Les mines d'or, d'argent, de cuivre, l'élevage en grand du mouton, pour la laine, les vins pour la dégustation desquels on a élevé un pavillon spécial au Trocadéro, les bois, les plumes, les fourrures, le tabac, sont les principales productions de ces colonies, où l'on pénétrait par un portique en briques dorées équivalant au volume de l'or extrait jusqu'ici par les mineurs. Un kanguroo et un ému représentaient la faune particulière à ces pays exotiques. Le Cap de Bonne-Espérance se distinguait surtout par ses vins hors de pair et ses laines. Il faut faire une mention spéciale pour les diamants, qui étaient exposés dans un pavillon, où l'on pouvait voir passer la pierre brute par toutes ses phases, depuis sa sortie de la mine de Kimberly jusqu'à l'achèvement de sa taille. Ceylan, qui avait sollicité un bar de dégustation pour ses produits, n'avait rien de bien remarquable; le Canada, lui aussi, était bien insignifiant. Tout l'honneur de l'exposition coloniale anglaise, comme intérêt pittoresque, revenait au palais indien, qui mérite une description.

Un dôme central entre deux galeries rectangulaires, flanquées de vérandah, peint en rouge brun relevé de dentelles blanches, voilà pour l'ensemble de la construction. Chacune des travées des galeries était surmontée d'une coupole garnie de fenêtres. La coupole centrale, élevée sur des colonnes et à dix côtés, était décorée de sculptures remontant à la période de transition de l'hindou au musulman, et dont les modèles existent au Kensington muséum, de même que l'original de la jolie fontaine centrale reconstituée par M. Joubert. A l'intérieur de ce palais on avait installé un café qui débitait en outre des confitures et des pâtisseries hindoues ; à l'extérieur une vingtaine d'exposants indiens vendaient des bijoux, des tissus, des tapis, des étoffes brodées en soie et en laine, des cuivres repoussés et gravés, des pierres précieuses et des instruments de musique bizarres. Nous citerons parmi les principaux exposants, d'abord le rajah de Mysore, puis MM. Procter et Sumsoodin, Ardeshir et Byramjée. Dans ce petit coin seulement l'exposition anglaise avait perdu son austérité et sa raideur, qui ne tentaient même pas de résister au charme de l'Orient.

Beaux-Arts. L'exposition de peinture anglaise au Champ-de-Mars a eu un succès mérité. C'est la seule où l'on n'ait pas retrouvé parmi les plus connus des artistes vivant à Paris ; aussi est-ce celle qui peut-être a gardé le caractère d'ensemble le plus personnel. Ce pays possède d'ailleurs une académie royale de peinture déjà ancienne, et qui, chargée de diriger les artistes, semble l'avoir fait avec une sûreté très grande, et avoir été écoutée avec confiance.

Le président de cette académie est sir Fred. Leighton, placé ainsi à la tête du mouvement artistique de son pays par le suffrage de ses confrères. Il a envoyé une *Andromaque captive* d'une froideur désespérante et d'une couleur douteuse : ce n'est pas là qu'il faut chercher le caractère propre de l'école, ce n'est pas non plus dans les délicieuses petites toiles de M. Alma Tadéma, qui d'ailleurs est des nôtres, ni même dans le *Joueur de violon* de M. Millet, malgré le bruit qu'on a fait autour de cette

jolie scène d'auberge, bien composée et bien peinte. Nous le trouvons bien plutôt dans des œuvres d'une valeur moindre peut-être, mais d'une apparence plus anglaise, tableaux d'intérieur avec une pointe de gaîté toute britannique, le plus souvent hors de notre portée, ou une allusion discrète qui crée à la peinture un intérêt à part. Tels *Tout seul* par M. Orchardson, *Une répétition dans une mansarde*, la *Lumière*, par M. Stanhope Forbes, la *Grosse nouvelle* par M. Luke Fildes, avec des tons un peu archaïques mais jolis, et du même *Un bureau de poste dans un port de mer*; l'*Abandonnée*, par Marcus Stone, *N'éveillez pas le chien qui dort*, par M. Rivière, un bel intérieur de pêcheurs de M. Walter Langley. La peinture militaire est représentée par M. Wollen, par M. Andrew Gow avec sa belle composition : *Garnison française défilant avec les honneurs de la guerre*, l'impressionnisme atténué des peintres modernistes par M. Clausen, qui a de charmantes têtes de paysans et paysannes. Enfin, dans un genre inférieur, il ne faut pas oublier les amusantes petites scènes de Kate Greenaway.

Dans le portrait, les anglais restent véritablement supérieurs. Nous n'en voulons d'autre preuve que le magistral *portrait de Gladstone* par M. Millais, celui de *M. Henri Vigne*, par Shannon, *sir Fred. Leighton*, dont nous venons de parler, par M. Watts, des jeunes filles, par MM. Walker et Neal Wistler, qui font croire que vraiment l'Angleterre possède d'autres types que ces mistress extraordinairement laides qu'elle nous envoie. Il est vrai que la beauté dure si peu au delà de la Manche!

Dans le paysage, un seul nom à remarquer, mais il éclipse même bien des renommées françaises, c'est celui de M. W. Leader, jusqu'ici peu connu de nous, et dont le tableau : *Sur le soir il y aura de la lumière* (titre bien anglais!), est un chef-d'œuvre d'impression poétique.

L'Angleterre est le pays d'origine de la peinture à l'eau. Ce n'est pas à dire que maintenant elle ne se laisse pas distancer; mais MM. Fulleylove, W. Langley, avec une belle page : *Parmi les manquants*; James Orrock, Thomas Collier, maintiennent encore la renommée de leur pays. Le président de l'Institut royal des aquarellistes est sir James Linton dont la manière nous a paru un peu surannée.

Quelques eaux fortes complètent la section anglaise. Celles de M. Seymour Haden, sont hors de pair et nous dispensent de citer les autres.

Quant à la sculpture, il vaudra mieux sans doute n'en pas parler, de peur d'avoir à critiquer trop sévèrement le mauvais goût qui a présidé à la conception de figures froidement académiques, telles que le *Médée* de M. Thornycroft, ou au contraire d'exagérations, auxquelles appartient notamment un trompette blessé qui semble faire de la haute école! — C. DE M.

ANILINE. *T. de chim.* Le sujet ayant été traité dans le *Dictionnaire* en plusieurs endroits, nous donnerons un aperçu général en coordonnant et complétant les articles déjà parus.

1. Le point de départ de cette industrie est la benzine C^6H^6. — V. BENZINE au *Dictionnaire*.

2. Le premier terme de passage ou la première transformation pour arriver à l'aniline est la mononitro-benzine $C^6H^5.AzO^2$ (V. BENZINE, § *Nitrobenzine*). On prépare la binitro-benzine

$$C^6H^4(AzO^2)^2$$

qui a trois isomères, surtout en vue d'obtenir des *diamines* et principalement la méta-phénylène-diamine $C^6H^4<\begin{matrix}AzH^2(1)\\AzH^2(3)\end{matrix}$ qui sert dans la fabrication de la chrysoïdine, de la vésuvine ou brun de Bismarck. — V. COLORANTES (Matières), § *Matières colorantes azoïques*.

3. Quand on veut arriver à l'aniline, *monamine primaire*, on traite la mononitro-benzine par des agents réducteurs. L'action réductrice peut être plus ou moins complète et donner lieu aux équations suivantes :

a) $2C^6H^5.AzO^2+3H^2=\begin{matrix}C^6H^5-Az\\|\\C^6H^5-Az\end{matrix}\!\!>O+3H^2O$

Nitrobenzine — Oxyazobenzine

b) $2C^6H^5.AzO^2+4H^2=\begin{matrix}C^6H^5-Az\\\|\\C^6H^5-Az\end{matrix}+4H^2O$

Azobenzine

c) $2C^6H^5.AzO^2+5H^2=\begin{matrix}C^6H^5.AzH\\|\\C^6H^5.AzH\end{matrix}+4H^2O$

Hydrazobenzine

d) $2C^6H^5.AzO^2+6H^2=2C^6H^5.AzH^2+4H^2O$

Aniline

e) $2C^6H^5.AzO^2+8H^2=2C^6H^6+2AzH^3+4H^2O$

Benzine

1° les équations *d*) et *e*) peuvent être dédoublées. 2° l'hydrazobenzine sert à préparer la *benzidine* (V. ce mot au *Supplément*) et par suite la chrysamine et le rouge Congo. — V. ROUGE, § *Couleurs rouges dérivées du goudron de houille*.

4. Le procédé de réduction qui a été industriellement et jusqu'à ces dernières années exclusivement employé a été le procédé Béchamp à l'acide acétique et au fer. — V. ANILINE, § *Fabrication industrielle*.

Maintenant, par raison d'économie, on remplace l'acide acétique par l'acide chlorhydrique en suivant une marche calculée pour éviter toute action trop énergique qui reproduirait de la benzine (*e*).

Dans un appareil à agitateur, muni d'un réfrigérant ascendant, on introduit 150 litres d'eau, 100 kilogrammes de fer, 32 kilogrammes d'acide chlorhydrique; on fait alors couler 400 kilogrammes de nitrobenzol, on chauffe le tout avec un peu de vapeur et au bout d'une heure d'agitation la réaction commence.

On ajoute peu à peu 360 kilogrammes de fer en ayant soin d'éviter une réaction trop violente. L'opération dure en tout douze heures. On s'assure de la fin de l'opération, en constatant que les vapeurs n'ont plus le goût sucré de la nitrobenzine. L'aniline est décantée et distillée à la vapeur.

5. Si au lieu de benzine au point de départ, on avait eu des benzols, mélanges de benzine et d'homologues supérieurs, particulièrement de toluène, la nitration aurait donné plus ou moins de *mononitro-toluène* (trois isomères) et la réduction plus ou moins de toluidine (trois isomères); de là dans le commerce : aniline pour bleu ou aniline pure, question de fabrication de matières colorantes; aniline pour noir, question de teinture (V. *Supplément*, NOIR D'ANILINE); aniline pour rouge, soit fuchsine, soit safranine et répondant à des mélanges différents d'aniline et de toluidines *ortho* et *para*, comme 40 0/0 $C^6H^5.AzH^2$,

15 0/0 $C^6H^4 < {CH^3 \atop AzH^2(1.4)}$ et 45 0/0 $C^6H^4 < {CH^3 \atop AzH^2(1.2)}$

On fabrique environ par jour en Europe 20,000 kilogrammes d'aniline pure, descendue actuellement au prix de 2 fr. 50 le kilogramme d'aniline pour noir.

6. L'aniline donne naissance à beaucoup de dérivés par substitution de radicaux alcooliques à l'hydrogène de AzH^2 dans $C^6H^5\,AzH^2$. Plusieurs de ces dérivés ont pris une grande importance industrielle et sont désignés sous le nom d'*anilines composées.*

a) ***Méthylaniline*** : on désigne ainsi industriellement un mélange de 95 0/0 environ de diméthyl et de 5 0/0 de monométhylaniline (V. *Dict.*, MÉTHYLAMINE et MÉTHYLANILINE). La diméthylaniline, monamine *tertiaire*, est de beaucoup plus importante $Az{<}{C^6H^5 \atop CH^3 \atop CH^3}$; la monométhylaniline $Az{<}{C^6H^5 \atop CH^3 \atop H}$ monomine *secondaire*, qu'on cherche à éviter le plus possible dans la fabrication des colorants, a trouvé un emploi en pharmacie comme antipyritique sous le nom d'*exalgine*, dérivé acétyle de la monométhylaniline $Az{<}{C^6H^2 \atop CH^3 \atop C^2H^3O}$. Un docteur disait récemment de ces nouveaux remèdes : « Hâtons-nous d'en prendre pendant qu'ils guérissent.»

b) ***Ethylaniline*** (V. ce mot au *Dictionnaire*). Deux composés à distinguer : la monoéthylaniline $Az{<}{C^6H^5 \atop C^2H^5 \atop H}$ et la diéthylaniline $Az{<}{C^6H^5 \atop C^2H^5 \atop C^2H^5}$. La monoéthylaniline traitée par le chlorure de benzyle donne l'éthylbenzylaniline $Az{<}{C^6H^5 \atop C^7H^7 \atop C^2H^5}$ qui bout à 285°.

c) ***Diphénylamine*** (V. ce mot au *Dictionnaire*), $Az{<}{C^6H^5 \atop C^6H^5 \atop H}$ monamine secondaire.

7. Non seulement ces substitutions et d'autres semblables, mais industriellement moins importantes, sont possibles dans l'amidogène AzH^2 de l'aniline, mais encore des substitutions les plus diverses peuvent avoir lieu dans le noyau benzénique lui-même et entre autres :

a) ***Acide parasulfanilique*** (V. COLORANTES (Matières), § *Matières colorantes azoïques*)

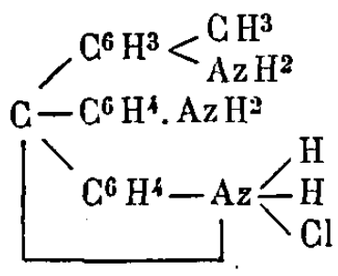
$$C^6H^4 < {SO^3H \atop AzH^2(1.4)}$$

On regardait ce dérivé de l'aniline comme une *anilide* ; mais il est prouvé que la substitution du *sulfoxyle*, SO^3H, a lieu dans le noyau benzinique et non dans l'amidogène. Des trois isomères possibles, c'est le dérivé *para* qui est le plus employé et que l'on obtient en formant d'abord un sulfate d'aniline $C^6H^5.AzH^2.SO^4H^2$, puis par l'action de la chaleur, il se formerait par déshydratation $C^6H^5Az < {H \atop SO^3H}$, puis par transposition moléculaire on a $C^6H^4 < {AzH^2 \atop SO^3H}$

b) ***Nitranilines*** (V. COLORANTES (Matières), § *Matières colorantes azoïques*), trois isomères, le plus industriel est la *paranitraniline* $C^6H^4 < {AzH^2 \atop AzO^2(1.4)}$.

8. Les matières colorantes dérivées de l'aniline et par suite de la benzine sont nombreuses et importantes, mais ne tiennent plus le premier rang depuis que les couleurs d'alizarine ont pris l'immense développement que l'on connaît.

a) ***Fuchsines*** :



c'est le chlorhydrate de rosaniline ou fuchsine ordinaire, dite aussi par les teinturiers, *fuchsine à l'eau*. Les fuchsines désignent une classe de colorants formant série *homologue* avec isomères pour différents termes et comprennent au moins une trentaine de colorants. Tous se rattachent au *triphénylméthane* si important au point de vue scientifique. — V. *Supplément.*

Le procédé de fabrication à l'acide arsénique (V. ANILINE), réagissant sur l'huile d'aniline pour rouge, est souvent remplacé par le procédé à la nitrobenzine, depuis que les tribunaux ont condamné l'emploi de colorants contenant de l'arsenic pour la coloration des bonbons et des liqueurs, et depuis que les pays du Nord ont prohibé la vente de tissus accusant l'arsenic à l'analyse chimique. Ce procédé à la nitrobenzine consiste à chauffer de l'aniline pour rouge avec du nitrobenzol qui servira d'oxydant (V. FUCHSINE, § *fabrication industrielle*). Les rendements sont inférieurs mais les sous-produits, tout différents dans ce second procédé, font compensation. La *fuchsine à l'acide* (V. FUCHSINE, § *fabrication industrielle*), souvent employée sur laine et soie dans les nuances composées, a réalisé un desideratum des teinturiers. La sulfoconjugaison a été promptement appliquée à un grand nombre d'autres colorants.

La base de la fuchsine est la *rosaniline* (V. ce mot au *Dictionnaire*). En substituant dans cette base des radicaux alcooliques, méthyle, éthyle, benzyle, on obtient des violets rougeâtres ou bleuâtres, à différents degrés désignés par *n*R et par *n*B. On arrive aux violets par une autre marche qui réalisa un grand progrès en oxydant le diméthylaniline par du chlorure de cuivre. C'est le violet de Paris, découvert par Lauth et fabriqué en 1868, par Lauth et Bardy dans l'usine Poirrier. Enfin en copulant la diméthylaniline par le chlorure de carbonyle en présence du chlorure d'aluminium on a le *violet hexaméthylé.*

1re phase : $COCl^2 + 2C^6H^5.Az(CH^3)^2$

Chlorure de carbonyle ou gaz phosgène — Diméthylaniline

$$= CO < {C^6H^4.Az(CH^3)^2 \atop C^6H^4.Az(CH^3)^2} + 2HCl$$

Tétraméthyldiamidobenzophénone — Acide chlorhydrique

2e phase : en faisant réagir sur ce dérivé tétramé-

thylé une troisième molécule de diméthylaniline on obtient le violet cristallisé ou 6 B de B. A. S. F. — V. *Diction.*, VIOLET, § *Couleurs organiques*.

c) En phénylant la rosaniline, on a un violet R, puis un violet B, puis du bleu de Lyon et par purification le bleu lumière, par sulfoconjugaison et par la soude les bleus solubles et le bleu Nicholson. En partant de la diphénylamine et en oxydant, on arrive au bleu : le problème pour les bleus d'aniline se posait comme pour les violets, mais les résultats n'ont pas été les mêmes et les bleus de diphénylamine n'ont pas détrôné les bleus de triphénylrosaniline

$$HO-C\begin{cases}-C^6H^4.Az<\begin{matrix}H\\C^6H^5\end{matrix}\\-C^6H^4.Az<\begin{matrix}H\\C^6H^5\end{matrix}\\-C^6H^4.Az<\begin{matrix}H\\C^6H^5\end{matrix}\end{cases}$$

En faisant réagir phényl-α-naphtylamine sur tétraméthyl-diamido-benzophénone on a le bleu Victoria ou bleu de tétramèthyle-α-naphtyle-triamido-triphényle-carbinol. — V. BLEU.

$$CO<\begin{matrix}C^6H^4.Az(CH^3)^2\\C^6H^4.Az(CH^3)^2\end{matrix}+C^6H^5.AzH.C^{10}H^7$$

$$=C\begin{cases}C^6H^4.Az(CH^3)^2\\C^6H^4.Az<\begin{matrix}C^{10}H^7\\H\end{matrix}\\C^6H^4.Az(CH^3)^2\\OH\end{cases}\left(\text{ou}-C^{10}H^6.Az<\begin{matrix}C^6H^5\\H\end{matrix}\right)$$

d) Les verts ont été obtenus par des voies bien différentes.

1. En partant du bleu à l'aldéhyde, on obtient avec l'hyposulfite de soude le *vert à l'aldéhyde* (éthylique) ou vert Usèbe, dont la génération peut être considérée comme répondant à l'équation

$$C^{20}H^{19}Az^3+C^2H^4O+2H^2S=C^{22}H^{27}Az^3S^2O$$

Rosaniline (combinée) — Aldéhyde — Acide sulfhydrique — Vert Usèbe

2. En partant des violets par substitution de méthyle dans la rosaniline, ou de la rosaniline ou de l'un de ses sels, on a produit avec l'iodure de methyle le *vert à l'iode*.

3. En partant du violet de Paris ou chlorométhylate de penta-méthylrosaniline on obtint avec le chlorure de méthyle le vert de diméthylaniline ou vert lumière ; on évitait ainsi l'emploi coûteux de l'iode.

4. Le progrès le plus important a été réalisé par la découverte des verts malachite, brillant, acide, produits d'abord avec l'essence d'amandes amères, puis avec le trichlorure de benzyle et actuellement avec l'aldéhyde benzoïque sur la diméthylaniline. C'est dans cette série que le teinturier en laine trouva les produits s'appliquant sans mordançage (à l'hyposulfite) et résistant à la chaleur et à l'acide de ses bains. — V. VERT, § *Couleurs organiques*.

e) Les jaunes qui furent d'abord employés comme matières colorantes artificielles, ne furent pas des jaunes d'aniline, mais l'acide picrique dérivé de l'acide phénique et le jaune de naphtol dérivé de la naphtaline. A ces colorants qui ne servaient que pour laine et soie nous pouvons ajouter :

1. *Auramine* pour le coton, obtenue par l'action du chlorhydrate d'ammoniaque sur tétraméthyl-diamidobenzophénone, dont on a le dérivé *imidé*

$$CO<\begin{matrix}C^6H^4.Az(CH^3)^2\\C^6H^4.Az(CH^3)^2\end{matrix}+AzH^3$$

$$=C\begin{cases}C^6H^4.Az(CH^3)^2\\=AzH\\C^6H^4.Az(CH^3)^2\end{cases}+H^2O$$

Base du jaune

2. *Tartrazine* pour la laine obtenue avec la phényl-hydrazine et l'acide dioxytartrique ou plutôt son sel de soude.

La *phosphine* préparée avec les résidus de la fuchsine se rattache plutôt à l'anthracène.

f) L'acide sulfanilique traité par l'acide nitreux donne un diazo qui sert à préparer des orangés découverts par Poirrier et dont plusieurs ont une grande importance :

Orangé I avec α naphtol.
Orangé II avec β naphtol.
Orangé III avec diméthylaniline.
Orangé IV avec diphénylamine.

Pour les orangés et autres colorants azoïques. — V. COLORANTES, § *matières colorantes azoïques* et BENZIDINE au *Supplément*.

g) Le diazo de la π-nitraniline s'unit avec l'acide naphtionique pour donner le *substitut d'orseille* vendu en pâte. — V. COLORANTES (Matières), § *Matières colorantes azoïques*.

h) Les *indulines* sont obtenues d'une façon générale en chauffant l'amido-azobenzol avec le chlorhydrate d'aniline et doivent être sulfoconjuguées. — V. *Dictionn.*, COLORANTES (Matières).

i) En sulfurant un mélange d'amidodiméthylaniline et de diméthylaniline on obtient le *bleu méthylène* (V. BLEU, § *Bleus de méthylène*), matière colorante basique s'appliquant sur coton mordancé en tannin, devenu d'un emploi important et vendu sous forme de combinaison avec le chlorure de zinc. C'est une *indamine* sulfurée. Les indamines résultent de l'action de la paranitroso-diméthylaniline sur les amines aromatiques secondaires ou tertiaires comme les *indophénols* (V. ce mot) résultent du même dérivé nitrosé sur les phénols. La nitroso-diméthylaniline a donné naissance à la *nigrisine*, nouvelle matière colorante qui nous vient de l'usine Poirrier et qui sert pour les nuances grises très solides sur coton.

j) L'oxydation, par bichromate de potasse et acide sulfurique d'un sel d'aniline, le plus souvent le chlorhydrate, est le procédé ordinairement employé pour préparer la *mauvéine* (V. COLORANTES (Matières) et INDISINE), et le noir d'aniline, l'*émeraldine* et la *nigraniline* étant les termes de passage pour arriver au noir (V. COLORANTES (Matières), *et Suppl.*, NOIR). Nous réservons cette question si importante du noir d'aniline en teinture en attendant le jugement en appel et le jugement en police correctionnelle demandés par M. Grawitz. Cet article sur l'*aniline* et le tableau des matières colorantes (à l'article TEINTURE) ont eu pour but

de donner une orientation scientifique aux recherches du lecteur.

L'Exposition de 1889 nous offrait comme échantillons de produits colorants se rattachant à l'aniline ou à ses homologues :

a) De la Société anonyme de matières colorantes et produits chimiques de Saint-Denis : la nigrisine et les rouges Saint-Denis, nouvelles créations de la maison ; ces derniers rouges découverts par Noelting et Rosenstiehl, servant pour coton, très peu sensibles aux acides et dérivant des *oxyamines*.

b) De Durand, Huguenin et Cie : la *cuve mixte* à l'indigo et à l'indophénol.

c) De la Compagnie Parisienne de couleurs d'aniline au Tremblay-Creil : une série de bleus de méthylène.

d) De Dehaynin et Cie : des matières premières (benzine, toluène, xylène, etc.) les plus pures.

e) De Brigonnet et Naville, à la plaine Saint-Denis, de la diméthylaniline pure obtenue par l'application des procédés de M. Vincent, au moyen de la triméthylamine des vinasses de betteraves.

f) Enfin de plusieurs de ces fabriques, de magnifiques échantillons de produits classiques, verts et violets acides, fuchsines sans arsenic, orangés, etc., et une série de colorants nouveaux, se rattachant aux dérivés tétrazoïques de la rhodamine et décorés d'un illustre parrainage : rouge, brun, marron, orangé de *carnotine*. — V.

* **ANNEAUX COLORÉS**. *T. de phys*. Nom donné aux colorations vives, aux irisations qui se produisent notamment lorsque la lumière rencontre des corps diaphanes (solides, liquides ou gazeux), réduits en lames suffisamment minces. Cet effet est dû à l'influence mutuelle des rayons lumineux se réfléchissant sur les deux faces d'une lame mince.

On distingue des anneaux colorés de diverses sortes :

1° *Anneaux optiques* : produits par réflexion (anneaux de Newton), par réfraction simple, par double réfraction, diffraction, polarisation.

2° *Anneaux colorés électriques* : produits par l'électricité statique (anneaux de Priestley, de M. Righi) ; par l'électricité de la machine rhéostatique (anneaux de M. Gaston Planté) ; par l'électricité dynamique (anneaux de Nobili, de De la Rive, de Becquerel, de M. Guébhard, etc.) ; par l'électricité d'induction (anneaux de Grove).

3° *Anneaux colorés thermiques* : produits par l'action des flammes sur plaques métalliques polies, oxydables (exp. de M. Decharme) ; produits par la trempe, le recuit, la dilatation du verre, sous l'influence de la lumière polarisée ;

4° *Anneaux colorés chimiques* : par contact sur métaux polis, d'un corps solide (iode), liquide (brome, sulfure d'ammonium), gazeux (vapeurs d'iode, de brome, de sulfure d'ammonium) (exp. de M. Decharme) ;

5° *Anneaux colorés mécaniques* : par compression, flexion, vibration du verre, sous l'influence de la lumière polarisée ;

6° *Anneaux colorés physiologiques* : produits par compression d'un point du globe de l'œil (phosphènes) ; par défaut d'achromatisme de l'œil (chropsie) ; par les images subjectives (de couleurs complémentaires de celles de l'objet).

Anneaux colorés électro-chimiques. De tous les anneaux électriques, les plus intéressants sont ceux de Nobili, obtenus par voie électro-chimique. Ils sont produits par l'action d'un courant électrique, arrivant, par l'extrémité d'un fil de platine, ou d'une aiguille d'acier, sur une plaque métallique recouverte d'une dissolution aqueuse, en couche mince, d'acétate de plomb, de plombate de potasse, ou d'autre dissolution. Selon la polarité, la nature et le poli de la plaque, selon la dissolution, simple ou mélangée de divers sels et aussi suivant l'énergie de la pile employée, on obtient sur la plaque, au bout de quelques secondes, en regard de la pointe verticale, amenée à quelques millimètres de cette plaque, des anneaux concentriques, tantôt monochromes, alternativement clairs et obscurs, tantôt irisés comme les anneaux de Newton, et si l'on emploie plusieurs fils rattachés au même pôle, on peut produire des rosaces et diverses figures symétriquement colorées. Une application de ces anneaux colorés constitue une nouvelle branche d'industrie qui, dans ces derniers temps, a pris de grands développements et qui n'est pas sans intérêt au point de vue de l'art.

M. Decharme a imité les anneaux électrochimiques de Nobili, par voies hydrodynamique, thermique, chimique et mécanique (V. la *Lumière électrique*, 1885, passim ; les *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. XXV, p. 570, 1882 ; t. XXVIII, p. 190, 1883, et 6e série, t. VI, p. 329, 1885).

Tous les anneaux colorés, optiques, électriques, électro-chimiques, mécaniques, naturels ou artificiels, présentent les propriétés communes suivantes :

a) Les couleurs de ces anneaux sont dans le même ordre (ordre spectral, direct ou inverse) que celui des anneaux de Newton vus par transmission. Les différences d'aspect de chacun d'eux viennent de la largeur relative des teintes partielles, dont quelques-unes sont parfois très développées et d'autres font défaut plus ou moins complètement.

b) Tous les anneaux sont produits par des couches plus ou moins minces de matières transparentes, gazeuses, liquides ou solides (air, eau, essences, oxydes, bromures, iodures, sulfures, etc., verres, cristaux) que la lumière ne peut traverser sans se décomposer ; car ces couches ont des épaisseurs variables et telles, qu'en les traversant ou en se réfléchissant une ou plusieurs fois à leurs surfaces la lumière éprouve des ralentissements de vitesse qui amènent des différences de phase des rayons, ce qui détermine le phénomène de coloration.

Quant aux dimensions et au nombre des anneaux de chaque sorte dans un même système, ils varient dans des proportions qui n'ont rien d'absolu.

APPLICATION DES ANNEAUX COLORÉS. On doit à Arago une application de ces anneaux à la photo-

métrie. Les deux lumières à comparer sont placées symétriquement depart et d'autre du système de verre produisant l'irisation. On éloigne la plus vive jusqu'à ce que les anneaux disparaissent. Alors les intensités des lumières sont comme les carrés de leurs distances au centre des anneaux.

On a fait aussi application des anneaux optiques à la détermination des indices de réfraction des liquides par rapport à l'air. Récemment M. Baille a décrit une balance très sensible à anneaux colorés.

M. Decharme a utilisé la production des anneaux colorés thermiques sur des bandelettes de cuivre ou sur des ressorts de montre, pour évaluer comparativement les intensités des courants électriques par l'étendue de ces anneaux. — C. D.

ANSE DE PANIER. T. *de constr.* Courbe ayant l'aspect d'une demi-ellipse ; mais en réalité formée de plusieurs arcs de cercle se raccordant entre eux. On distingue suivant le nombre d'arcs de cercle qui composent cette courbe : l'*anse de panier à trois centres* et l'*anse de panier à cinq, sept, neuf... centres*. L'anse de panier a trouvé son application dans la construction des arches de pont.

ANTHRACÈNE. *T. de chim. industr.* Ce carbure d'hydrogène, dont la composition chimique et les propriétés ont été déjà mentionnées dans le premier volume du *Dictionnaire* (1er vol.), est extrait des huiles qui se dégagent du goudron de houille au point d'ébullition le plus élevé, c'est-à-dire lorsque le thermomètre marque à peu près 270° dans les vapeurs de la chaudière où s'opère la distillation du goudron.

Les huiles anthracéniquesse composent d'un grand nombre de carbures divers: naphtaline, méthylnaphtaline, *anthracène*, *phénanthrène*, acénaphtène, diphényle, *méthylanthracène*, pyrène, chrysène, rétène, fluorène, fluoranthène, chrysogène, benzérythrène, carbazol, acridine, etc..... On voit par cette longue énumération, combien est complexe la composition de l'huile à anthracène, et combien il doit être difficile d'obtenir un produit absolument pur et nettement séparé de la plupart de ceux avec lesquels il se trouve associé dans la première distillation des goudrons de houille.

Le traitement de l'huile à anthracène consiste, en principe, dans la séparation que le refroidissement provoque entre les carbures solides et liquides, et dans le complément de cette séparation par le passage au filtre-presse, retenant les produits solides qui, après avoir encore subi une épuration plus ou moins complète par l'action de dissolvants, constituent ce qu'on appelle l'*anthracène* du commerce.

Bien que simple en apparence, la préparation de l'anthracène brut est une opération qui peut donner des résultats très différents, au point de vue de la pureté et du rendement, ce qui est d'une grande importance en raison du prix élevé auquel est encore coté ce produit. L'anthracène est la matière première avec laquelle on fabrique l'*alizarine*, qui produit une fort belle couleur remplaçant avantageusement la garance. — V. *Dictionnaire*, ALIZARINE et GARANCE, et au *Supplément*, ALIZARINE.

Les huiles à anthracène sont d'abord soumises au repos et au refroidissement dans des réservoirs placés en plein air. Certaines huiles déposent en 4 ou 5 jours, même en été, tandis que d'autres exigent au moins 10 à 14 jours ; les parties restant liquides et contenant encore une assez forte proportion d'anthracène sont soumises à une nouvelle distillation.

On pourrait hâter le refroidissement par des moyens artificiels, tels que l'emploi des appareils à glace, mais cette méthode a l'inconvénient d'épaissir outre mesure les huiles mères, et l'on ne doit y recourir que dans les cas où la température est très élevée. Les bassins où s'effectue le dépôt des parties solides sont généralement des bacs en tôle, cylindriques ou rectangulaires, n'ayant pas plus de 0m,50 de profondeur. Les cristaux formés au sein de la masse huileuse sont enlevés et placés dans des sacs en toile très forte, puis soumis à l'action de presses hydrauliques, ou de filtre-presses. On peut aussi se servir des turbines, et à ce sujet nous signalerons les essais d'un procédé dû à M. Ruffin qui s'était proposé de purifier l'anthracène directement dans les turbines, en y effectuant un clairçage à la benzine et soumettant la masse claircée à une injection de vapeur à haute température (220° environ). Dans des expériences exécutées à Billancourt en 1882, on était arrivé à obtenir avec un produit titrant 17,16 0/0, à l'origine, des titrages successifs de 28,40 ; 34,49 ; 38,60 et finalement 42,11 0/0.

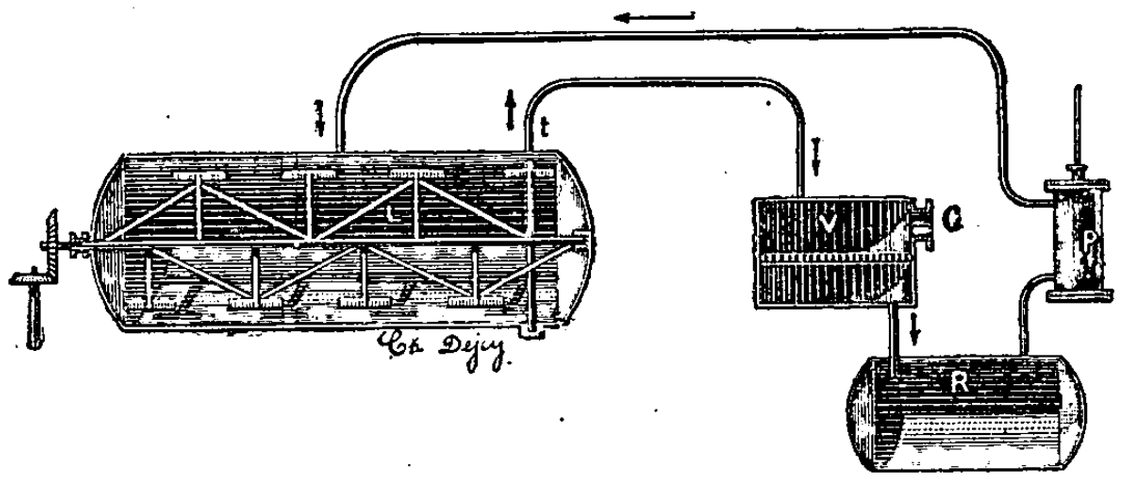


Fig. 78. — *Laveur.*

En général, pour enrichir et purifier l'anthracène, on le soumet à l'action de dissolvants dans lesquels sont solubles les impuretés à éliminer. Le plus généralement employé est le *naphte pour dissolution*, mélange de xylène, de pseudocumène et de mésitylène, qui distille après le benzol et le toluène dans la rectification des huiles légères, entre 120° et 180° environ.

Les pains ou tourteaux d'anthracène provenant de la presse sont divisés au moyen de moulins à meules verticales ou de broyeurs, qui les réduisent en poudre. Cette poudre est placée dans une sorte

de laveur cylindrique en tôle, comme celui que représente en L la figure 78 qui montre l'ensemble d'un appareil pour le lavage de l'anthracène brut. Dans le laveur L se meut un agitateur qui remue continuellement l'anthracène au contact du naphte. Une pompe à air figurée en P comprime de l'air dans le laveur et force la masse liquide à remonter par refoulement par le tube *t* dans le vase V qui contient le filtre sur lequel se dépose l'anthracène épuré, qu'on extrait par le tampon C; un tuyau placé à la partie inférieure du filtre V conduit le naphte chargé d'impuretés dans le récipient R où la pompe à air P fait le vide par aspiration, pour faciliter la séparation de l'anthracène et du liquide sur le filtre. Le naphte recueilli dans le récipient contient en majeure partie du phénanthrène, un peu de naphtaline, de phénol et d'huiles lourdes, avec d'autres substances indéterminées. Ce liquide est employé pour la fabrication du noir dit *noir de lampe*.

Le lavage par le naphte permet d'obtenir de l'anthracène au moins à 50 0/0 et même au delà de cette limite. D'autres procédés moins avantageux ne produisent que de l'anthracène à 35 et 40 0/0. Certaines usines d'Angleterre effectuent un premier lavage avec le naphte, puis un second avec l'*éther de pétrole* (procédé Perkin) et arrivent ainsi à un dosage de 55 à 60 0/0. Il paraît que l'éther de pétrole dissout moins d'anthracène que le naphte, et produit par conséquent moins de perte.

Parmi les impuretés qu'on a le plus de difficulté à éliminer dans l'anthracène, il y a une sorte de *paraffine* d'une nature différant sensiblement de la paraffine ordinaire, et qui est aussi peu soluble dans l'éther de pétrole que dans le naphte. Sa présence, même en très petite quantité, suffit pour gêner les filtrations qu'on a besoin d'exécuter dans la préparation de l'*alizarine*.

D'autres procédés ont été essayés et mis en pratique pour la purification de l'anthracène. Tels sont notamment : la méthode de distillation dans des cornues en fer avec de la potasse caustique; le procédé Caspers basé sur la dissolution dans l'huile à paraffine et ensuite un dernier lavage avec de l'alcool méthylé, c'est-à-dire dénaturé au moyen de l'esprit de bois. On obtiendrait, dit-on, par ce dernier procédé, un produit final contenant 95 à 97 0/0 d'anthracène.

Quel que soit le mode de lavage employé pour la purification de l'anthracène, cette substance doit encore, avant d'être transformée en *anthraquinone* par le fabricant d'alizarine, subir une dernière opération mécanique qui a pour but de la réduire à un état de division le plus complet possible, afin de faciliter la réaction de l'agent oxydant auquel on doit soumettre la matière pulvérisée. Le meilleur moyen d'arriver à ce résultat consiste dans la sublimation de l'anthracène et sa précipitation au contact de l'eau. L'appareil employé à cet effet (fig. 79) se compose d'une chaudière plate M en tôle, chauffée en dessous, dans laquelle l'anthracène, étendu en une couche de quelques centimètres, est amené à l'état de fusion; dans la masse fondue s'étend un tube à deux branches TT, percé de trous d'où s'échappe un courant de vapeur, qui a été surchauffée à 220-240° dans la chambre antérieure où le serpentin S est exposé à l'action directe d'un autre foyer. L'anthracène volatilisé par l'action de la vapeur surchauffée se sublime alors et se rend par le gros tube E dans la chambre de condensation C où tombe continuellement une pluie fine d'eau lancée par la pomme d'arrosoir qui se trouve au milieu du plafond de cette chambre. L'anthracène se condense et se précipite en poudre au bas de la chambre C où on le recueille sous la forme d'une masse blanchâtre, fine et lamelleuse, qu'on soumet immédiatement, humide encore, à l'oxydation qui la transforme en *anthraquinone*.

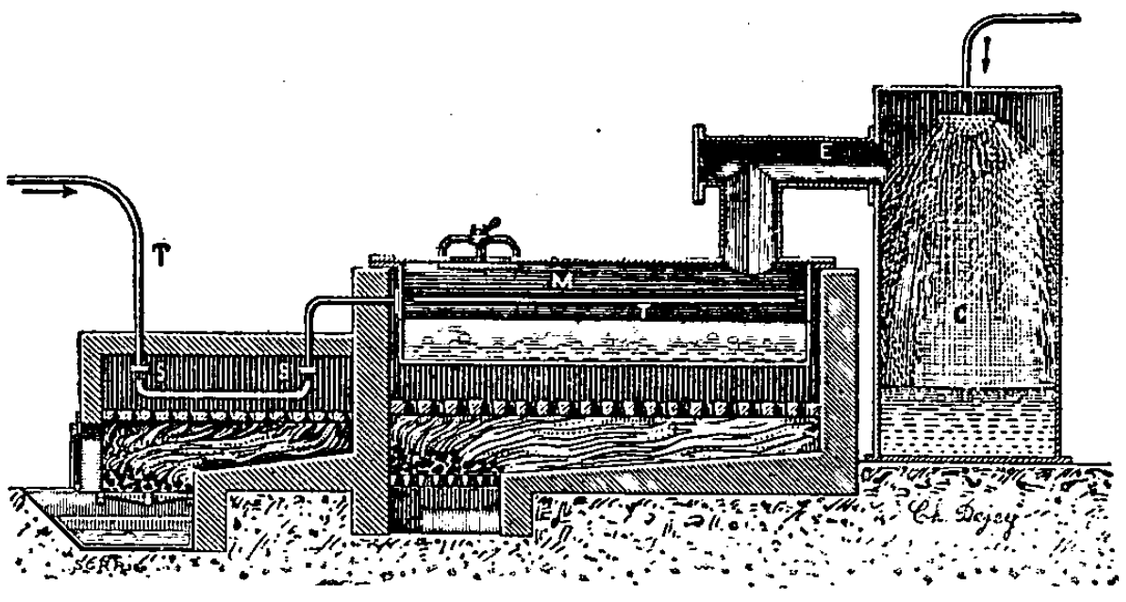


Fig. 79. — *Condensation de l'anthracène.*

Le prix élevé de l'anthracène et les variations très grandes qui peuvent exister dans la teneur du produit brut en anthracène pur, rendent très importante la détermination de sa richesse pour traiter des marchés et vérifier la qualité des marchandises vendues. Plusieurs méthodes d'analyse ont été adoptées, l'une par dissolution dans l'alcool (méthode anglaise), l'autre par dissolution dans le sulfure de carbone, une autre par l'éther de pétrole (Perkin), et enfin une autre par l'anthraquinone. Ces méthodes entraînent certaines manipulations assez délicates dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer ici. Elles ont été décrites longuement dans l'excellent *Traité de la distillation du goudron de houille*, par G. Lunge, traduit de l'allemand par notre distingué collaborateur le Dr L. Gautier, auquel nous avons emprunté une partie des renseignements qui précèdent sur la préparation encore peu connue de l'anthracène. — G. J.

* **ANTI-FLUCTUATEUR.** *T. de mét.* On désigne sous ce nom divers appareils spéciaux destinés à éviter les variations brusques de pression que produit dans le tuyau d'alimentation l'aspiration d'un moteur à gaz, et qui occasionnent, pour

le voisinage, des oscillations gênantes sur les flammes des becs de gaz alimentés par la conduite à laquelle se relie le branchement du moteur. Ces appareils qu'on interpose sur le tuyau d'arrivée du gaz, sont basés sur les principes suivants :

1° Emploi de simples poches en caoutchouc formant des réservoirs de gaz ;

2° Emploi de poches alimentées par une soupape d'admission, type de M. Schrabetz ;

3° Anti-fluctuateur à cloche équilibrée (du même inventeur);

4° Anti-fluctuateur avec régulateur à membrane souple, type de la Compagnie continentale des compteurs à gaz. — V. MOTEUR A GAZ. — G. J.

ANTIMOINE. *T. de chimie. Antimoine pur.* Le meilleur moyen de l'obtenir est de réduire la poudre d'algaroth en oxychlorure par le charbon et le carbonate de soude.

Oxychlorure, 1 partie ; carbonate de soude sec, 1 partie ; charbon, 0,1 p.

Oxyde. L'antimoine forme plusieurs oxydes : protoxyde Sb^2O^3; antimoniate d'antimoine Sb^2O^4 ; anhydride antimonique Sb^2O^5.

1° *Le protoxyde* se présente dans la nature sous deux formes cristallines différentes, en prismes et en octaèdres, que l'on peut reproduire artificiellement. Quand on calcine l'antimoine au rouge dans un courant d'air, on obtient un sublimé d'aiguilles prismatiques connu sous le nom de *fleurs argentines d'antimoine*. Ces aiguilles sont le plus souvent accompagnées de petits octaèdres. Le meilleur dissolvant de l'oxyde antimoine est l'acide tartrique.

L'hydrate de protoxyde que l'on obtient en traitant par le carbonate de soude à froid une solution de protochlorure, forme avec les acides des sels d'antimoine et avec les bases des antimonites. Ainsi dans la préparation du kermès les liqueurs alcooliques déposent de l'antimoine de soude. Fraîchement précipité, l'hydrate de protoxyde d'antimoine a été proposé par M, Weber à la *Société industrielle de Mulhouse* comme un excellent fixatif du tannin.

Les principaux sels de protoxyde d'antimoine sont :

L'oxychlorure SbOCl ou *poudre d'algaroth* obtenu en précipitant une solution de protochlorure $SbCl^3$ par un excès d'eau.

L'émétique, tartrate double d'antimoine et de potasse $SbOKC^4H^4O^6$. — V. *Dictionnaire*, EMÉTIQUE.

Oxolate, proposé comme l'oxyde pour fixer le tannin.

Trichlorure. — V. *Dictionnaire*, CHLORURE D'ANTIMOINE.

2° *L'antimoniate d'antimoine* Sb^2O^4 ou acide antimonieux se prépare le plus facilement en calcinant l'acide antimonique.

3° *L'acide antimonique* Sb^2O^5 forme plusieurs hydrates analogues aux hydrates d'acide phosphorique.

SbO^4H^3 correspondant à l'acide phosphorique normal.

SbO^3H correspondant à l'acide métaphosphorique.

$Sb^2O^7H^4$ correspondant à l'acide pyrophosphorique.

L'hydrate normal s'obtient de la façon suivante : On dissout dans l'acide chlorhydrique bouillant le sulfure d'antimoine naturel.

La dissolution acide est traitée par l'acide nitrique ou le chlore pour transformer le protochlorure en perchlorure. Cette solution, mise en contact avec l'eau, donne d'abord un oxychlorure $SbOCl^3$ se dédoublant lui-même en acide chlorhydrique et acide antimonique qui se précipite

$$SbCl^3 + H^2O = SbOCl^3 + 2HCl$$
$$SbOCl^3 + 3H^2O = H^3SbO^4 + 3HCl$$

L'hydrate normal ainsi obtenu est peu stable et se transforme rapidement en hydrate $HSbO^3$.

L'acide antimonique forme avec les bases des antimoniates dont quelques-uns sont utilisés dans l'industrie : *antimoniates de plomb* (jaune de Naples), *de potasse* et *de soude*, etc. Ces deux derniers employés en céramique se préparent de la façon suivante :

Dans un creuset de fer ou de fonte, on chauffe au rouge sombre un mélange de 1 partie régule d'antimoine ; 2 parties nitrate de potasse ou de soude. Quand le mélange ne dégage plus de vapeurs nitreuses on projette la masse dans l'eau par petites portions.

La masse étonnée est délayée dans l'eau et tamisée; on sature ensuite par l'acide chlorhydrique. Il se dégage des vapeurs nitreuses, et l'antimoniate qui se dépose est ensuite lavé et séché. —V. *Dictionnaire*, ANTIMOINE, § *Antimoine diaphorétique*.

Sel de Schlippe, syn. : *sulfoantimoniate de soude.* Quelquefois employé en médecine, il se présente en volumineux cristaux jaunes très solubles dans l'eau. On l'obtient en abandonnant pendant quelques jours un mélange intime de

Sulfure d'antimoine	18 parties.
Soufre	3 p. 25
Carbonate de soude.	20 parties.
Chaux	13 —

le tout délayé dans l'eau.

Trichlorure d'antimoine. — V. *Dictionnaire*, CHLORURE D'ANTIMOINE.

Pentachlorure ou perchlorure. S'obtient en faisant passer sur l'antimoine un courant rapide de chlore ou en traitant également par le chlore le trichlorure distillé. Liquide jaunâtre fumant à l'air, se décomposant partiellement à la distillation en protochlorure et chlore libre. On utilise cette réaction pour préparer certains produits organiques chlorés.

On prépare ainsi très facilement le chlorure d'éthylène, ou *liqueur des Hollandais*, en faisant arriver dans un ballon à distiller contenant une petite quantité de perchlorure d'antimoine, un mélange de gaz éthylène et de chlore. Les réactions sont les suivantes :

$$SbCl^5 + C^2H^4 = C^2H^4Cl^2 + SbCl^3$$
$$SbCl^3 + 2Cl = SbCl^5$$

Le perchlorure se trouve ainsi régénéré à cha-

que instant et l'on peut, avec une faible quantité de ce produit chlorer une grande quantité d'éthylène.

Réactions de l'antimoine. Les combinaisons de l'antimoine ramenées à l'état d'oxydes ou de chlorures, introduits dans l'appareil de Marsh, donnent de l'hydrogène antimonié mélangé à l'hydrogène. Si on enflamme ce gaz et qu'on écrase la flamme avec une plaque de porcelaine, il se produit des anneaux noirs reconnaissables aux caractères suivants :

Ils ne sont pas volatils ; ils s'oxydent sans se déplacer ; traités par l'hydrogène sulfuré, ils deviennent jaune orange et la coloration disparaît dans un courant d'acide chlorhydrique. Traités par l'acide nitrique ils donnent de l'*acide antimonique* insoluble.

Ils sont insolubles dans les hypochlorites.

Ces caractères permettent de distinguer nettement l'antimoine de l'arsenic dans les recherches médico-légales.

Caractères des sels d'antimoine : 1° *Sels antimonieux ou de protoxyde. Eau.* Rend laiteuses les solutions des sels antimonieux mais l'acide chlorhydrique fait disparaître le trouble.

Acide sulfhydrique. Précipité rouge orangé soluble dans les sulfures alcalins et l'acide chlorhydrique concentré.

Sulfhydrate d'ammoniaque. Même précipité que par l'acide sulfhydrique.

Potasse et soude. Précipité blanc d'hydrate soluble dans un grand excès de réactif.

Ammoniaque et carbonate d'ammoniaque. Précipité d'hydrate presque insoluble dans un excès de réactif.

Carbonates alcalins. Précipité d'hydrate.

Permanganate de potasse. Est décoloré.

Nitrate d'argent. La solution potassique de l'oxyde précipite avec le temps ou par la chaleur l'argent du nitrate d'argent ammoniacal.

Zinc, fer, cuivre, étain. Précipitent l'antimoine à l'état métallique.

2° Sels antimoniques. (α) *Solution chlorhydrique d'acide antimonique. Alcalis et carbonates alcalins.* Précipité blanc soluble à chaud dans un excès de réactif.

Permanganate de potasse. N'est pas décoloré. Les autres réactions sont semblables à celles des sels antimonieux.

(β) *Antimoniates. Acide chlorhydrique.* Précipité blanc d'hydrate soluble dans excès de réactif.

Acide nitrique et sulfurique. Précipité blanc d'hydrate insoluble à froid, soluble à chaud.

Hydrogène sulfuré. Précipité rouge orangé si la liqueur ne contient pas de potasse libre.

Nitrate d'argent. Précipité gris d'antimoniate et d'oxyde d'argent soluble dans l'ammoniaque. La liqueur ne dépose pas d'argent métallique ni avec le temps ni par la chaleur.

Dosage et séparation de l'antimoine. L'antimoine est dosé à l'état de sulfure, d'antimoniate d'antimoine ou d'antimoine métallique. Par l'hydrogène sulfuré, on sépare l'antimoine des métaux alcalins, alcalino-terreux et des métaux de la famille du fer (nickel, cobalt, manganèse, zinc, etc.).

La solubilité du sulfure d'antimoine précipité dans le sulfhydrate d'ammoniaque chargé de soufre permet de séparer ce métal de l'argent, mercure, plomb, bismuth, cuivre, cadmium dont les sulfures sont insolubles dans le sulfure alcalin.

La séparation de l'antimoine avec l'arsenic et surtout avec l'étain, présente plus de difficultés.

Antimoine et étain. On dissout l'alliage ou la combinaison renfermant les deux métaux dans l'acide chlorhydrique additionné d'un peu d'acide nitrique ou de chlorate de potasse.

La solution est partagée en deux parties égales: dans la première, on introduit une lame d'étain pur et l'on fait bouillir jusqu'à ce que tout l'antimoine soit précipité à l'état de poudre noire, on le recueille sur un filtre, le lave, sèche à 100° et on le pèse. Dans la seconde portion de la liqueur, on précipite l'étain et l'antimoine par une lame de zinc pur. Du poids total de l'antimoine et de l'étain, on retranche le poids trouvé de l'antimoine; la différence donne le poids de l'étain.

Si l'étain et l'antimoine sont à l'état de sulfures on peut suivre la même marche.

On peut également dans la solution chlorhydrique des deux métaux précipiter l'antimoine à l'ébullition par le fer.

L'étain n'est pas précipité dans ces conditions, mais pour que ce procédé donne de bons résultats, il faut que l'antimoine se trouve en présence d'une assez grande quantité d'étain. Lorsque c'est l'antimoine qui domine, il est bon d'ajouter à l'alliage un poids connu d'étain pur.

Le procédé suivant a été recommandé par H. Rose. Il consiste à attaquer l'alliage par l'acide nitrique concentré. On produit ainsi les acides stannique et antimonique qu'on traite après une légère calcination par l'hydrate de soude au creuset d'argent. La masse maintenue en fusion pendant quelque temps est refroidie et reprise par l'eau. L'antimoniate de soude très peu soluble se dépose tandis que le stannate se dissout très bien en entraînant un peu d'antimoniate. En ajoutant à cette solution la moitié environ de son volume d'alcool, on en précipite tout l'antimoniate et le stannate est seul en dissolution.

L'antimoniate est redissous dans l'acide chlorhydrique additionné d'acide tartrique, (celui-ci ayant pour but d'empêcher la liqueur de devenir laiteuse quand on l'étend d'eau), et l'antimoine précipité à l'état de sulfure.

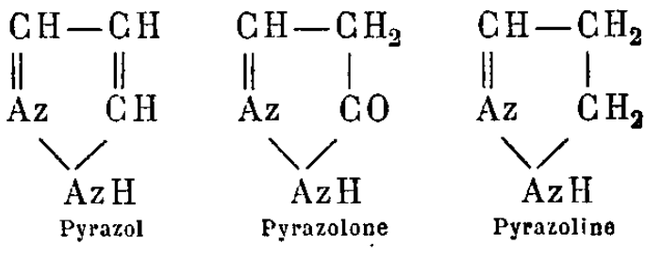
Etain, antimoine et arsenic. On dissout l'alliage ou le mélange de sulfures dans l'acide chlorhydrique additionné d'un peu d'acide nitrique ou de chlorate de potasse et on précipite par le zinc.

Les trois métaux sont précipités. On reprend la poudre métallique par l'acide nitrique : l'arsenic se transforme en acide arsénique très soluble; l'antimoine et l'étain passent à l'état d'acides antimonique et stannique que l'on sépare d'après le procédé de H. Rose, décrit ci-dessus. On peut aussi traiter l'antimoine de l'arsenic à l'état de sulfures par un mélange de carbonate de soude et de salpêtre. L'arsenic donne de l'arséniate de soude très soluble dans l'eau de l'antimoine, de l'antimoniate insoluble.

On peut doser volumétriquement l'antimoine, Frésenius recommande d'opérer de la manière suivante. On dissout environ 0g,1 d'oxyde d'antimoine dans 10 centimétres cubes solution aqueuse d'acide tartrique ou neutralisé aussi complètement que possible par le carbonate de soude. On y ajoute ensuite 20 centimètres cubes solution saturée à froid de bicarbonate de soude puis un peu d'empois d'amidon ; enfin on fait tomber goutte à goutte une solution titrée d'iode jusqu'à ce que le liquide reste bleu après agitation.

Deux équivalents d'iode employés correspondent à 1 équivalent d'oxyde d'antimoine. — A. D.

* **ANTIPYRINE.** *T. de chim.* L'antipyrine est le représentant d'une série de combinaisons chimiques découverte par le Dr Knorr en 1883 et appelée par lui la *série du pyrazol*. Ces combinaisons se rattachent à l'un ou à l'autre des noyaux hypothétiques suivants dont les formules indiquent les relations intimes :



Comme on le voit, le pyrazolone apparaît comme un pyrazol oxygéné, tandis que la pyrazoline serait un pyrazol hydrogéné.

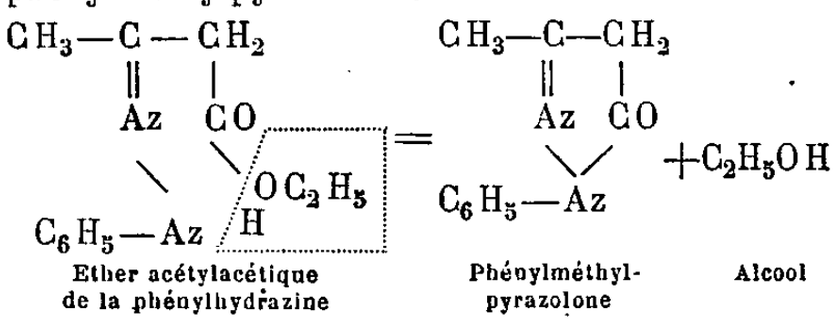
L'antipyrine qui contient de l'oxygène, c'est-à-dire le groupe CO, est donc un dérivé du deuxième noyau, du pyrazolone ; et comme elle contient en outre un groupe phényle et deux fois le groupe méthyle, son nom scientifique est *phényldiméthylpyrazolone*.

La *série du pyrazol* était appelée dans les premiers temps la *série de la quinizine*, l'antipyrine était par conséquent une diméthyloxyquinizine.

Pour obtenir l'antipyrine on procède de la manière suivante : on mélange 110 grammes de phénylhydrazine avec 130 grammes d'éther acétylacétique. Il se forme l'ether acétylacétique de la phenylhydrazine et une molécule d'eau :

$$C_6H_5AzH—AzH_2+C_2H_5OOC—CH_2—CO—CH_3$$
$$=C_6H_5AzH—Az=C<\begin{matrix}CH^3\\CH_2—COOC_2H_5\end{matrix}+H_2O.$$

Cette dernière combinaison, étant chauffée pendant quelque temps à 100°, se décompose en une molécule d'alcool éthylique ét une molécule de phénylméthylpyrazolone.



Le phénylméthylpyrazolone cristallise en prismes fusibles à 127°. Il est très peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude et dans l'alcool, et montre les caractères de ses deux composants, la faible basicité de la phénylhydrazine et l'acidité de l'éther acétylacétique : il est soluble dans les acides comme dans les alcalis.

Enfin, pour obtenir l'antipyrine, le phénylméthylpyrazolone est chauffé dans des autoclaves avec de l'alcool méthylique et un méthylchalogène. Le sel haloïde ainsi formé est décomposé par un alcali et l'antipyrine brute qui se sépare en un produit huileux est purifiée par des cristallisations consécutives dans la benzine, le toluène, l'alcool et l'éther.

L'antipyrine pure cristallise en petites tablettes blanches, très solubles dans l'eau, l'alcool, la benzine, le chloroforme et fusibles à 113°. Son goût est légèrement amer.

Sa solution aqueuse est colorée en rouge foncé par l'addition de perchlorure de fer, en vert bleuâtre par l'acide azoteux. Dans une solution concentrée, l'addition de ce dernier réactif détermine la formation de cristaux verts d'isonitroso-antipyrine au bout de quelques minutes.

L'antipyrine du Dr Knorr a été étudiée au point de vue physiologique par Filehne qui en découvrit les propriétés antithermiques ; en France peu de temps après et en premier lieu par le Dr Huchard et ses élèves, et reconnue comme un remède précieux pour combattre la fièvre.

Ses propriétés analgésiques ont été trouvées par le Dr Germain Sée, qui les résume en disant : « c'est le remède des douleurs et de la douleur. »

L'antipyrine rend de grands services pour combattre la fièvre dans les cas de pneumonie, de pleurésie, de phtisie, d'érysipèle, etc.

On l'emploie avec succès dans les cas de rhumatisme, de goutte et de névralgies. Elle est souveraine contre les migraines. Dans l'épidémie d'influenza qui vient de sévir dans toute l'Europe elle a rendu d'énormes services en soulageant les malades dans les maux de tête, parfois insupportables, qui constituent un des symptômes caractéristiques de cette maladie. L'antipyrine du Dr Knorr se fabrique en France depuis 1884 dans l'usine aujourd'hui considérable du Tremblay à Creil.

* **ANZIN** (Mines d'). L'Exposition de 1889 nous a permis de relever les chiffres de production de cette puissante Compagnie et de constater ses efforts soutenus, non seulement au point de vue des progrès industriels, mais encore au point de vue de l'amélioration sociale de sa nombreuse population ouvrière. La période la plus remarquable de sa production commence en 1864 où elle était de 1,067,017 tonnes, pour arriver à 2,196,000 tonnes en 1872 et s'élever jusqu'à 2,595,581 tonnes en 1888. C'est à peu près le quart de la production totale des bassins du Nord et du Pas-de-Calais réunis et le neuvième de la production entière de la France. Les quelques chiffres qui suivent donnent un aperçu de l'extraction obtenue par la Compagnie depuis son origine (1720) :

1720. . .	55	tonnes.	1860. .	930.700	tonnes.
1752. . .	70.000	—	1865. .	1.225.425	—
1780. . .	238.000	—	1870. .	1.633.818	—
1790. . .	310.000	—	1875. .	2.058.558	—
1793. . .	90.000	—	1880. .	2.314.008	—
1794. . .	65.000	—	1885. .	2.070.442	—
1800. . .	213.840	—	1886. .	2.337.439	—
1820. . .	330.189	—	1887. .	2.504.412	—
1840. . .	623.312	—	1888. .	2.595.581	—

Les résultats actuels, 2,595,581 tonnes, en 1888, ont été obtenus avec 17 sièges d'extraction et 18 puits d'aérage ou d'épuisement. Ces 17 sièges d'extraction sont desservis par 19 machines à vapeur représentant ensemble environ 6,780 chevaux.

La production annuelle par fosse dépasse donc 150,000 tonnes en moyenne. Les nouveaux sièges d'extraction sont organisés de manière à produire 2 à 300,000 tonnes.

L'exposition de la Compagnie a pu donner une idée complète de la puissance des moyens les plus récemment employés, machines d'extraction, appareils d'aérage, perforation par l'air comprimé, criblage et classification des produits, chargement des vagons. Plusieurs de ces appareils ont été notablement perfectionnés dans les ateliers de la Compagnie; nous citerons notamment les perforateurs, le servo-moteur Farcot appliqué aux machines d'extraction, les culbuteurs pour vagons de 10 tonnes et les machines d'épuisement souterraines.

Quelques chiffres généraux permettront d'apprécier l'importance des installations de la Compagnie d'Anzin :

La surface totale occupée par les carreaux des fosses de la Compagnie est de	121h,68
Dans laquelle la surface bâtie entre pour	4h,05
Les ateliers divers, fours à coke, fabriques d'agglomérés, ateliers de construction et de réparation, etc., non compris les établissements spéciaux au chemin de fer, occupent une surface totale de	30h,94
Les constructions y couvrent	1h,79
Le nombre total des machines fixes de la Compagnie est de	204 chevaux.
Représentant une force totale de	11.237
Dont pour l'extraction	6.780
Pour l'épuisement	980
Pour la ventilation	820
Pour la compression d'air	525
Pour la traction mécanique	203

et le reste pour les ateliers divers.

Les salaires du fond ont été, en 1888, de 10 millions 775,620 fr. 19, soit 1,118 fr. 73 par ouvrier, et ceux du jour de 2,070,248 fr. 32, soit 1,097 fr. 38 par ouvrier; ces derniers chiffres comprennent les ouvriers du chem. de fer.

La Compagnie des mines d'Anzin est concessionnaire pour quatre-vingt-deux années qui expireront le 31 décembre 1950 d'un chemin de fer d'intérêt général d'une longueur de 37 kilomètres et allant de Somain, où il se relie au chemin de fer du Nord, à la frontière Belge, près de Péruwelz, station des chemins de fer de l'Etat-Belge. La partie d'Anzin à Péruwelz n'a été mise en exploitation qu'au mois d'août 1874.

Les fosses, les usines ainsi que la gare d'eau de la Compagnie, à Denain, sont reliées à ce chemin de fer par des embranchements particuliers. Tous les établissements se trouvent ainsi mis en relations, d'une part, avec le chemin de fer du Nord et le chemin de fer de l'Etat-Belge, et d'autre part, avec l'Escaut canalisé qui traverse les concessions du Sud.

L'établissement de la première partie du chemin de fer d'Anzin, entre Anzin et Denain, remonte à 1835; c'est le premier chemin de fer à large voie construit en France et exploité avec des locomotives; ces machines furent à cette époque construites dans les ateliers de la Compagnie. Le chemin de fer a coûté 15,571,980 francs, matériel roulant compris.

Le matériel se compose de 36 machines de divers types, dont 24 sont journellement en feu, 66 voitures à voyageurs et fourgons et 1,146 vagons à marchandises, dont 272 à 6 caisses disposées pour le déchargement par grue, 563 vagons de 10 tonnes à houille et 311 ridelles pour coke, vagons à bestiaux, plates-formes, etc., etc.

Le chemin de fer d'Anzin à Péruwelz et à Somain dessert des localités importantes par quatorze gares que nous désignons à la page suivante.

TABLEAU DE LA COMPOSITION DES DIVERS CHARBONS EXPLOITÉS PAR LA COMPAGNIE D'ANZIN.

Résultats moyens rapportés à la houille pure, déduction faite des cendres et de l'humidité.

Désignation des diverses variétés de houille	Nombre de couches	Epaisseur totale	Carbone			Hydrogène	Azote et oxygène	Pouvoir calorifique théorique	Emploi de ces diverses houilles
			Fixe	Volatil	Total				
Charbons maigres anthraciteux, faisceau de Vieux-Condé.	11	7m00	90.00	1.90	91.90	3.80	4.30	8200	Cuisson des briques et de la chaux, chauffage domestique par appareils spéciaux.
Charbons maigres flambants, faisceau de Fresnes-Midi.	12	9.10	86.63	4.02	90.65	3.76	5.59	8535	Chauffage des chaudières à vapeur en mélange av. 1/4 de charbon gras, chauffage domestique en foyers ouverts.
Charbon demi-gras, faisceaux de Saint-Louis, Thiers, Abscon.	18	9.30	86.20	6.00	92.20	4.00	3.80	8799	Qualité spéciale pour les chaudières tubulaires. Spéciaux pour chauffage domestique.
Charbon gras pour coke et forges, faisceau de Saint-Vaast.	11	6.95	77.20	7.30	84.50	4.20	11.30	8276	Fabrication du coke — forges maréchales; donnant le meilleur mélange avec les maigres flambants.
Charbon gras à longue flamme, faisceau de Renard-Sud.	10	7.00	75.74	6.01	81.75	5.41	12.84	8357	Fours à puddler et à réchauffer, très bon mélange avec les maigres flambants pour chaudières à vapeur.
Charbon gras pour gaz, faisceaux de Renard-Nord et de la Cuvette.	8	5.50	69.39	15.56	84.95	6.35	8.70	9184	Gaz d'éclairage et gazogènes.

Péruwelz, Vieux-Condé, Condé, Fresnes, Escaupont, Bruai, Valenciennes, Anzin, Saint-Vaast, Hérin, Denain, Escaudain, Abscon et Somain. La première de ces gares est commune avec le chemin de l'Etat-Belge; quatre autres, Fresnes, Bruai, Valenciennes et Somain, sont communes avec la Compagnie du Nord.

INSTITUTIONS OUVRIÈRES.

Nous croyons intéressant de donner ici un aperçu rapide des institutions de toute nature créées par la Compagnie en faveur de son personnel.

Logements à prix réduits. Auprès de tous ses sièges d'exploitation, la Compagnie a fait construire ou a acheté des maisons pour loger des ouvriers: le nombre en est aujourd'hui de 2,628.

Les constructions en cités ouvrières ont d'abord prévalu; mais devant les inconvénients qu'elles présentent au point de vue de la salubrité et de la moralité, la Compagnie n'a pas hésité à ne plus créer que des groupes isolés, malgré l'excédent des frais de premier établissement. Elle a fait construire à l'Exposition universelle, une de ces maisons dans la section d'économie sociale. (Esplanade des Invalides). Un jardin de deux ares est affecté à chaque maison. Le prix de location est de 3 fr.50, 5 francs, ou 6 francs par mois, ce qui représente à peine l'intérêt à 3 0/0 des frais de premier établissement, sans comprendre les dépenses d'entretien qui restent à la charge de la Compagnie.

Maisons vendues aux ouvriers. Dans le but de pousser l'ouvrier à l'épargne, la Compagnie a fait construire à différentes époques des maisons isolées avec jardins qu'elle leur a vendues au prix de revient; elles sont payables par retenues mensuelles à peu près égales au loyer d'une maison de même importance dans la localité, et sans intérêt. Le nombre de maisons ainsi vendues est de 93 ayant coûté 275,207 francs.

Avances sans intérêt pour acheter ou faire bâtir. Elle a fait aussi aux ouvriers, avec les mêmes facilités de remboursement, des avances de fonds pour l'achat ou la construction de maisons à leur usage.

Ces avances se sont élevées à une somme totale de	1.446.604 »
Les remboursements effectués étant de. .	1.345.463 91
Il reste dû à la Compagnie	101.140 09

Grâce à ces facilités, les ouvriers de la Compagnie ont construit ou acquis pour eux 741 maisons.

Les avantages que la Compagnie accorde à ses ouvriers, en les logeant à prix réduit ou en leur facilitant l'acquisition ou la construction de maisons, lui ont coûté, pour 1888 :

1° Perte de 84 francs par an, sur le loyer de 2,628 maisons.	220.752 »
2° Perte d'intérêt sur les maisons vendues et non payées, à concurrence de 67 mille 558 fr. 12 à 3 0/0.	2.026 75
3° Perte d'intérêt sur la somme qui lui est due par suite d'avances faites pour acheter ou bâtir.	1.022 20
Total.	223.800 95

Instruction. La Compagnie possède une école de garçons à Thiers, village entièrement composé de maisons ouvrières qui lui appartiennent.

Elle a donné une école à chacune des communes de Fresnes et de Vieux-Condé, a établi à ses frais des salles d'asile dans le village de Thiers, Bellevue, Saint-Vaast et la Sentinelle. Dans ces deux dernières localités, elle a fondé, en outre, des écoles de filles et des ouvroirs qu'elle a placés sous la direction des sœurs de Saint-Vincent-de-Paul. Elle favorise enfin, par des subventions en argent et en nature, l'établissement de salles d'asile communales et particulières partout où demeurent un certain nombre de ses ouvriers.

Elle accorde, en outre, à titre de subventions annuelles, à des institutions et asiles libres, la somme de..	20.964 45
Les allocations de chauffage pour les écoles ont été, en 1888, d'une valeur de	694 40
Les distributions de prix, en livres et en livrets de caisse d'épargne, ont coûté. . .	740 »
Elle a dépensé pour la construction et l'entretien de ses propres écoles.	9.476 60
Ce qui porte à.	31.875 45

le total des dépenses qu'elle a faites, en 1888, pour l'instruction primaire.

Cours techniques. Une école préparatoire spéciale, dont les cours théoriques et pratiques sont faits par les ingénieurs de la Compagnie, et qui est destinée à former des ouvriers d'élite, reçoit les meilleurs élèves à la sortie de l'école primaire.

Elle paie chaque année la pension de deux de ses jeunes ouvriers à l'école des maitres-mineurs de Douai.

Construction d'églises. Elle possède quatre églises consacrées au culte catholique : ce sont les églises d'Anzin, de Thiers, de Saint-Vaast et de la Sentinelle. Le traitement des desservants de Thiers et de Saint-Vaast est payé par la Compagnie.

Mesures prises pour assurer la moralité. Les ouvriers qui vivent en concubinage sont privés de tous les avantages que la Compagnie accorde à ses ouvriers mariés.

Caisse d'épargne et de prévoyance. En 1869, elle a établi une caisse de dépôts dans laquelle les ouvriers peuvent faire des versements jusqu'à concurrence d'une somme de 2,000 francs. L'intérêt alloué actuellement à ces dépôts est de 3 0/0 ; mais la Compagnie n'encourage plus ces versements à sa caisse, depuis que la création de la Caisse d'épargne postale a donné aux ouvriers toutes facilités et toutes garanties pour le placement de leurs économies.

Le nombre des déposants qui s'élevait, en 1877, à 1,431 pour 1,940,011 fr. 77 ne s'élève plus aujourd'hui qu'à 415 pour 515,440 fr. 29.

Pensions et secours. Avant 1887, la Compagnie des mines d'Anzin accordait des pensions viagères à ses ouvriers sans faire aucune retenue sur leurs salaires.Depuis le 1er janvier 1887, elle verse à la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse, au nom de tout ouvrier qui effectue un versement égal, une somme représentant 1,50 0/0 du salaire de l'ouvrier.

Les deux versements sont inscrits sur un livret individuel qui est la propriété de l'ouvrier et an moyen duquel il obtient, à l'âge de 50 ans, la liquidation d'une pension viagère, dans les conditions prévues par les règlements de la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse.

Les versements effectués par la Compagnie sont à capital aliéné et au profit exclusif de l'ouvrier; les versements opérés par l'ouvrier sont, au choix de celui-ci, à capital aliéné ou à capital réservé. S'il est marié, les versements personnels qu'il effectue pendant le mariage doivent, d'après la loi, profiter par moitié à sa femme.

Les versements de la Compagnie cessent lorsque l'ouvrier a atteint l'âge de cinquante ans. Le titulaire du livret peut, à sa convenance, différer l'époque de la jouissance de sa pension, en continuant ou en cessant ses versements personnels.

En outre de sa participation à la constitution d'une rente viagère, la Compagnie accorde à ceux de ses ouvriers qui restent à son service jusqu'à cinquante ans au moins, un supplément de 3 francs par année de service comptée à partir de l'époque où ils remplissent la double condition d'avoir au moins trente-cinq ans d'âge et dix années de services ininterrompus.

Cette majoration pour longs services est doublée en faveur des ouvriers mariés et vivant avec leur femme.

L'adhésion à ce nouveau règlement était facultative, mais 95 0/0 des ouvriers en ont compris les avantages et ont donné leur adhésion.

Pour les ouvriers qui n'ont pas donné leur adhésion ou qui étaient trop âgés pour avoir intérêt à la donner, et pour ceux qui ont des services antérieurs au nouveau règlement, la pension est calculée, soit en totalité, soit en partie, d'après les tarifs de l'ancien règlement, c'est-à-dire à raison de 5 francs par année de services, avec un supplément annuel de 30 francs en moyenne pour les ouvriers mariés et vivant avec leur femme.

Avec l'application du nouveau règlement, la pension viagère de l'ouvrier qui sera entré à la Compagnie à treize ans et y sera resté jusqu'à cinquante ans, pourra s'élever à 360 francs; celle de sa veuve à 130 francs.

Si l'entrée en jouissance de la pension est reculée jusqu'à cinquante cinq ans, la pension pourra être de 500 fr.; celle de la veuve de 150.

Les pensions des ouvriers du jour sont inférieures d'environ un tiers.

Dans le cas de blessures graves ou d'infirmités prématurées contractées en travaillant, la pension peut être liquidée par anticipation; elle comprend la rente liquidée par la caisse de la vieillesse, la prime pour longs services, et une allocation de la Compagnie, qui peut atteindre 180 francs par an.

La pension des veuves d'ouvriers tués ou morts des suites de blessures reçues en travaillant comprend la rente liquidée par la caisse de la vieillesse, la prime pour longs services et une allocation de 180 francs à laquelle peut même s'ajouter un secours annuel renouvelable de la même importance.

Des secours temporaires sont accordés aux orphelins jusqu'à l'âge où ils peuvent commencer à travailler.

Les parents d'ouvriers tués ou morts des suites de blessures reçues en travaillant reçoivent une pension de 180 francs par an, si l'ouvrier tué ou mort pouvait être considéré comme soutien de famille.

La Compagnie accorde également des pensions à ses anciens employés et à leurs veuves. Les pensions sont liquidées en raison de la durée des services, ne dépassent jamais la moitié du traitement, et leur maximum est de 3,000 francs.

Les pensions des veuves d'employés sont égales à la moitié de celles dont jouissaient ou auraient joui leurs maris.

Le chiffre des dépenses faites, en 1888, par la Compagnie pour le service des pensions et des secours s'est élevés à 739,481 fr. 25.

Allocations aux ouvriers faisant partie de la réserve et de l'armée territoriale. La Compagnie accorde 50 centimes par jour à la femme de l'ouvrier appelé sous les drapeaux pour une période d'exercices militaires et 25 centimes par jour pour chaque enfant. Ces allocations se sont élevées, en 1888, à 8,497 fr. 50.

Autres avantages divers. La Compagnie accorde, en outre, à ses ouvriers : 1° le chauffage consistant en 7 hectolitres de charbon menu par mois. Cette allocation gratuite est augmentée en cas de maladie et pour toutes les familles de plus de six personnes. La dépense de ce chef, en 1888, a été de 598,550 quintaux à 60 centimes, 350,130 francs; 2° leur premier vêtement pour le travail du fond; 3° un secours de 12 francs pour chaque enfant admis à la première communion, pour aider les parents à acheter les vêtements nécessaires; 4° des locations de terrains à prix réduits pour la culture des légumes. Elle loue environ 205 hectares à 2,500 familles; c'est en moyenne 8 ares par famille, en sus des 2 ares de jardin affectés à chaque logement.

Service de santé. Le service de santé est fait par onze médecins ayant chacun sa circonscription. L'un d'eux s'occupe spécialement des affections des yeux. Ils donnent gratuitement leurs soins aux ouvriers malades et blessés ainsi qu'à leurs familles. Chaque médecin a, au centre de sa circonscription, une chambre de consultations où il reçoit tous les jours, à certaines heures, les malades et les blessés qui peuvent s'y rendre; les autres sont visités à domicile.

La Compagnie alloue à chaque médecin une voiture et un ou deux chevaux.

Les ouvriers reçoivent aussi gratuitement :

1° Les médicaments; 2° des secours pécuniaires déterminés par un règlement; 3° du vin, de la viande et du bouillon quand il y a lieu.

Une pharmacie centrale est établie à Anzin et un dépôt de médicaments usuels existe dans chaque chambre de consultations. La distribution des médicaments préparés par la pharmacie centrale se fait régulièrement tous les jours dans chaque circonscription.

Sociétés de secours mutuels. Les ouvriers ont organisé, sous le patronage de la Compagnie, des sociétés de secours mutuels dont voici les résultats :

Nombre de sociétaires en 1888	6.544
Recettes	89.785 09
Dépenses	91.061 62
Nombre d'assistés	3.422

Fourniture de pain au-dessous de la taxe. Quand le pain a coûté plus de 40 centimes le kilogramme, la Compagnie a fait distribuer du pain aux ouvriers de façon à ramener à 40 centimes le prix du kilogramme de leur consommation totale.

En résumé, les dépenses faites, en 1888, par la Compagnie pour les institutions qu'elle a établies en faveur de ses ouvriers sont les suivantes :

1° Perte sur les loyers	220.752 »
2° Perte d'intérêts sur les avances de fonds pour acheter ou bâtir et sur les maisons vendues	3.048 95
3° Frais d'instruction	31.875 45
4° Pensions et secours	739.481 25
5° Allocations aux familles des réservistes	8.497 50
6° Valeur du charbon distribué	359.130 »
7° Prix des vêtements de travail	982 80
8° Importance des secours à l'occasion de la première communion	5.280 »
9° Service de santé	198.709 27
Total	1.567.757 22

Il serait impossible de fixer le chiffre exact des dépenses faites depuis la fondation de la Compagnie pour la création des œuvres établies en faveur de ses ouvriers. Ce chiffre est très élevé. Mais quand on pense au labeur si pénible des ouvriers mineurs, on est amené à reconnaître, que si la Compagnie a fait de nobles efforts en faveur de son personnel, il lui reste à tenter encore de nouvelles améliorations pour établir l'harmonie entre le travail et le capital. Elle est puissante, qu'elle donne l'exemple. Nous attendons tout de l'initiative ouvrière ou patronale, et nous n'avons nul besoin de l'ingérence étrangère. On ne dénoue pas les questions sociales d'un trait de plume, la plume fut-elle impériale; les solutions ne peuvent être que le résultat d'une expérience profonde des hommes et des faits; laissons donc à ceux dont les intérêts sont en cause le soin de trouver le terrain d'entente nécessaire, et méfions-nous de cet idéalisme philanthropique du roi de Prusse, qui consiste à faire du socialisme l'épée à la main.

* **APPRENTIS ET ENFANTS EMPLOYÉS DANS LES MANUFACTURES** (Société de protection des). Il n'est pas assurément de fondation plus intéressante que celle-ci. Cette société, reconnue d'utilité publique par un décret du 4 juillet 1868, a

pour but de relever l'apprentissage dans l'intérêt de l'enfant aussi bien que dans l'intérêt de l'industrie; elle poursuit l'amélioration de la condition des apprentis et des enfants employés dans les manufactures, en respectant la liberté du patron et l'autorite du père de famille. C'est là, on le voit, une noble mission que remplissent avec un rare dévouement les hommes éminents qui dirigent cette institution.

Elle place les enfants sur la demande des familles, elle subventionne des écoles d'apprentissage, donne des gratifications, des livrets de caïsse d'épargne aux enfants dont la conduite est excellente et récompense les manufacturiers qui fondent, dans leurs ateliers, des institutions de manière à faciliter l'apprentissage, assurer la santé, la moralité, l'instruction générale et professionnelle des apprentis et des jeunes ouvriers; elle reconnaît également le dévouement des personnes qui, étrangères à l'industrie, prouvent leur sollicitude en faveur de la jeunesse ouvrière.

Elle a, de plus, constitué un certain nombre de comités d'une incontestable utilité : comité judiciaire, dans un but de conciliation et d'intervention médiatrice entre apprentis et patrons; comité des sociétés d'assistance paternelle ou patronages industriels; comité des bibliothèques, des publications et d'enseignements; comité des accidents de fabrique; comité du placement des apprentis; comité du patronage des enfants étrangers.

Si l'apprentissage peut renaître et se développer, la Société de protection des apprentis y aura puissamment contribué et nous souhaitons que tous les chefs d'industrie secondent ses généreux efforts.

APPRENTISSAGE. Dans l'étude très complète qu'il a donnée, le *Dictionnaire* signalait la désertion de plus en plus marquée de l'apprentissage. Il citait, pour la montrer, les chiffres de l'enquête ouverte en 1873 par la Chambre de commerce de Paris et la statistique des affaires relatives à l'apprentissage soumises aux Conseils des prud'hommes jusqu'en 1876. Depuis lors les tendances qu'il indiquait n'ont fait que s'accentuer.

A Paris la décroissance du nombre des contrats d'apprentissage est certain, mais comme aucune nouvelle enquête n'a été faite à ce sujet, nous n'avons pas de chiffres précis pour indiquer dans quelle proportion elle se produit. La situation est la même en province, et il nous a paru intéressant de relever ici la statistique des contrats d'apprentissage dans un certain nombre de départements d'importance industrielle très différente et situés dans les diverses régions de la France. Nous avons pris comme terme de comparaison les années 1879 et 1888. Les chiffres que nous donnons sont extraits des renseignements statistiques fournis chaque année par les préfets au ministère du commerce :

Départements	Contrats par acte public ou sous-seing privé		Contrats verbaux		Totaux	
	1879	1888	1879	1888	1879	1888
Ariège	21	3	56	74	77	78
Aube	8	5	80	59	88	64
Creuse	104	62	285	190	389	252
Eure	46	36	301	340	347	366
Gers	10	1	210	64	230	65
Jura	22	114	234	173	256	287
Loir-et-Cher	65	57	236	190	301	247
Marne	10	32	226	301	236	333
Orne	17	11	356	30	373	41
Rhône	21	11	325	60	356	71
Savoie	53	10	205	157	258	167
Vosges	42	20	328	258	370	278
Totaux pr les 12 départem.	419	363	2.842	1.896	3.271	2.249

On voit que la diminution, sans être partout considérable est tout au moins à peu près générale.

La constatation est encore plus frappante si on examine le nombre des affaires relatives à l'apprentissage soumises aux Conseils des prud'hommes depuis 1876. Cette année là il avait été de 1,962; depuis lors il a diminué de plus de 50 0/0 :

Années	Nombre des affaires	Années	Nombre des affaires
1877	1.795	1883	1.046
1878	1.525	1884	1.001
1879	1.483	1885	1.015
1880	1.466	1886	839
1881	1.557	1887	824
1882	1.375	1888	800

La disparition progressive de l'apprentissage tel qu'il existait autrefois est donc indiscutable. On essaie de le remplacer par les écoles professionnelles et des efforts très louables sont faits dans ce sens par un grand nombre de chambres syndicales. Nous montrerons ailleurs les résultats obtenus jusqu'à ce jour par l'enseignement professionnel. — L. B.

APPRÊT. Il y a peu d'industries qui aient autant progressé depuis 1880, époque où parut l'article concernant les apprêts. Il nous semble donc indispensable de présenter à nos lecteurs, outre un aperçu général des perfectionnements réalisés, quelques indications sur les corps aujourd'hui employés. Nous étudierons en même temps, les modes nouveaux usités pour déposer l'empois sur

les étoffes et nous terminerons par quelques renseignements sur le *trésalage*.

A. *Des substances employées dans les apprêts en général*. Les apprêts se faisaient, il y a une trentaine d'années environ, avec cinq ou six produits; aujourd'hui, le nombre de corps employés est de plus de deux cents et chaque jour l'on voit surgir de nouveaux mélanges qui doivent donner aux tissus auxquels ils sont appliqués, soit un toucher, soit un aspect différents de ce qui a été obtenu précédemment. Nous n'indiquerons ici que sommairement ces divers produits, en les classant par groupes.

On peut admettre huit groupes principaux dans

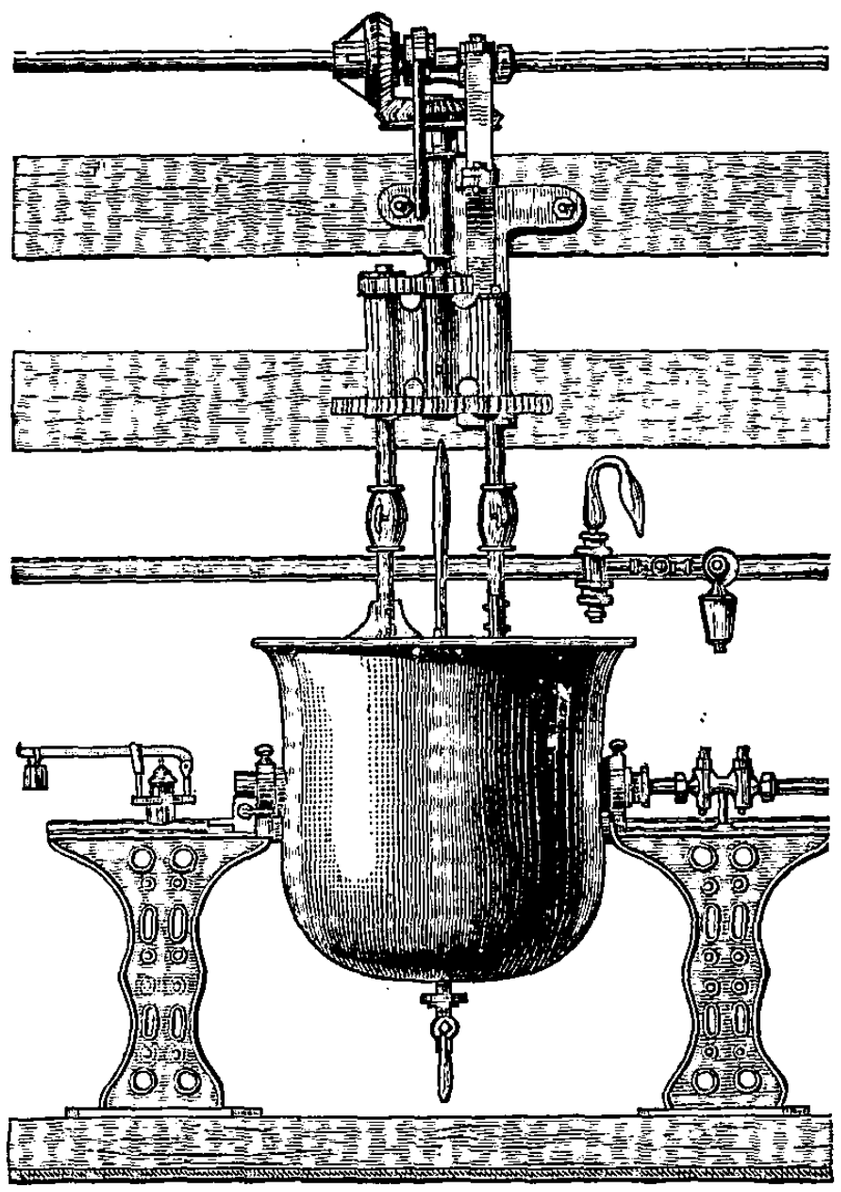


Fig. 80. — *Chaudière à triple fond pour cuire les apprêts.*

lesquels rentrent tous les produits employés dans les apprêts.

1° *Epaississants proprement dits*, c'est-à-dire, substances qui servent à rendre le tissu plus rigide, à lui donner de l'épaisseur, en un mot à empeser; ainsi, amidons de toutes sortes, fécules et dérivés, gommes, colles, albumines, etc.;

2° *Substances émollientes, adoucissantes* ou *hygrométriques*, glycérine, glucose, matières grasses, huiles de toutes espèces, cires, chlorures de calcium, de zinc, etc.;

3° *Substances destinées à donner du poids*: terres lourdes blanches, craie, gypse, sulfates de baryte, de plomb, de chaux, kaolin, china clay, etc , etc.;

4° *Matières colorantes* destinées à colorer les apprêts, outremers de toutes sortes, bleus d'indigo, de cobalt, cochenille ammoniacale, ocres, précipités de tous genres;

5° *Substances antiseptiques*: acide phénique, créosote, tannin, acide salycilique, sulfates de cuivre, de zinc, sulfate d'alumine, etc.;

6° *Substances destinées à rendre les étoffes imperméables* à l'eau : matières grasses, savons, résines, aluns, tannates, etc.;

7° *Substances destinées à rendre les tissus incombustibles* : borax, phosphate de soude, de chaux, d'ammoniaque, de magnésie, aluns, silicates, sels de magnésie, etc.;

8° Enfin, les *substances destinées à donner un éclat métallique* : tels que les sulfures à base de

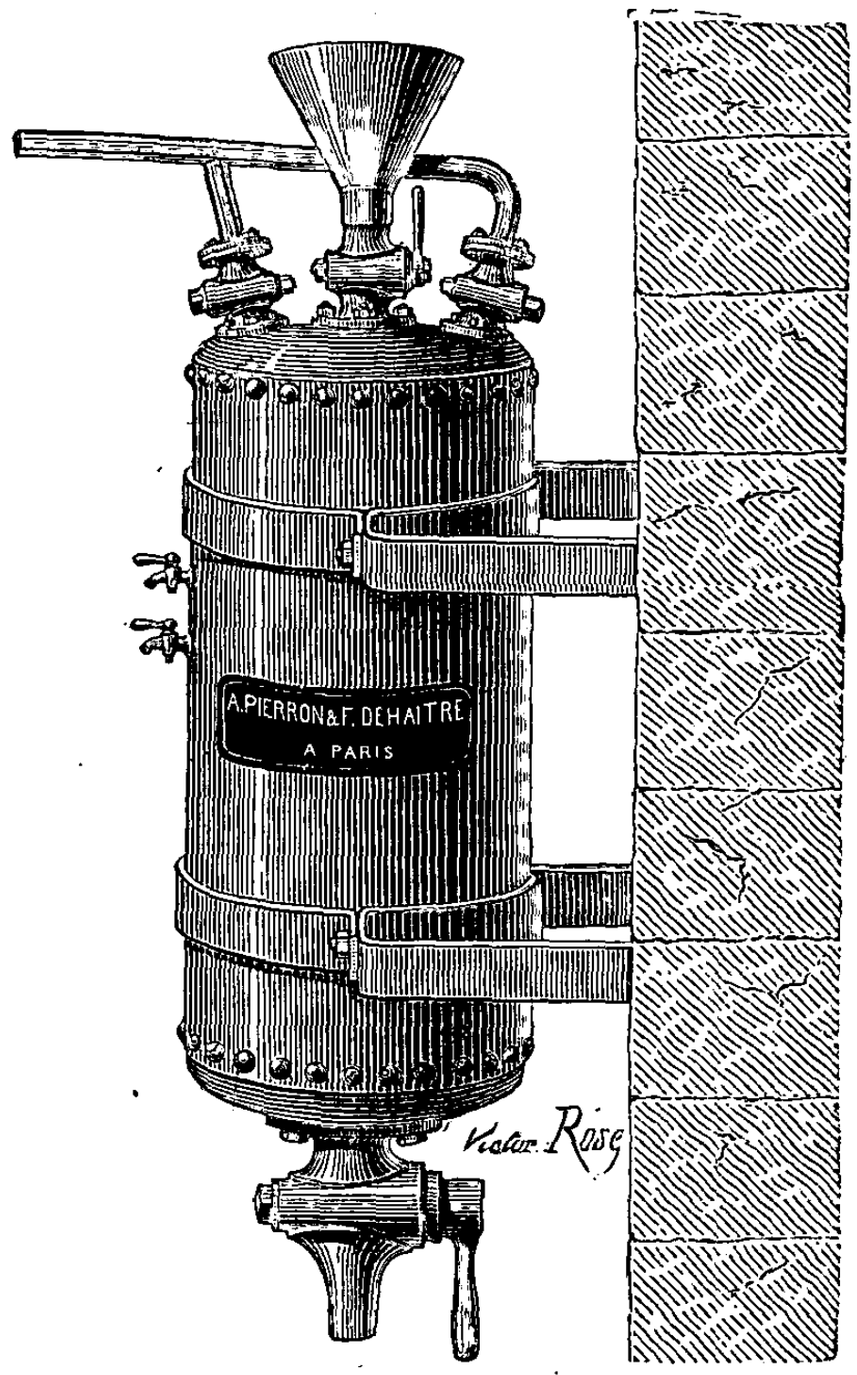


Fig. 81. — *Appareil à cuire les apprêts sous pression.*

plomb, d'argent, d'étain, d'antimoine, les poudres de bronze, d'or, d'argent, l'argentine, etc.

Avant d'être déposés sur les tissus, les apprêts, c'est-à-dire les pâtes faites avec les diverses substances que nous venons d'énumérer, doivent être préparés d'une certaine façon; il est essentiel de bien se rendre compte de ce que l'on veut obtenir quand on prépare un apprêt. Le talent de l'apprêteur consiste à mélanger les diverses substances dans les proportions voulues pour produire l'effet cherché. Pour charger des apprêts, on emploiera le plus de corps pesants possible et les épaississants qui donneront beaucoup de liant. La fécule donne toujours un apprêt moelleux, naturellement en raison directe de la quantité employée; l'amidon, des apprêts secs, durs, raides; la dextrine, au contraire, donne toujours des apprêts mous.

Le degré de cuisson lui-même influe beaucoup sur l'apprêt; certains genres demandent un apprêt cuit comme une couleur, d'autres un apprêt simplement gonflé, bouilli. Il n'y a aucune règle à indiquer à ce sujet, c'est la pratique seule qui guide l'apprêteur dans la cuisson. Pour cuire les apprêts, on se sert de diverses méthodes, la plus simple consiste à faire passer un jet de vapeur dans une cuve contenant l'eau et les matières bien remuées préalablement. Ce procédé primitif a une foule d'inconvénients. Il est assez irrégulier parce que souvent la vapeur est plus ou moins sèche, amène de l'eau de condensation, ou varie dans la pression. Une autre méthode plus logique et plus rationnelle, consiste à cuire les apprêts dans une chaudière à double fond, comme celles où se cuisent les couleurs, un malaxeur automatique remue le bain qui se trouve à la fin de la cuisson absolument uniforme (fig. 80).

On peut aussi employer l'appareil à pression, qui est un des plus répandus et des plus pratiques (fig. 81). Il se compose d'une chaudière cylindrique fermée, en cuivre; laquelle est munie de six robinets l'un en bas pour la vidange, l'un au milieu du dôme pour l'introduction des matières à cuire, à côté de celui-ci le robinet d'entrée de vapeur et le robinet de sortie d'air; au milieu de l'appareil il y a deux robinets indicateurs du niveau intérieur du liquide.

L'apprêt une fois cuit, on le reçoit dans des cuves en bois. On l'emploie dans certains cas à l'état chaud, ou bien on le laisse refroidir pour ensuite le tamiser et le livrer à l'apprêteur.

B. *Appareils à tamiser*. La cuisson terminée, l'apprêt n'est pas encore assez homogène pour être utilisé immédiatement, quoique en général, dans beaucoup d'usines, on l'emploie au sortir de la cuisson, mais ce mode est défectueux, car souvent il se produit des inégalités causées par les grumeaux répartis dans la masse; pour bien opérer, on doit absolument tamiser l'apprêt, qu'il soit fluide ou épais, froid ou chaud; le résultat sera toujours meilleur.

Les procédés employés sont nombreux, nous les citons sommairement. Le procédé le plus simple consiste à passer l'empois dans un sac de toile, ou bien on emploie le même système fonctionnant mécaniquement. L'appareil se compose d'un bâti formé de deux montants et d'une pièce transversale reliant les deux montants dans le haut à l'intérieur et à peu près au milieu de ces deux supports, sont adaptés deux cylindres de 12 à 20 centimètres de diamètre, que l'on peut éloigner ou rapprocher l'un de l'autre. Au milieu de la pièce transversale est fixée une vis, garnie d'une poulie à main, pour faire monter ou descendre la vis. Dans le bas de cette vis on adapte un sac terminé en pointe et dans lequel on met l'empois destiné à être tamisé. La vis étant au point le plus bas de sa course, on approche du sac les deux rouleaux, on fait monter la vis et les deux rouleaux expriment l'empois.

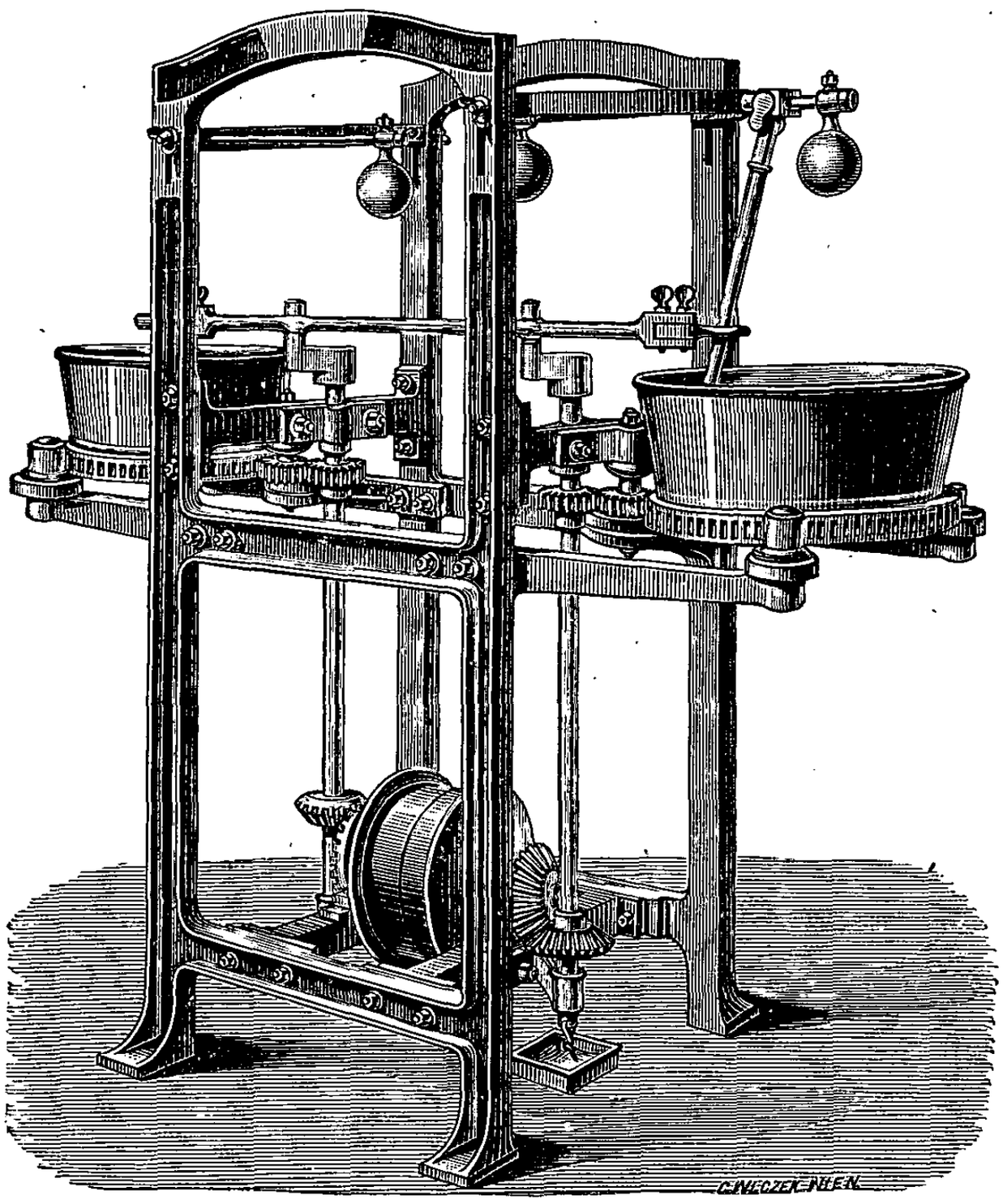


Fig. 82. — *Machine à tamiser les apprêts.*

Un autre système consiste dans l'emploi d'un cylindre dans lequel se meut un piston. Un anglais, Ridge, a utilisé la pression de l'eau en faisant fonctionner le cylindre d'une presse hydraulique dont le haut était garni d'un tamis. Ce cylindre presse contre un réservoir dans lequel est l'empois; celui-ci sollicité par l'action de la presse, passe par le tamis et coule dans un baquet réservoir placé au-dessous.

On emploie aussi l'appareil à tamiser par le

vide, mais ce dernier sert plutôt pour les couleurs, les empois étant généralement trop épais.

Enfin, un excellent appareil est la machine à tamiser de MM. Dolfus-Mieg, de Mulhouse (fig. 82), dans laquelle le pinceau fonctionne à l'instar de la main, ce qui nous rappelle le mode le plus généralement employé et qui est le tamisage à la main, au tamis de crin ou de soie; des explications nous paraissent superflues, tout le monde sachant ce qu'est un tamis. Le pinceau décrit non pas un cercle, mais une série de courbes représentant l'action du tamisage à la main, cette action est encore facilitée par un mouvement circulaire, donné au tamis pendant que le pinceau a son action propre et en sens inverse du tamis.

C. *Des divers modes de déposer l'apprêt sur les tissus en général.* Généralement autrefois, on passait les pièces en plein bain pour les imprégner d'empois; depuis quelques années on a imaginé plusieurs modes de transports de l'apprêt, absolument différents les uns des autres et sur lesquels nous allons donner quelques détails; on emploie, aujourd'hui, trois modes bien caractérisés :

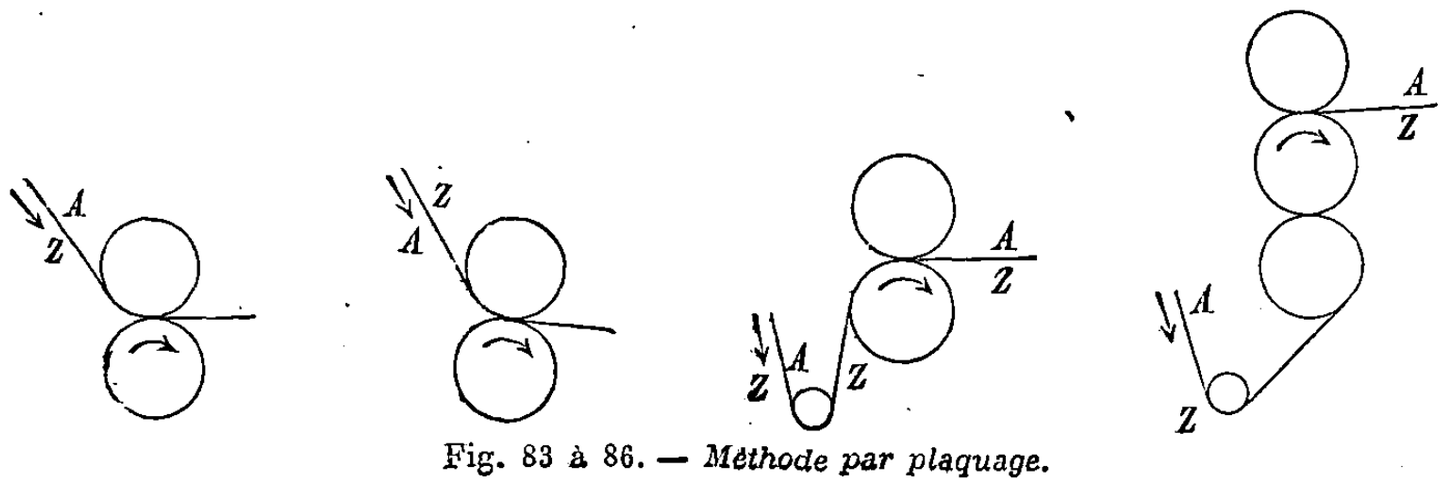


Fig. 83 à 86. — *Méthode par plaquage.*

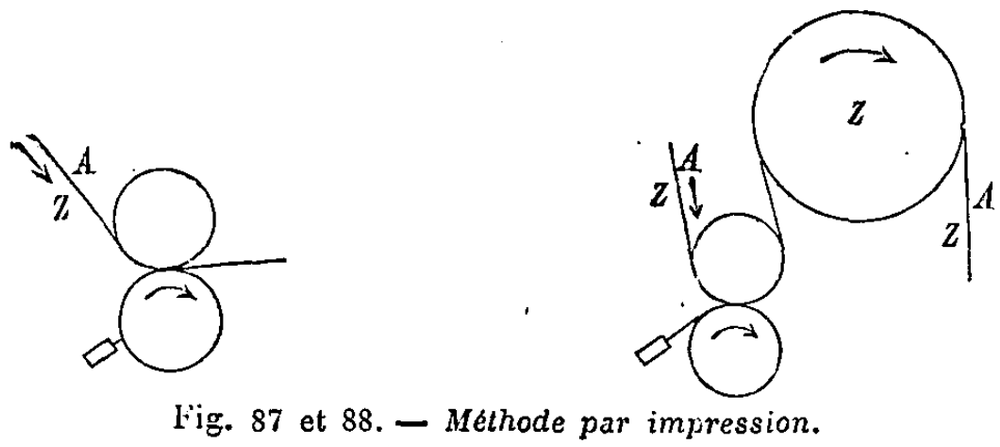


Fig. 87 et 88. — *Méthode par impression.*

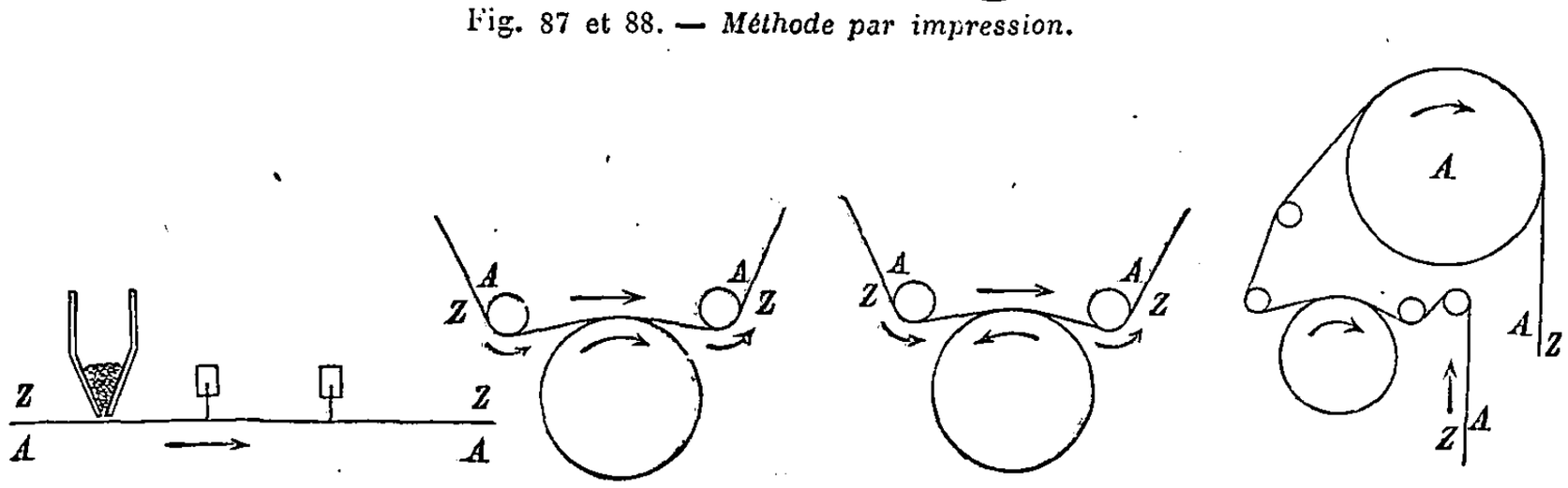


Fig. 89 à 92. — *Méthode par friction.*

1° *La méthode par plaquage* ou *foulardage.* C'est l'ancienne méthode qui a subi quelques perfectionnements, ainsi la pièce passe en plein dans le bain d'apprêt, puis est exprimée par un foulard composé de deux rouleaux en métal et bois, ou métal et caoutchouc, ou caoutchouc et bois ou encore deux rouleaux en bois. Suivant la pression exercée, les résultats sont très variés. On peut aussi laisser le rouleau supérieur agir par entraînement ou bien le faire fonctionner par friction. Suivant ces divers agencements et suivant que les rouleaux seront plus ou moins grands et auront par conséquent plus ou moins de surface de contact, le résultat obtenu sera considérablement modifié;

2° *La méthode par impression.* La pièce dans ces conditions, ne reçoit l'apprêt que d'un seul côté, par le moyen d'un rouleau gravé, muni d'une racle et sous l'action d'une certaine pression. La force de l'apprêt dépend de la profondeur et du genre de gravure et de la pression donnée au rouleau. Il est essentiel d'employer les gravures dites à *picot*, les gravures à hachures simples tendant à donner avec des apprêts faibles une lisière plus forte que l'autre, ayant encore l'inconvénient de s'encrasser plus facilement et de s'user dans le sens de la marche du rouleau;

3° *La méthode par friction.* Ce dernier mode, très utilisé aujourd'hui et qui donne d'excellents résultats, peut être envisagé comme une sorte de peinture continue. En effet, dans la peinture ordinaire, on frotte au moyen d'un pinceau, de la couleur sur une toile tendue; si au lieu de prendre

un pinceau, nous faisons agir un rouleau gravé qui aura préalablement reçu de l'empois, nous arriverons au même résultat; mais en pratique, on a changé les rôles, c'est la pièce qui marche et va se frotter contre le rouleau qui, lui, tourne dans le sens opposé à la marche de l'étoffe, il y a donc une friction qui donne finalement un empesage d'un seul côté et d'une régularité parfaite.

Les quelques diagrammes de la p. 194 feront mieux comprendre ces divers modes d'empesage (A indiquant l'endroit de la pièce, Z l'envers), on voit combien de variétés on peut produire. Ajoutons de suite qne le mode de séchage n'est pas indifférent et qu'il vient encore modifier l'apprèt, suivant que l'on sèche à l'endroit ou à l'envers (fig. 83 à 92).

Méthode par friction. Certains tissus et certains genres s'apprêtent avec des brosses, celles-ci sont trempées dans l'empois et l'on frotte le tissu jusqu'à ce qu'il soit suffisamment imbibé, ce mode sert pour les tissus de jute. Des appareils spéciaux ont été construits pour obtenir le même résultat, pour apprêter les papiers, les toiles cirées, les linoléums, etc.

D. *Du grillage.* Nous rappellerons que le grillage est une opération indispensable tant pour les tissus de coton que pour ceux de laine ou de soie, Comme nous l'avons déjà vu (V. *Dictionnaire*, Apprêt et Grillage), le procédé le plus ancien consistait dans l'emploi d'une plaque de fonte ou de cuivre chauffée au rouge par les moyens alors en usage ; on faisait passer l'étoffe rapidement. Puis on a employé l'alcool, en ces derniers temps le gaz a été substitué à l'alcool, et aujourd'hui on est arrivé à construire des machines à griller fonctionnant par l'étincelle électrique; ces dernières ne sont pas encore aussi parfaites que les derniers systèmes dits *au gaz*, comme le système à rampes de Descat-Leleux, mais il est à prévoir que sous peu, l'électricité jouera aussi un rôle dans cette opération des textiles.

Outre le grillage, les tissus et surtout les tissus de coton sont soumis à l'épeutiage. C'est une opération par laquelle on enlève les cosses de coton qui peuvent se trouver dans le tissu et aussi les grosses impuretés. L'appareil se compose d'une sorte de peigne à dent de scie qui, par un mouvement alternatif de va-et-vient enlève toutes les impuretés grossières, nœuds, fils, boutons qui se trouvent à la surface du tissu. L'épeutiage se fait avant le grillage et celui-ci avant le tondage. L'opération du tondage se fait seulement en blanc pour les cotons, soit que ceux-ci soient destinés aux apprêts directs, soit qu'ils soient destinés à l'impression ou à la teinture. Dans les laines, le tondage est une opération finale qui rentre dans les apprêts.

E. *Rames.* Ces instruments sont destinés à sécher les tissus tout en leur conservant leur largeur primitive et en redressant les fils que les opérations du blanc ou de la teinture avaient dérangés. Les rames se subdivisent en rames fixes et en rames continues et chacune d'elles peut encore être à déraillage ou sans déraillage. Les systèmes employés aujourd'hui sont très nombreux. Les meilleurs sont les rames à pinces de Welter, avec déraillage et chauffage par ventilateur, et la rame de Stewart, mais cette dernière est très coûteuse. Les rames allemandes sont généralement bien meilleur marché que les appareils français, mais produisent moins, ce qui tient aussi à ce que leur course est limitée. Cependant la rame à

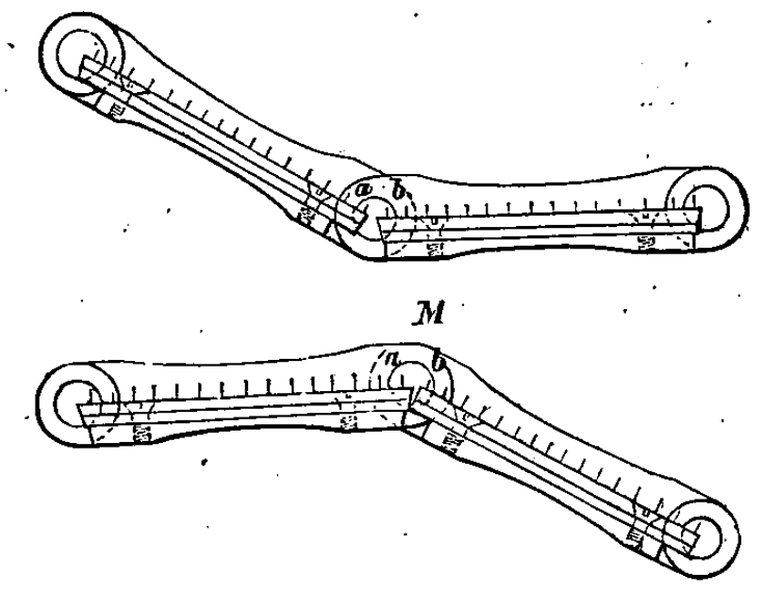


Fig. 93 et 94. — *Organe des rames à picot.*

air chaud de Dessau-Cotbus rend bien et est recommandable.

Suivant les besoins de la consommation, les rames sont à pinces ou à picots, de sorte que l'industriel est obligé d'avoir, suivant les genres, des appareils avec l'un ou l'autre de ces organes (fig. 93 à 94).

Un fabricant de Saxe a imaginé une pince aiguille (fig. 95); avec ce système le tissu ne peut plus

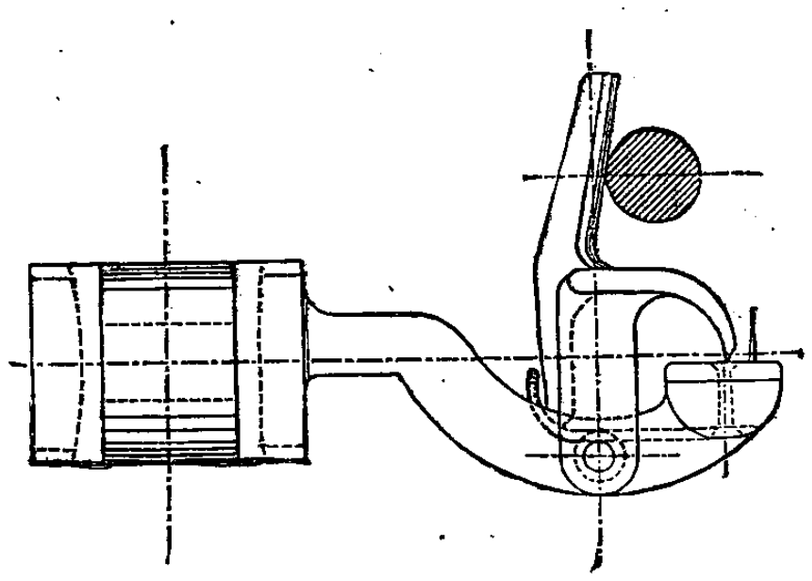


Fig. 95. — *Aiguille-pince.*

s'échapper et comme la pince aide à la tension de l'étoffe, les aiguilles marquent beaucoup moins dans le tissu. Dans la figure 95, on voit une partie plate sur laquelle vient s'appuyer la pince et tenir l'étoffe engagée dans l'aiguille.

On a encore introduit dans la constitution des chaînes, certaines modifications qui permettent facilement de transformer une rame à aiguilles en rame à pince et *vice versa*.

Quant à ce qui concerne la question du séchage elle a déjà été traitée précédemment (V. *Dictionn.*, Séchoir) ainsi que ce qui concerne les appareils à élargir qui sont placés soit au devant des rames

soit au devant des calandres ou, en général, de tous les engins dans lesquels le tissu n'a pas son maximum de largeur à l'entrée dans la machine. — V. Elargisseur.

F. *Humectage.* — V. *Dictionnaire*, Humecter (Machines à).

G. *Dérompage.* Quand les tissus ont été empesés ou gommés (coton ou soie) il arrive souvent que l'on est obligé de détruire une partie de l'apprêt ou de diminuer par un moyen quelconque la force de l'apprêt déposé sur l'étoffe. Cette opération se fait au moyen des *machines à rompre.* La plus simple consiste en un enrouloir sur lequel sont placées deux fortes racles en acier ou même en verre, dans le sens de la trame (fig. 96).

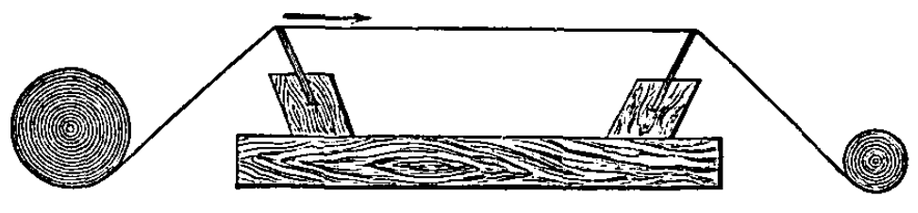


Fig. 96. — *Machine à rompre.*

Les racles aiguisées en rond, sans tranchant, ont une inclinaison d'environ 60° relativement au tissu. La pièce est passée de façon à ce que l'endroit, le côté qui a le moins d'apprêt, touche la racle et que l'envers soit en dessus, l'apprêt est brisé par la tension que donne l'enrouloir. Cet appareil sert surtout pour les apprêts chargés. Un autre système dû à Garnier, se compose d'une

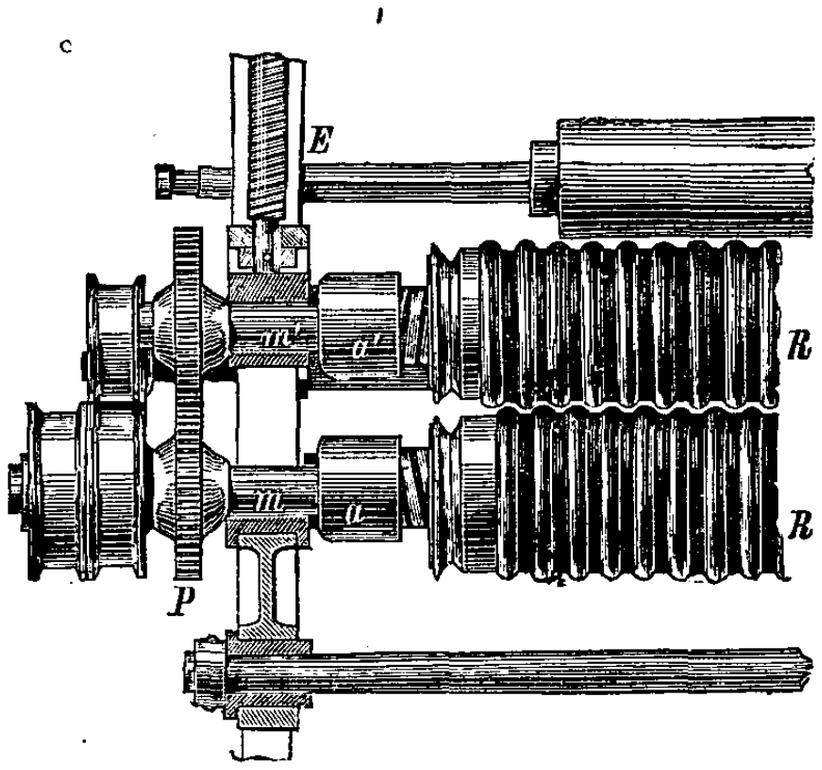


Fig. 97. — *Elargisseuse Heilmann.*

série de petits rouleaux garnis de clous à têtes ovoïdes dans le genre de ceux employés par les tapissiers pour la garniture des meubles. L'étoffe qui d'abord était lisse prendra entre les deux rangs de rouleaux briseurs une forme ondulée, elle se déformera alternativement en creux et en bosses en passant sur ces divers rouleaux dont les saillies ne se présentent pas toutes aux mêmes intervalles, produisent par cet effet, un brisage régulier sur toute la surface. En quittant ces rouleaux, l'étoffe passe sur des cônes élargisseurs et est alors redressée et, en même temps, rompue.

Enfin, un autre appareil de ce genre et qui peut aussi servir à élargir le tissu est la machine à rompre de Heilmann (fig. 97). Elle se compose de deux cylindres cannelés en métal, R et R' recouverts de manchons en caoutchouc, en *a* et *a'* se trouvent des vis fixées sur les axes *m* et *m'* et destinées à donner la tension nécessaire aux deux manchons de caoutchouc, en E est une vis de pression qui permet d'écarter ou de rapprocher les deux manchons, deux roues d'engrenage communiquantes P font fonctionner simultanément les deux cylindres cannelés. Le tissu, en passant entre les deux cylindres est détendu par l'action du caoutchouc.

H. *Appareils à lustrer, glacer.* Les étoffes une fois apprêtées n'ont pas encore subi l'opération finale qui les rend marchandes, les unes doivent avoir un certain lustre uni, d'autres un lustre imitant le fil, d'autres un effet de relief, d'autres, enfin, tout en faisant ressortir le fil, ne doivent pas avoir de lustre; toutes ces opérations ressortent des glaçages, calandrages, beetlages, satinages.

Comme il y a une infinité de procédés, nous allons indiquer sommairement les principales méthodes.

La calandre, réduite à sa plus simple expression, se compose de deux rouleaux ou cylindres, dont l'un est métallique et l'autre en papier. Au moyen de vis ou de leviers, en général d'une pression qui, dans certains cas, est considérable (elle peut aller jusqu'à 100,000 kilogrammes), on agit sur le tissu, lequel doit passer entre ces deux cylindres et dont les fibres se trouvent ainsi plus ou moins écrasées. Le cylindre ordinaire, c'est-à-dire la calandre qui ne glace pas, qui donne simplement un certain lustre, a deux cylindres; il peut en avoir trois, quatre et même sept; il peut agir à froid ou à chaud.

Quand il doit agir à chaud il faut chauffer le cylindre métallique, acier ou bronze, soit au moyen du gaz, soit au moyen d'un boulon porté au rouge ou encore par la vapeur d'eau. Il est absolument essentiel d'avoir deux cylindres de substances différentes. Ainsi, pour les calandres devant agir sur la fibre, sans détériorer celle-ci, on a remarqué qu'il fallait employer un rouleau dur avec un autre rouleau élastique ou moins dur. C'est pour cela qu'à un cylindre en fer ou en bronze, on joint un cylindre fait d'une substance plus élastique. Un rouleau de bois dans les conditions ordinaires du calandrage ne supporterait pas les pressions voulues, se déjetterait et ne donnerait pas un lustre suffisant; on a alors imaginé toute une série de cylindres, en papier, en cellulose, en carton d'amiante, en caoutchouc, en gutta-percha, en verre même (brevet de Chedgey, 1852). D'autres essayèrent le grès, la porcelaine, la faïence, ou encore un axe métallique recouvert de ciment, de pierre artificielle, de marbre, etc., etc.

I. *Des divers effets obtenus avec les appareils à lustrer.* Quand on passe une pièce entre un cylin-

dre de métal et un cylindre de papier, avec peu de pression, on obtient un apprêt mat, uni, ayant peu de lustre, le côté ayant touché le métal en aura un peu plus que celui qui a été en contact avec le papier. Plus la pression augmentera, plus il y aura de lustre, si l'on chauffe le cylindre de métal on aura encore plus de brillant et le tissu aura plus de main, dans les calandres ordinaires, on ne peut que calandrer; pour donner du glacé, il faut disposer l'appareil d'une façon spéciale. Il faut *frictionner*, c'est-à-dire qu'il faut que le cylindre en métal développe en moyenne *une fois et demie* plus que le cylindre en papier, on obtient alors les glacés qui sont tout autre chose que les lustrés. Les genres faits en Allemagne sont généralement *glacés* par la calandre avec friction, mais nous verrons que pour faire les *beaux-glacés* il importe de les passer à une machine spéciale dont nous reparlerons.

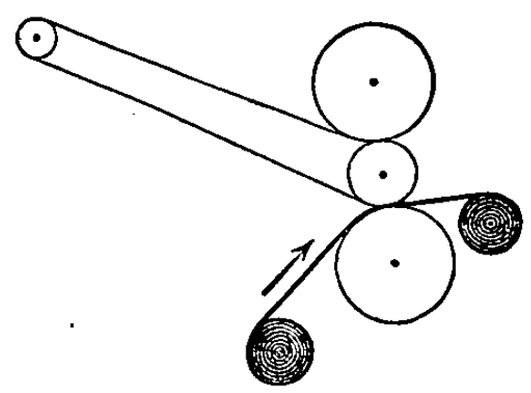


Fig. 98. — *Calandrage avec drap sans fin, passage simple.*

Lorsqu'on veut obtenir des apprêts mats sans aucun lustre, on modifie la calandre de la façon suivante : on entoure l'un des rouleaux ou les deux d'une chemise de cretonne faisant environ dix ou douze fois le tour du cylindre. Si l'un des cylindres seul est recouvert de la chemise, le côté en contact avec celle-ci sera mat et le côté touchant le métal ou le papier aura un certain luisant; si les deux rouleaux sont garnis de chemises le tissu calandré sera mat des deux côtés.

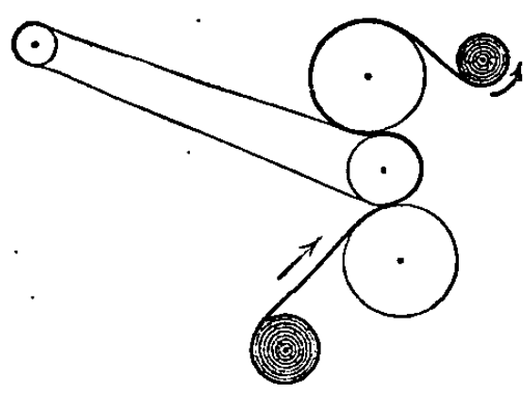


Fig. 99. — *Calandrage avec drap sans fin, passage double.*

Pour donner un toucher très doux à l'étoffe, on recouvre le cylindre du milieu (nous supposons une calandre avec un rouleau métallique entre deux rouleaux de papier) d'un drap de laine sans fin et que l'on peut tendre à volonté au moyen de vis placées sur les coussinets du rouleau de tension du drap.

La figure 98 indique un passage simple où l'envers du tissu touche le rouleau en papier et l'endroit le molleton.

La figure 99 montre la même opération, mais le passage double sur un seul côté. Quand on veut donner plus de lustre on passe comme il est indiqué dans la figure 100 en supprimant le drap de laine.

Si, au contraire, on ne veut calandrer que d'un seul côté, on peut avec la même machine calandrer deux pièces à la fois; on dispose alors l'appareil comme le représente la figure 101. Les effets obtenus par les calandres peuvent varier à l'infini, surtout quand on emploie des machines avec six et sept rouleaux, on peut modifier l'aspect du tissu, par le chauffage des cylindres métalliques par le plus ou moins d'humectage par la différence de pression que l'on donne sur les leviers des appareils par la vitesse même de l'appareil, par la combinaison de passages divers avant ou après le calandrage, comme le dérompage, le beetlage, etc. Cette simple énumération suffit, pour faire comprendre combien sont nombreux et variés les effets que l'on peut obtenir.

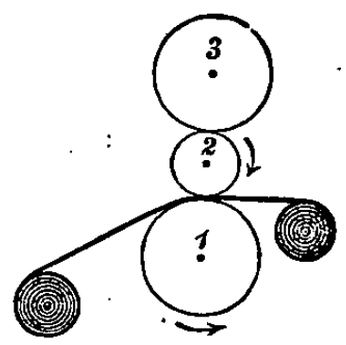


Fig. 100. — *Passage ordinaire avec 1 pièce.*

En passant plusieurs fois sur la même calandre, ou en doublant la pièce, ou en mettant deux pièces l'une sur l'autre et passées simultanément, on obtient un bel effet de moiré, on peut même agencer la calandre (fig. 102), de façon à agir d'une façon continue; on passe la pièce à la façon normale entre les trois rouleaux puis on la fait passer sur deux roulettes supplémentaires et revenir sur la calandre; la machine fonctionnant, il y a deux, trois, quatre, autant de contacts que l'on aura de fois remis la pièce sur la machine, puis on la fera sortir à l'intérieur, où elle s'enroulera sur une boîte ou bobine : on obtient ainsi un genre de moiré qui imite étonnamment, sur coton, le lin passé à la calandre à chariot ou mangle.

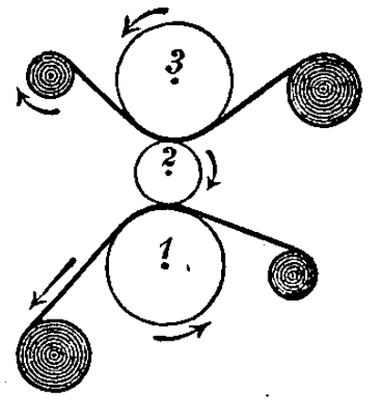


Fig. 101. — *Passage avec deux pièces sur la même machine.*

Parmi les autres effets que l'on cherche à obtenir dans les apprêts, mentionnons le satinage qui s'obtient par la maillocheuse ou beetle (V. *Dictionnaire*, BEETLAGE) et les moirages. Ceux-ci s'obtiennent de diverses façons. Le plus beau moirage s'obtient par la mangle, autrement dit *calandre à chariot*. On a cherché à remplacer cet appareil très lourd, très encombrant et peu productif par d'autres, ainsi par la calandre Deblon, par la calandre Nusseys, mais aucun de ces appareils ne donne d'aussi bons résultats. Dans la calandre, l'étoffe se cylindre à la continue et l'action a lieu sur le tissu simple. Dans la mangle, le tissu est enroulé, superposé, et le mouvement est alters natif; on obtient non pas des fils unis, mais de irrégularités provenant de la superposition de deux fils l'un sur l'autre ou d'un fil sur un creux (l'intervalle de deux fils). Ces variétés de pression donnent un aspect tout particulier qu'on appelle *moirage*.

Il y a encore d'autres méthodes pour obtenir le

moirage ; mais celui obtenu par les méthodes que nous allons indiquer ne ressemble nullement à celui que donne la mangle. Nous avons déjà vu que l'on obtenait un moiré en faisant passer entre deux cylindres de calandre deux pièces de même tissu superposées ou la même pièce doublée sur elle-même, dans la largeur.

Une autre méthode consiste à faire passer une pièce dans une calandre dont l'un des rouleaux est gravé en mille raies et l'autre uni, la pièce doit avoir un mouvement de va-et-vient au moment du passage. C'est ce qui donne le moirage.

Enfin, on soumet une pièce à l'action d'un rouleau gravé représentant le moiré que doit avoir le tissu.

Quand il y a deux rouleaux semblables, l'un avec gravure en creux, l'autre avec gravure en relief, on obtient un genre particulier auquel on donne le nom de *gaufrage* ;

J. *Gaufrage*. C'est le procédé employé pour faire les tissus servant à la reliure, à la fabrication des éventails, etc., etc., à la chapellerie, aux articles de Paris.

Les apprêts que l'on emploie dans ce dernier cas demandent des soins tout particuliers.

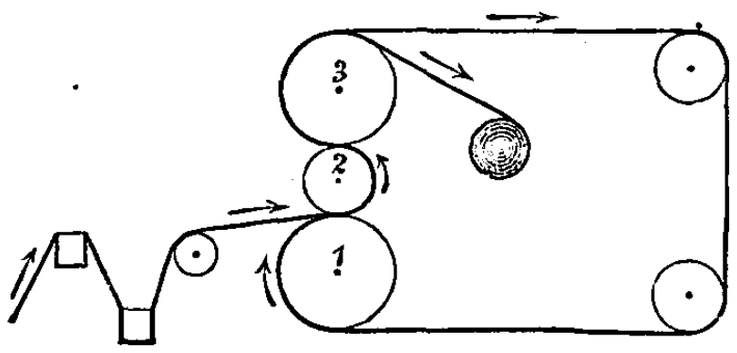


Fig. 102. — *Calandrage multiple.*

La fibre doit être bien garnie sans être chargée de matière étrangère, les tissus ne doivent pas se déformer par l'action de la colle (quand on les relie), la pression ne doit pas altérer le tissu et la gravure qui, lorsqu'elle est trop profonde désagrège le tissu, ne doit pas avoir d'arêtes vives.

K. *Laineuses. Machines à tirer à poil, à gratter.* L'opération qui consiste à gratter les tissus pour les rendre duveteux, n'est pas nouvelle, les anciens la pratiquaient déjà sur une vaste échelle, les Grecs l'appelaient χναπτειν, les Romains *pectere* ou *polire*. On employait alors une espèce particulière de chardon, autre que celle qui a été si fort en vogue de nos jours ; le chardon des anciens était le *spina fullonica*, tandis que la plante que nous avons employée est le cardère à foulon, *dipsacus fullonum ;* du reste, l'antiquité de ce procédé est attestée par les peintures murales de Pompéi, où l'on voit des esclaves grattant des étoffes à la main. Le grattage des tissus a acquis une importance considérable depuis quelques années seulement, et l'on est arrivé à faire aujourd'hui des étoffes véritablement remarquables au point de vue de la légèreté, de la douceur et du bon marché.

Comme nous le disions, le lainage s'est opéré d'abord au moyen du chardon ou cardère ; on employait la tête telle quelle, puis on fit des sortes de brosses avec lesquelles on opérait à la main, on fit ensuite des appareils rotatifs sur lesquels étaient appliqués les chardons, enfin on remplaça les chardons naturels par des chardons artificiels ou cardes. Aujourd'hui, le chardon naturel tend à disparaître depuis l'application des nouvelles cardes métalliques.

Le lainage, tel qu'il est pratiqué aujourd'hui, a diverses phases et demande à être bien suivi pour obtenir un bon résultat.

Le lainage s'opère sur le tissu écru. Il faut avoir soin de prendre le tissu convenable pour obtenir un bon lainage, il faut un tissu peu tordu et à poils peu longs, sans cela ceux-ci se cassent et, donnant lieu à beaucoup de déchets, rendent le tissu trop facilement creux. Il importe aussi de prendre les appareils appropriés au lainage que l'on veut obtenir. Aussi peut-on classer ces machines en divers genres : les laineuses en long pour gratter les tissus à forte trame, les laineuses en travers qui doivent réagir principalement sur la chaîne et les laineuses obliques qui agissent sur la trame et la chaîne.

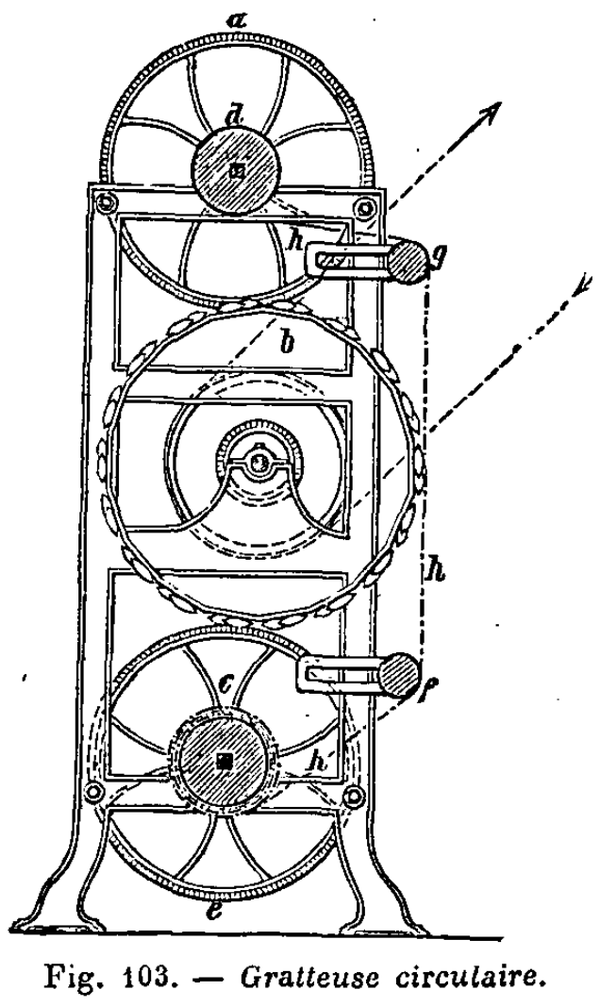


Fig. 103. — *Gratteuse circulaire.*

Dans le tissu écru, il faut agir lentement et répéter les opérations en augmentant la force de frottement. Si l'on n'opère pas ainsi, on déchire l'étoffe tout en la rendant creuse.

Aussi les machines sont-elles agencées pour donner plus ou moins de frottement et avoir plus ou moins de contact, c'est ce qu'on appelle en pratique un *touchement*. Les machines circulaires peuvent avoir jusqu'à 16 touchements.

L'appareil le plus simple est la gratteuse Thomas. Elle se compose d'un tambour *b*, garni de cardes. L'étoffe part du rouleau *d* ou elle est enroulée et vient se placer sur *c* ; les axes de *c* et *a* sont munis de roues d'engrenages disposées de façon à les faire mouvoir dans les deux sens. Le tissu *h* passe sur les roulettes *f* et *g* où il devient tangent à la gratteuse.

Il y a une quantité de machines à gratter. Nous citons seulement pour mémoire la machine à gratter en travers de Lacassaigne, celle de Delamarre et Chandelon, celle de Montfort de Gladbach, etc.

Les machines de Grosselin père et fils, de Sedan, résument dans leur construction tous les progrès accomplis dans ces derniers temps. La

lianeuse Gosselin se compose, en général, d'un arbre principal sur lequel sont ajustés deux plateaux dans lesquels se trouvent ménagées des portées destinées à recevoir des rouleaux creux en fer et garnis de cardes, leurs axes sont tous à égale distance du centre du tambour. Ces rouleaux portent à chacune de leurs extrémités une poulie à joues dont le diamètre est égal au diamètre extérieur des rouleaux ; sur ces poulies, passe d'un côté une courroie frein dont une des extrémités est fixée à un goujon serré sur le plateau, l'autre est attachée à une vis qui permet de régulariser la tension (fig. 104 et 105).

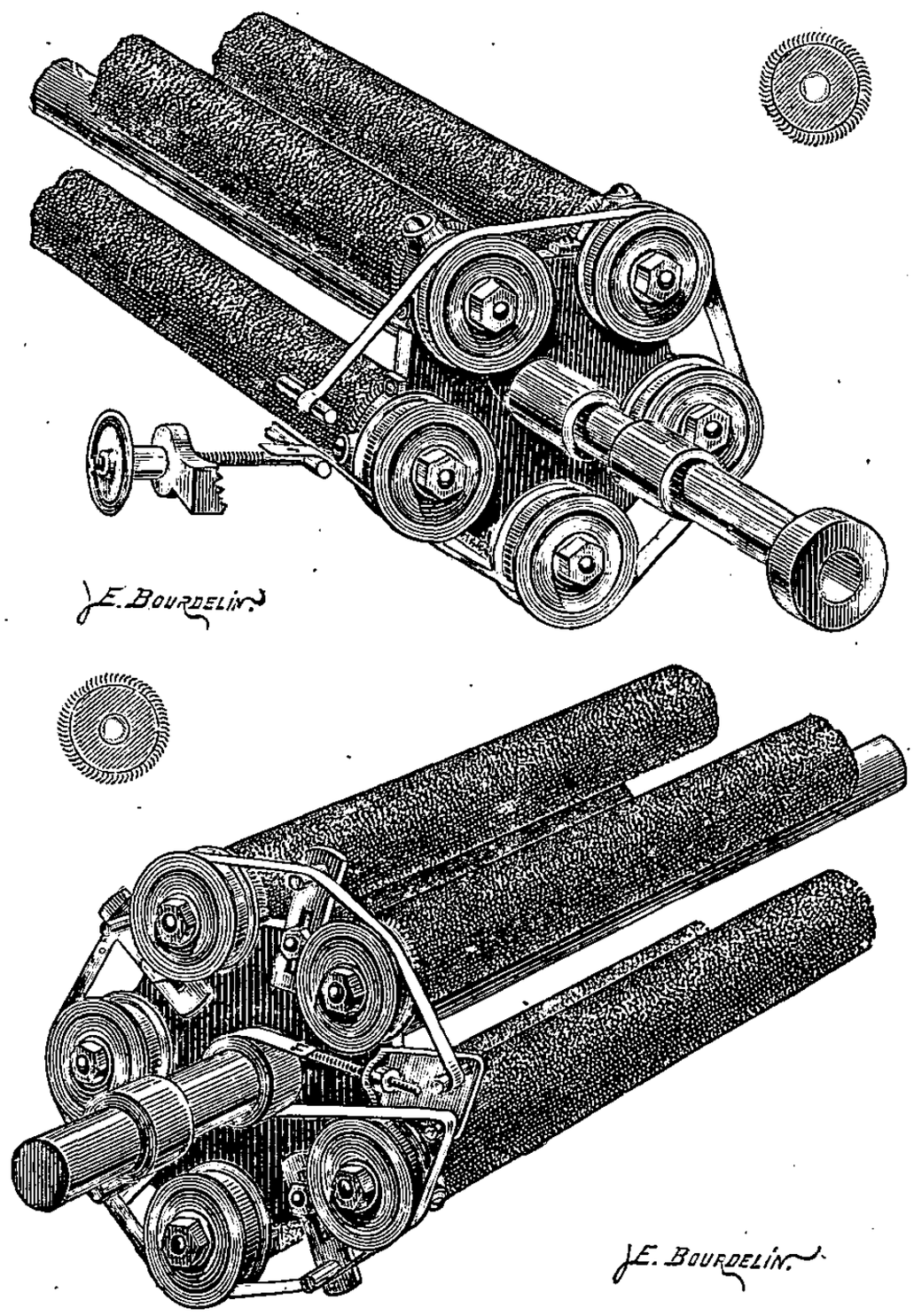


Fig. 104 et 105 — *Laineuse Gosselin.*

De l'autre côté des rouleaux, passe sur les poulies une autre courroie dite *de commande*, une des extrémités de cette courroie est fixée sur une pièce serrée au bâti de la machine, l'autre extrémité a une vis qui permet de modifier la tension. Lorsqu'on met le tambour en mouvement les deux courroies étant desserrées, chaque rouleau vient successivement frapper le tissu dont la résistance le fait détourner.

Si l'on serre la courroie dont les deux extrémités sont fixées en dehors du tambour, la tension de cette courroie fait alors détourner les petits rouleaux en sens inverse de la marche du tambour, avec d'autant plus de facilité que cette courroie est plus fortement tendue ; les cardes métalliques viennent donc rouler sur le tissu sans le gratter, et donnent alors le minimum d'effet utile. Si, au contraire, après avoir desserré tout à fait la courroie de commande des petits rouleaux, on serre la courroie frein placée à l'autre extrémité du cylindre, cette courroie adhère alors sur les poulies et s'oppose au mouvement de rotation et de recul des petits rouleaux, avec d'autant plus d'effet qu'elle est plus fortement tendue. A la limite, les rouleaux deviennent fixes et possèdent ainsi leur maximum d'énergie. On peut donc, avec cette machine, obtenir avec une seule garniture métallique tous les degrés d'énergie et de douceur désirables, ce qu'on ne pourrait obtenir avec les autres appareils qu'en changeant les cardes.

Il existe d'autres appareils permettant de donner au tissu un aspect tout particulier, le poil est dirigé tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, en zigzag, ce qui le fait paraître rayé d'une façon toute particulière. Les diverses machines s'emploient presque exclusivement pour les écrus, quelquefois pour les blancs ; mais quand il s'agit de redresser le poil qui a été couché pendant l'opération, on emploie la *regiteuse*, sorte de rouleau garni d'émeri, ou encore la *machine à velouter*, celle-ci relève ou dresse verticalement toutes les fibres produites par le lainage. L'opération se fait à sec. Les laines se veloutent mouillées ; dans ce cas la machine doit être installée à l'entrée d'une rame. Elle peut aussi être avantageusement employée pour les velours.

L. *Des appareils accessoires servant à terminer la marchandise.* Les diverses machines que nous venons de passer en revue ont pour but immédiat la fabrication, c'est-à-dire le traitement de la marchandise pour lui donner l'épaisseur, le toucher, l'aspect voulus. Il y en a encore d'autres en nombre assez considérable dont le but est de remplacer simplement l'ouvrier dans la main-d'œuvre pour arriver à produire plus également, plus rapidement et plus économiquement. Ces diverses machines que nous ne ferons que mentionner sont :

Les machines à dérouler (système Dehaître, Farmer, Elder, Gebauer, Crowell) qui servent à faciliter la vérification de la marchandise avant de la terminer.

Les machines (de divers systèmes) à doubler

opération qui se faisait à la main et qui se fait facilement par cette machine.

Il y a aussi divers genres de machines à enrouler : celles dites *à plateau* qui enroulent à plat sur les planchettes de bois ou de carton (pour le genre lainé, cachemire, mérinos) que l'on appelle *collinettes*, ou celles qui enroulent en rond pour les tissus de reliure, les genres pour parapluies, ombrelles, etc.

Les machines à métrer de Hummel, de Chevalier, etc.

Parmi celles-ci, il y en a à plateau courbe, d'autres à plateau droit ; cette dernière est généralement préférée.

L'appareil le plus sûr, mais un peu moins productif que les machines, est le *rectomètre*. C'est en même temps le plus pratique et le plus simple. La marchandise pliée au rectomètre se présente mieux, et est beaucoup plus régulière. Les pièces arrivées à cet état de fabrication subissent l'action des presses à froid. Les presses à chaud servent dans le cours de l'apprêt (V. APPRÊT, p. 208). Les presses fonctionnent soit à la main, soit avec des pompes hydrauliques actionnées à la main ou par des moteurs à vapeur, les étoffes sont placées entre des plaques de bois ou de zinc (fig. 106).

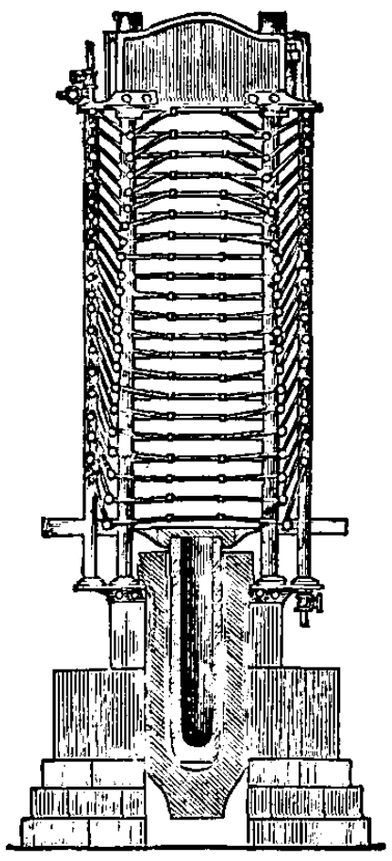


Fig. 106. — *Presse à plaques chauffées à la vapeur.*

Quand il s'agit d'apprêt, de moirés de laine mélangée de jute, ou de chaîne coton, ou de lainé pure, on emploie la presse à plaques à vapeur. Ces dernières sont creuses, reliées entre elles par des tuyaux mobiles à double effet. On peut à volonté y faire passer de la vapeur. Quand celle-ci a agi pendant un certain temps, on fait passer un courant d'eau froide pour saisir la marchandise qui prend alors un cachet particulier. On procède ensuite à la dernière toilette de la pièce, par le pointage, opération qui consiste à fixer au moyen de cordonnets ou de fils, les lisières ou les deux bords de l'étoffe. Il existe divers genres d'appareils pour cette opération. Une fois pointées on supprime les chefs avec des machines spéciales, ou bien on décore le dessus de la pièce avec un timbre d'or ou d'argent, ou encore on brode, à la la main ou à la machine le nom de la qualité du tissus. Ces broderies se font en fils d'or, d'argent, de soie, de coton. On imprime même certains chefs avec des pierres lithographiques et aussi avec des planches gravées à la main.

Enfin, on y met les étiquettes avec tous les accessoires exigés par la consommation et ces divers accessoires jouent aujourd'hui un très grand rôle dans la vente; c'est pourquoi nous avons cru devoir en dire quelques mots.

M. *Procédés d'apprêts*. Il ne peut entrer dans le cadre du *Dictionnaire* de donner les formules relatives aux apprêts. Nous allons cependant en indiquer quelques unes pour donner au lecteur une idée générale de leur composition.

Apprêts pour coton. *Apprêts pour blanc genre chemises dit Shirting* : 22 kilogrammes de fécule, 16 d'amidon blanc, 15 de kaolin, 15 de sulfate de baryte, 5 de bon suif.

Délayer et cuire dans 300 litres d'eau puis ajouter à tiède 100 à 125 grammes d'outremer bien tamisé à travers un tamis de soie très fin.

Dissoudre dans une cuve à part : 750 grammes de savon blanc, 1 kilog. de suif, 2 kilog. d'huile de coco , 500 grammes de stéarine, 500 de sel de soude, 25 litres d'eau. Faire bouillir jusqu'à homogénéité, puis verser à travers un tamis dans l'apprêt tiède, faire cuire le tout ensemble et porter au volume de 500 litres, puis tamiser.

Employer l'apprêt chaud, passer au foulard puis sécher soit à la rame continue, soit à l'étente chaude, après séchage à fond, humecter; puis passer suivant que l'on veut de l'uni ou du moiré à la calandre ordinaire ou à la calandre de Deblin.

Apprêt glacé. 100 litres d'eau, 4 kilogrammes de fécule, 200 à 300 grammes de cire, 200 d'huile de coco ; à modifier suivant l'épaisseur du tissu. Les pièces passées au foulard sont séchés sur tambour, puis humectées. On cylindre d'abord à froid, puis à la calandre à friction, on donne deux ou trois passages jusqu'à ce que l'on ait le degré de lustre voulu.

Apprêt calicot :

	Non chargés	Chargés
Eau.	200 lit.	100 lit.
Fécule.	30 kil,	6 à 8 kil.
Dextrine.	15	»
Huile pour rouge, 70 0/0 . . .	2 1/2	2
Amidon blanc.	»	8
China-clay.	»	6

Apprêter à chaud au foulard, sécher sur tambour, bien humecter, puis cylindrer légèrement avec un bombage de calicot,

Apprêt pour les satins de coton. 400 litres d'eau, 10 kilogrammes de fécule, 3 de borax, 6 de sulfate de soude, 3 de savon de Marseille. Passer au foulard de façon à ce que le tissu soit faiblement imprégné. Sécher à la rame, briser puis battre deux ou trois fois.

Apprêt dur pour bougran. 100 litres d'eau, 20 kilogrammes de china clay, 12 de fécule, 1,2 de suif. Passer deux fois dans un bain puis chaque fois sècher sur rame, enfin pour une troisième fois à la machine à racle, sécher à nouveau sur rame. Sans autre opération le tissu devant rester très raide .— J. D.

Apprêt des soieries. Il y a lieu de distinguer ici le matériel et la matière des apprêts.

Comme matériel, les méthodes employées à Lyon sont le *baignage à la règle* pour les étoffes

ayant un envers en coton (méthode préférable au système d'impression ou de friction); le *baignage à deux mouilleurs*, pour les articles légers, et le *baignage à trois mouilleurs*, qui permet d'apprêter les tissus les plus délicats sans altérer les nuances et la contexture. Le grillage n'est plus usité et a été remplacé par le *flambage*. L'une des inventions les plus remarquables dans ce matériel a été celle du *peigne à assouplir*, remarqué par M. Lyon, teinturier à Alger. On avait remarqué que par les passages dans lés bains de teinture, le fil de soie se déchevillait, et qu'au lieu d'être ouverts et épanouis comme après le chevillage, ses brins s'agglomeraient et que le tissu se creusait; l'appareil Lyon consiste principalement eu une ligne de fines aiguilles sous lesquelles on gratte légèrement les étoffes, il effectue une sorte de cardage ou plutôt de lainage dans lequel les dents des cardes ne font qu'effleurer le tissu, mais qui ouvrent suffisamment les fils de soie qui le constituent pour le garnir et l'assouplir.

Quant à la matière des apprêts, celle qui paraît aujourd'hui préférée est une dissolution de paraffine dans la benzine, elle donne du brillant et une imperméabilité relative, en même temps qu'un peu de corps sans dureté. Si l'on veut plus de fermeté, il faut faire usage, avant l'application de la paraffine, d'une gomme à l'aide du foulard, de façon que cet apprêt soit aussi superficiel que possible pour ne pas aller encore agglomérer les fils au sein du tissu. La dissolution de paraffine s'applique aussi au foulard, sur l'étoffe bien sèche; le dissolvant étant évaporé, il ne reste qu'un léger enduit de cette sorte de cire minérale, qui forme en même temps comme un vernis préservant le tissu de l'action de l'eau ; il est donc également utile pour les soieries tissées en fils teints chargés au sucre.

Apprêt des draps et des lainages. Outre ce qui a été dit plus haut, nous avons expliqué dans le *Dictionn.* aux mots spéciaux qui les concernent, les opérations spéciales à l'apprêt des draps, nous n'y reviendrons pas. — V. Décatissage, Foulage, Ramage, Tondage, etc., et au *Supplément*, Lainage.

Apprêt des fils à coudre. Nous renvoyons le lecteur à ce que nous avons dit aux articles du *Dictionnaire*, Fil a coudre, Cirage I, etc.

Apprêt des toiles. L'encollage plus ou moins accentué de la chaîne à la machine à parer et à l'aide des ingrédients usuels (fécule, lichens, glycérocolle, etc.) en plus ou moins grande quantité, constitue le seul apprêt exigé des tissus de lin crémés ou écrus. Dans certains cas cependant, alors qu'il s'agit de toiles écrues employées pour donner de la raideur à certaines parties du vêtement (collet d'habit, bas de pantalon, etc.) et intercalés entre la doublure et l'étoffe principale, on encolle le tissu en le faisant passer dans un bain de gomme arabique assez étendu; ce bain est concentré lorsqu'il s'agit de toiles intercalées dans les ornements sacerdotaux (chasubles, étoles, etc.). Pour les toiles blanches, le mode d'apprêt, variable avec chaque maison, consiste à additionner le dernier bain de passage d'un mélange étendu de matières mucilagineuses et d'eau (tapioca, arrow-root, gomme, miel, etc.). — A. R.

N. **Trésalage.** Parmi les nombreuses taches qui peuvent se produire dans les tissus de coton, il s'en trouve qui sont dues à la présence de végétations microscopiques; on donne à ces taches le nom de *trésalures* et leur action est spécifiée par le nom générique de *trésalage*. Ces taches se produisent presque toujours sur la marchandise une fois « *logée* », c'est-à-dire placée en magasin, soit chez le vendeur, soit chez l'acheteur. Elles se produisent aussi fréquemment pendant le transport de la marchandise, quel que soit le mode d'emballage employé. On a même trouvé des pièces complètement abîmées, qui avaient été expédiées dans des caisses soudées. Il est évident que ces mêmes taches peuvent aussi, dans des circonstances voulues, se produire pendant la fabrication.

On les qualifie de diverses manières : quand elles sont très petites, ne dépassant pas plus de 1 à 2 millimètres de diamètre, on les appelle *piqûres*; elles sont généralement pâles, jaune chamois, quelquefois noires, plus rarement brunes : quand elles sont plus grandes, de façon à faire de grandes taches ou même des placards irréguliers, on les appelle *moisissures*, *chancissures*, *trésalures* ou taches provenant du *trésalage*.

Lorsqu'on étend les toiles sur les prairies pour les blanchir, il se développe, sous l'influence de l'humidité, des taches grises ou brun verdâtre, formées également des végétaux filamenteux microscopiques. On désigne celles-ci sous le nom d'*hendrissures*. Le trésalage ne se produit que lorsque certains éléments sont réunis en proportion voulue (azote, oxygène, carbone, principes minéraux), et qu'ils se trouvent dans des conditions spéciales (ferments, spores, etc.), chaleur et humidité.

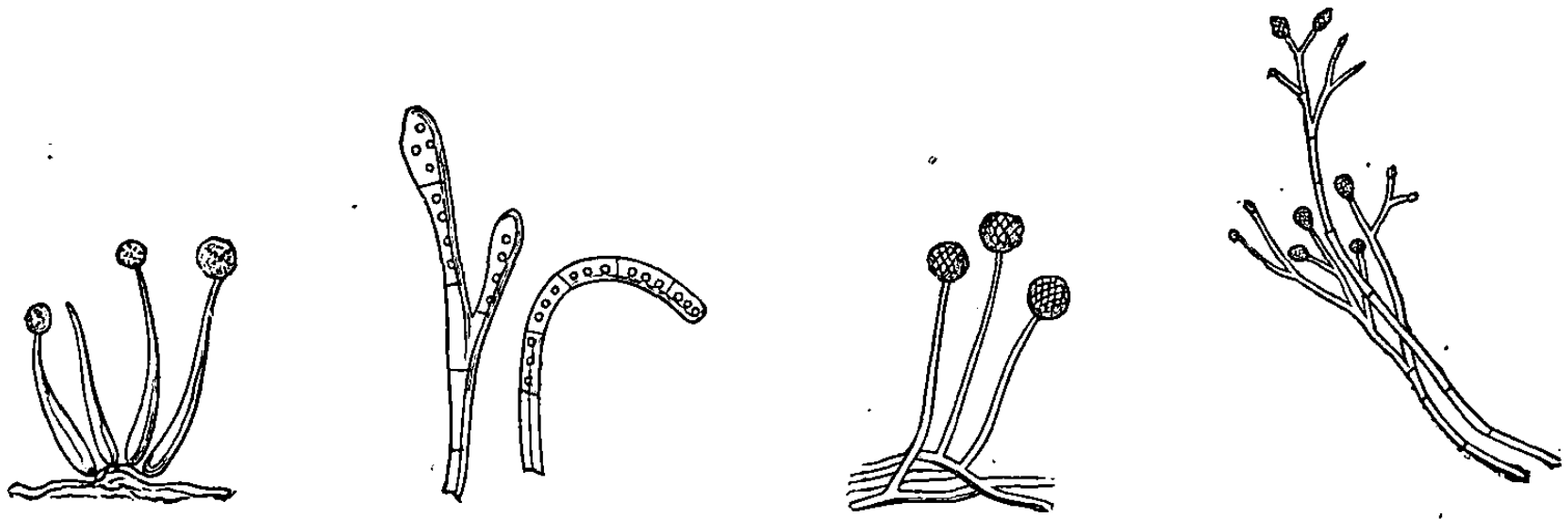
Le trésalage, en définitive, spécifie l'altération d'une étoffe par des moisissures ou champignons microscopiques; si nous disons *altération*, cela n'implique pas que le tissu doit être affaibli.

Le trésalage a trois phases bien distinctes :

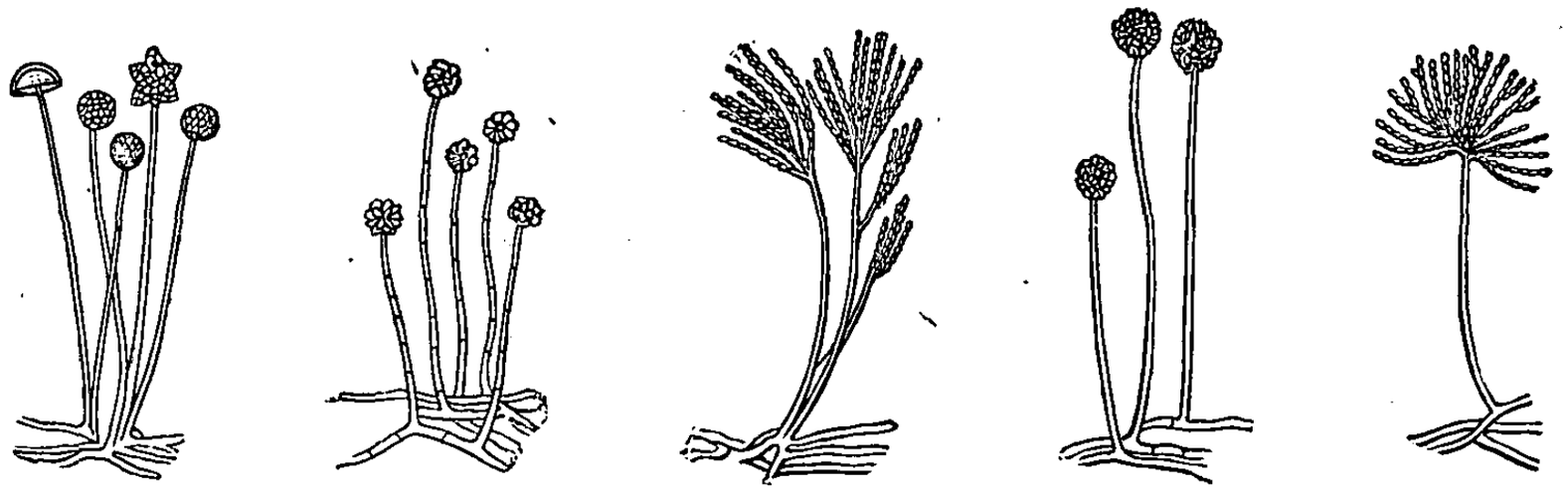
La première (au commencement) est celle, où les végétations encore à l'état rudimentaire, peuvent s'enlever par des lavages et des chlorages énergiques, sans altérer le tissu; dans la deuxième phase, la végétation ne peut plus disparaître, malgré tout ce que l'on peut faire, la tache reste, mais l'étoffe n'est pas affaiblie; et enfin la troisième phase, dans laquelle la végétation microscopique a réagi sur l'étoffe; celle-ci alors est affaiblie et même brûlée. Le tissu est perdu sans rémission.

Ces sortes de taches ont un caractère tout particulier, rappelant les taches de moisissures que l'on voit sur la surface des tonneaux d'extrait de bois ou de gomme, sur les vieux apprêts, sur les croûtes de fromage, de pain, sur les tranches de citron; elles affectent toutes les formes, mais plus généralement la forme circulaire, dans le genre des plaques de graisse qui surnagent sur le bouillon froid. Quand ces taches traversent plusieurs plis d'une pièce, elles vont en dégradation

ou en progression d'un pli à l'autre ; elles prennent alors toutes les couleurs possibles, mais surtout le blanc, le brun, puis le gris, l'orange, le rouge, le vert glauque. La formation des moisissures sur les tissus de coton écrus, apprêtés ou non, est dépendante de deux conditions essentielles : la première, de la variété des spores qui peuvent être dans l'atmosphère, et la seconde de certaines conditions qui sont essentielles à leur croissance ; la chaleur, l'humidité et les éléments nutritifs dont nous avons parlé sont indispensables, mais le développement et la croissance des spores, suivant les conditions dans lesquelles ils se trouvent donnent deux variétés dans le trésalage.



Mucor mucedo. — *Mucor mucedo. dans de la pâte de farine sans contact de l'air.* — *Periconia glaucocephala.* — *Strachybotres atra.*



Ascophora mucedo. — *Aspergillus roseus.* — *Penicillum glaucum.* — *Aspergillus glaucus.* — *Penicillum chartorum.*

Fig. 107 à 115.

moins apprêté que les autres genres. La fibre du coton est alors attaquée. C'est ce qui fait que les tissus écrus sont trésalés, c'est-à-dire attaqués plus à fond que les tissus imprimés et ceux-ci, au contraire, seront piqués seulement.

De ces différences, il résulte que tant que la fibre n'a pas été attaquée et que le tissu est blanc, on peut encore enlever les piqûres par le lavage, le savonnage et le chlorage, mais une fois attaqué toutes les opérations sont superflues et ne peuvent que hâter la destruction de l'étoffe.

Quand la fibre a été fortement trésalée, la cellulose arrive à être décomposée en acide humique, acide ulmique et autres acides de nature organique.

Nous avons spécifié deux genres dans le trésalage, la piqûre et la trésalure, mais il ne faut attacher à ces définitions, qui paraissent indiquer deux formes bien distinctes, qu'une valeur relative. La piqûre servant à désigner la première période de la moisissure, et la trésalure, la période finale. Les modes de formation sont évidemment les mêmes, sauf que dans l'un des cas il y a eu arrêt, tandis que dans l'autre il y a continuation de l'action.

Quand une simple germination des spores a lieu, le développement est incomplet. Un simple abaissement de température est suffisant pour provoquer cet arrêt. C'est sous cette forme que se produit la *piqûre*, laquelle se trouve plus fréquemment sur le tissu apprêté.

Si la croissance continue, la tache devient plus forte et le végétal grandit aux dépens de la matière amylacée qui se trouve dans le tissu *apprêté* en quantité plus que suffisante, tandis que, quand le trésalage se produit sur le tissu *écru*, la réaction se passe autrement. L'oxygène (quel que soit le mode d'emballage) est toujours en quantité suffisante, mais la matière amylacée est insuffisante, attendu que généralement le tissu écru est

On connaît environ trente végétaux divers qui se trouvent dans les taches de trésalage. Nous indiquons ici seulement les principaux :

Le mucor mucedo, les penicillum chartorum, et glaucum, les aspergilli roseus et glaucus, etc. (fig. 107 à 115).. . . . . .

Ces végétations en contact avec certains corps ne peuvent croître et sont détruites par certaines substances que l'on désigne sous le nom

d'*antiseptiques*; on en compte un grand nombre, mais peu sont susceptibles d'être employés dans l'industrie textile; ceux qui sont utilisables sont : l'acide salycilique, les aluns, les sels de zinc, l'acide phénique, l'aseptol; encore faut-il avoir soin de choisir suivant les étoffes, les genres, les apprêts, celui de ces corps qui sera le plus favorable.

Quant aux moyens à employer pour empêcher le trésalage, ils consistent à éviter le dépôt du tissu dans des locaux humides et chauds, ne pas abuser des sels hygrométriques dans l'apprêt, incorporer dans celui-ci les antiseptiques appropriés, en ayant égard à l'espèce de tissus à apprêter. — J. D.

Bibliographie : *Encyclopédie chimique*, de FRÉMY; *Teinture et apprêts*, DUNOD, Paris; *Traité des apprêts*, par DÉPIERRE, Baudry, Paris; *The finishing of the cotton goods*, by J. DEPIERRE, Thomas, Manchester; *Die apprettur*, par POLLEYN; *Die apprettur der Gewebe*, par H. GROTHE; *Die maschinen für Apprettur*, par MEISSNER.

• **APPROXIMATION.** *T. de math.* La plupart des calculs que l'on rencontre dans les sciences ou dans l'industrie ne peuvent être effectués que par approximation, soit parce que le résultat est incommensurable, soit parce que les données de la question ne sont qu'imparfaitement connues. C'est particulièrement ce qui arrive dans les applications, puisque les données sont fournies par des mesures qui ne sauraient jamais comporter une précision absolue. Il importe de se bien rendre compte de l'approximation avec laquelle on peut calculer le résultat, afin de ne pas perdre son temps à effectuer une série de calculs pour obtenir des chiffres nécessairement erronés. Il serait parfaitement ridicule, par exemple, de calculer une longueur au dixième de millimètre, alors que les mesures des données permettraient à peine de compter sur le chiffre des mètres. On comprend ainsi l'importance pratique de la théorie des approximations qui a pour objet la résolution des trois problèmes suivants :

1° Un nombre devant être calculé à l'aide d'une formule connue, et les données étant affectées d'erreurs qui ne dépassent pas des valeurs connues, déterminer l'approximation avec laquelle il est possible de calculer le résultat, c'est-à-dire une limite aussi petite que possible que l'erreur du résultat ne pourra pas dépasser ;

2° Un nombre devant être calculé à l'aide d'une formule connue avec une approximation donnée à l'avance, déterminer les erreurs qu'il est permis de tolérer sur les données pour que le résultat ne dépasse pas la limite imposée ;

3° Trouver le résultat donné par une formule, *avec le moins de calculs possible*, de manière que l'erreur de ce résultat ne dépasse pas une limite donnée.

Approximations successives. Dans un grand nombre de problèmes se rattachant aux sciences ou à l'industrie, le calcul direct de l'inconnu serait très pénible ou même impossible à cause de la complication des données; alors on procède de la manière suivante qui a reçu le nom de : *Méthode des approximations successives*. On néglige d'abord certains éléments du calcul pour obtenir facilement une première valeur approchée du résultat. On se sert de cette première valeur pour calculer approximativement les éléments négligés, et l'on obtient une deuxième valeur plus approchée que la première qui sert à corriger les valeurs des éléments, de manière qu'on peut calculer une troisième valeur approchée, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait atteint l'approximation désirée. — M. F.

AQUEDUC. Les influences atmosphériques auxquelles sont soumises les maçonneries des aqueducs établis sur arcades occasionnent parfois des dégradations assez graves, contre lesquelles on ne saurait trop se mettre en garde dans l'établissement de ces ouvrages. La dérivation de la Vanne a donné lieu à quelques accidents causés par la différence de température que subissaient, d'une part, les voûtes exposées en été à l'ardeur du soleil et en hiver à l'action des gelées, et d'autre part, la partie inférieure de l'aqueduc où l'écoulement de l'eau entretenait une température à peu près constante. On essaya en vain de blanchir à la chaux la surface extérieure pour rendre moins sensible l'effet des rayons solaires; on alla même jusqu'à faire arroser les voûtes pendant les grandes chaleurs. Mais on n'est venu à bout de ces difficultés qu'en employant la disposition imaginée par M. Couche, ingénieur en chef des ponts et chaussées, qui fit recouvrir l'aqueduc d'une couche de terre comprise entre deux murettes rapportées de chaque côté du profil primitif, qui fut ainsi modifié tel que l'indique la figure 116. La disposition adoptée pour les parties découvertes de l'aqueduc de Vienne (dérivation François-Joseph), a été exempte de ces inconvénients et peut être imitée avec fruit en ce qui concerne le mode de recouvrement, sans toutefois prendre comme modèle l'épaisseur sans doute exagérée de ses parois massives.

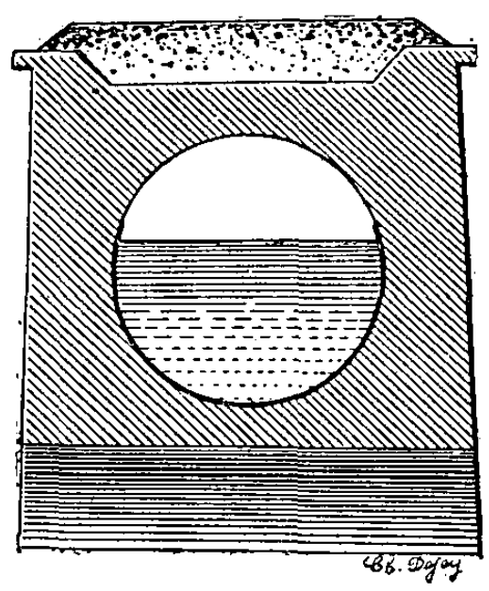


Fig 116. — *Aqueduc de la Vanne.*

Dans les projets de distribution d'eau on doit éviter autant que possible l'emploi des aqueducs élevés sur arcades, qui coûtent généralement fort cher, et dont les dépenses d'installation croissent en proportion de la hauteur; toutes les fois qu'une raison majeure ne s'y oppose pas, on doit leur préférer les *siphons*, dont le coût d'établissement ne dépend guère que de la longueur et non de la profondeur des vallées à franchir, et qui peuvent se placer dans des positions quelconques, tandis que la construction des arcades nécessite le choix préalable d'un emplacement convenable, d'un sol résistant, en un mot d'un ensemble de conditions

qu'il est parfois difficile de réaliser sans y consacrer des dépenses considérables. — G. J.

• **ARBITRAGE.** La transformation apportée dans l'industrie par le développement des sciences et l'extension donnée à l'outillage mécanique, a profondément modifié les rapports entre patrons et ouvriers. Au lieu d'ateliers où tout le monde travaillait côte à côte, ce sont maintenant d'immenses usines où les ouvriers réunis par milliers connaissent à peine leur patron et n'ont même parfois en face d'eux qu'un directeur représentant un capital anonyme. Il ne faut donc pas s'étonner outre mesure de l'antagonisme violent que l'on constate de plus en plus entre le capital et le travail, antagonisme qui est un véritable danger pour la paix sociale et qui constitue en outre un obstacle terrible pour la prospérité de nos industries. Pour y mettre un terme, pour rapprocher ces deux facteurs de la production dont l'accord est si nécessaire, le moyen qui jusqu'à ce jour ait donné les résultats les plus appréciables, dans les pays où il est pratiqué, c'est l'arbitrage.

L'arbitrage n'est pas une chose nouvelle : A tous les temps et dans tous les pays on pourrait en trouver des exemples. Quoi de plus simple, en effet, lorsqu'on ne peut se mettre d'accord, que de s'en rapporter à un tiers digne de confiance pour trancher le différend.

Si l'arbitrage offre un moyen facile d'apaiser les querelles entre particuliers, il peut rendre des services autrement importants dans les conflits qui surgissent entre les masses ouvrières et leurs patrons, et qui le plus souvent aboutissent à des grèves désastreuses pour tous.

ANGLETERRE. C'est en Angleterre que nous trouvons les premiers essais d'arbitrage industriel et il y est maintenant devenu d'une application courante.

Il est donc intéressant de connaître quels furent ses débuts de l'autre côté de la Manche, quelle est son organisation et quels résultats il a obtenus.

Dès le commencement du siècle diverses industries, entre autres la céramique, insérèrent dans tous les contrats de travail une clause relative à l'arbitrage. Mais ce n'est qu'à partir de 1860, qu'un système permanent de conciliation et d'arbitrage fonctionna d'une façon régulière. C'est à cette époque que le premier conseil d'arbitrage fut établi à Nottingham dans l'industrie de la bonneterie, par M. Mundella, ancien ouvrier, devenu grand manufacturier.

Trois grèves venaient d'avoir lieu. La dernière durait depuis onze semaines. Les patrons se réunirent et l'un d'eux proposa la fermeture générale des fabriques (Lock out). Ils reculèrent devant les conséquences de cette mesure qui aurait mis sur le pavé une population toute entière et, sur la proposition de M. Mundella, ils proposèrent aux ouvriers une conférence à l'effet d'examiner si la grève pouvait se résoudre pacifiquement. Malgré les préventions des uns, la défiance des autres, cette conférence aboutit à la création d'un conseil d'arbitrage et de conciliation, composé d'un nombre égal de patrons et d'ouvriers. Ce conseil eut pour première mission de trancher les questions alors pendantes ; l'institution qui devait avoir tant de succès en Angleterre, et rendre au monde du travail des services incalculables, était fondée.

Elle ne fut pas sans avoir à vaincre au début les préventions de nombreux manufacturiers anglais. « Il y eut des patrons, dit M. Mundella, qui nous blâmèrent, prétendant que nous les dégradions », et il ajoute : « Les hommes que les manufacturiers détestaient le plus fort furent ceux que les ouvriers choisirent pour les envoyer au conseil. Nous trouvâmes en eux, cependant, des hommes pleins de cœur et de droiture. Ce sont, en général, les plus intelligents des *Trade's Unions* et nous avons reconnu qu'ils étaient parfois débordés par la masse qu'ils avaient derrière eux. Souvent leurs commettants insistaient pour leur faire faire des choses qu'ils jugeaient contraires au bon sens, et ils ont su résister. Ils ont été les plus fortes barrières que nous ayons pu opposer à la force ignorante. »

Le conseil se compose d'un nombre égal de patrons et d'ouvriers. Les délégués sont élus par leurs associations respectives.

Quand une difficulté s'élève, elle est d'abord soumise aux deux secrétaires qui essaient de l'aplanir. En cas d'insuccès elle est portée devant le comité d'enquête qui est composé de quatre membres, deux patrons et deux ouvriers. Ce comité n'a pas le pouvoir de prononcer une sentence. Il ne peut résoudre le différend qu'à l'amiable et du consentement des deux parties. Enfin, si le conseil d'enquête est impuissant, le conseil de conciliation et d'arbitrage intervient lui-même.

Lorsque tous les moyens d'entente sont épuisés, un article du règlement prévoit la nomination d'un arbitre permanent dont la décision est sans appel. Cet arbitre est choisi dans la profession et n'assiste pas aux séances du conseil.

La compétence de ces conseils est très étendue ; elle porte sur toutes les questions qui peuvent surgir dans les rapports entre patrons et ouvriers.

. . . . . .

Veut-on savoir quelle est l'opinion du conseil de Nottingham, six ans après sa création, sur l'œuvre entreprise en commun par les patrons et ouvriers de la bonneterie? Voici un extrait du rapport officiel du conseil présenté en décembre 1886 :

« Le conseil, éclairé par une expérience de six années sur les effets pratiques du système de l'arbitrage comme remède aux grèves, tant des patrons que des ouvriers, est essentiellement convaincu que dans un pays libre où les travailleurs et les capitalistes ont le droit absolu de coalition, le moyen le plus simple, le plus humain, le plus rationnel de régler tous les différends qui peuvent s'élever entre eux est l'arbitrage et la conciliation; sa ferme conviction lui vient de ce que, durant les deux dernières années, la demande en bonneterie a été, dans plusieurs branches de la manufacture, d'une importance exceptionnelle, tandis que dans d'autres le travail a été extraordinairement rare. Et, quoique les travailleurs aient conservé leurs *Trade's Unions*, le fait d'avoir une autorité centrale d'appel composée d'un nombre égal de patrons et d'ouvriers a permis de régler promptement toutes les questions qui devaient produire de l'irritation et mener à des conflits. Toutes les questions de salaires ont été arrangées, les manufacturiers ont été à même de passer leurs contrats sans appréhension et de les exécuter sans délai ; les droits des ouvriers ont été soutenus avec un soin jaloux et strictement maintenus.

« C'est avec la plus grande satisfaction que le conseil peut dire que, dans aucune période de l'histoire de la bonneterie, il n'a existé d'entente aussi cordiale entre patrons et ouvriers ; aussi le conseil espère-t-il voir cette situation durer longtemps, convaincu qu'elle a pour effet de faire progresser l'industrie, d'améliorer la condition des ouvriers et de favoriser le progrès et le bien être de la société. »

Depuis lors, ce conseil a fonctionné sans interruption à Nottingham, et son organisation est restée la même. Un comité pourvoit à l'instruction de l'affaire et à une ten-

tative de conciliation généralement couronnée de succès. Des réunions ont lieu tous les trimestres, même en l'absence de questions litigieuses.

Primitivement le président votait et sa voix était prépondérante en cas de partage; système très défectueux, car le président toujours choisi dans le groupe des patrons, était naturellement suspect aux ouvriers. Ce défaut a été réformé depuis que l'expérience a démontré la supériorité d'un autre système pratiqué à Wolverhampton.

Pour apaiser, dans cette région, les grèves qui sévissaient périodiquement dans l'industrie du bâtiment, patrons et ouvriers se décidèrent le 12 mars 1866, sur l'initiative du maire à nommer six délégués de chaque groupe. Le président choisi à l'unanimité, fut M. Rupert Kettle qui s'attacha surtout à faire rentrer l'institution nouvelle dans le droit commun. Il lui suffit pour cela d'un règlement introduit dans les contrats d'engagement pour tous les ateliers dépendant de l'association et qui oblige personnellement ouvriers et patrons à soumettre leurs difficultés au conseil d'arbitrage après essai de conciliation devant un comité spécial. En cas de partage, le conseil nomme un tiers-arbitre étranger à la profession. Dans la suite, ce tiers arbitre (umpire), nommé en même temps que le conseil, est devenu permanent.

L'habitude de l'arbitrage s'est rapidement répandue en Angleterre et M. Mundella en a été le zélé propagateur. Lors de son passage au ministère du commerce il fit consacrer par la législation ce que l'initiative privée avait introduit dans les habitudes de quelques industries.

La loi qu'il convient de citer à ce sujet comme la plus importante est celle du 6 août 1872. Nous allons en reproduire les articles les plus importants :

« 1° Conformément à la présente loi, chaque partie peut désigner, en vue d'un accord, tel bureau, conseil, personnes ou personne, comme arbitre ou arbitres, fixer le temps et la manière d'élire le ou les arbitres, et chaque partie peut, en outre, désigner nominativement ou par un simple avis ou autrement telles ou telles personnes (autres que le ou les arbitres) pour prononcer en cas de désaccord entre les arbitres.

« 2° Un maître et un ouvrier peuvent devenir mutuellement liés par un engagement conformément à la présente loi; si le maître ou son agent donne à l'ouvrier une copie imprimée de l'accord et si l'ouvrier accepte ladite copie imprimée.

« Toutefois l'ouvrier peut, dans les quarante-huit heures après la délivrance qui lui a été faite de l'accord, donner avis au maître ou à son agent qu'il ne veut pas être lié par cet accord. Et alors l'accord doit être de nul effet entre le maître et l'ouvrier.

. . . . . .

« L'accord peut stipuler que les parties durant l'ajournement, sont liées par certains règlements contenus dans l'accord ou bien faits par les arbitres ou l'arbitre, relativement au taux des salaires à payer, aux heures et aux qualités de travail à exécuter, aux conditions ou aux règles dans lesquelles l'ouvrage doit être donné, et enfin, l'accord peut spécifier les pénalités que peuvent prononcer le ou les arbitres en cas de violation des dits règlements.

« 5° L'accord peut aussi stipuler que, dans le cas où s'élèveraient les questions suivantes, elles peuvent être tranchées par le ou les arbitres, à savoir :

« *a*) En cas de désaccord ou de dispute mentionné dans la seconde section de la loi, ou

« *b*) En outre dans les questions, dans les cas ou dans les matières stipulées dans la loi de 1867 concernant les maîtres et les domestiques.

« En outre quand de semblables cas s'élèvent entre les parties qui sont liées par un accord, le ou les arbitres ont le pouvoir de prononcer et de décider, et après leur décision ou leur prononcé, nulle autre cour ou nulle autre personne ne peut se prononcer sur la même matière. Mais si le désaccord ou la dispute ne sont pas terminés dans les vingt-un jours à partir du jour où le désaccord ou la dispute a commencé, la juridiction de ou des arbitres cesse à moins que les parties, avant que le désaccord ou la dispute ait pris naissance, ait consenti par écrit à ce que le ou les arbitres soient seuls et exclusivement à prononcer.

« 6° Le ou les arbitres peuvent prononcer sur toutes les matières qui leur sont soumises de la manière qu'ils jugent convenable ou bien comme il est stipulé dans l'accord.

« 7° L'accord ou les règlements faits par le ou les arbitres, en exécution de leur mandat, doivent être considérés devant n'importe quel cour comme l'évidence des termes du contrat d'emploi ou de service entre les parties liées par l'accord.

. . . . . .

« 9° Si l'accord a stipulé la production ou l'examen des livres, documents ou comptes, sujets ou non à quelques conditions dans le mode de leur production ou de leur examen pour être mis entre les mains et être contrôlés par des personnes citées comme témoins. »

La loi anglaise, on le voit, laisse l'arbitrage absolument facultatif. Elle ne fait, en quelque sorte, que venir sanctionner et protéger les conventions des parties. Mais même sous cette forme, l'intervention du législateur a été très utile et l'on peut dire que sans l'adhésion du parlement, l'arbitrage n'aurait, de l'autre côté de la Manche, ni sa popularité, ni son efficacité.

Actuellement les conseils de conciliation et d'arbitrage y sont institués et fonctionnent régulièrement dans la plupart des industries.

Les résultats obtenus par eux ont été reconnus et constatés par tous ceux qui ont écrit sur l'histoire du travail en Angleterre. Au premier rang il faut placer l'apaisement qui s'est produit dans tous les centres industriels ou les bureaux de conciliation et d'arbitrage fonctionnent. Ces institutions, en mettant en contact fréquent les représentants du capital et du travail, ont contribué à faire tomber bien des préventions, à ramener la courtoisie dans les rapports. Par des discussions sur la situation du marché national et international, suivant les industries, les connaissances économiques des ouvriers se sont étendues, ce qui leur a permis de formuler avec précision et modération la quotité de salaire à faire supporter par le prix de revient des produits. D'autre part les patrons ont compris que les voiles qui recouvraient leur administration, loin de les avantager, ne servaient qu'à obscurcir la situation qui leur était faite par la concurrence; ils ont apporté leurs livres aux arbitres et la vérité est apparue apportant avec elle les enseignements qu'elle comporte en matière si délicate. Pour la première fois on a vu, après des augmentations de salaires obtenues en période de prospérité succéder des diminutions consenties, acceptées, lorsque les conditions industrielles l'exigeaient, par des ouvriers autrefois toujours prêts à recourir en pareille occurrence aux récriminations et à la grève.

Deux exemples pris dans l'industrie métallurgique suffiront pour montrer quelle autorité ont les conseils d'arbitrage et quelle confiance leur accordent les ouvriers. Par suite de la crise qu'a traversée cette industrie, ces conseils ont dû, depuis 1874, baisser les salaires et la réduction totale a atteint 47 0/0 dans le nord de l'Angleterre et 52 0/0 dans le Straffordshire. Ces chiffres en disent plus long que bien des pages sur l'utilité des conseils d'arbitrage.

Ajoutons que, dans l'industrie minière les conseils d'arbitrage sont arrivés à établir, sous le nom de *Sliding scales* (échelle mobile), un système de tarifs de salaires suivant les prix de vente de la marchandise. On prend pour base un cours moyen de la houille rendue sur le

lieu de vente ou en gare et les cours des salaires suivent les fluctuations du cours de la marchandise d'après une proportion déterminée par un conseil d'arbitrage composé pour moitié de patrons et d'ouvriers.

ETATS-UNIS D'AMÉRIQUE. Si de l'Angleterre nous passons aux Etats-Unis, nous y voyons également l'arbitrage pénétrer dans les mœurs industrielles et prendre place dans la législation des divers Etats.

D'après la législation de l'Etat de Pennsylvanie établie en 1883, les présidents de justices de paix peuvent autoriser, sur la présentation d'une pétition, la création de tribunaux d'arbitrage industriel. La pétition doit être signée par au moins cinquante ouvriers et par cinq patrons. L'impair ou arbitre est élu par un nombre égal de représentants onvriers et patrons. Pour que le tribunal soit valablement saisi, il faut le consentement écrit des deux parties. Le jugement est définitif et obligatoire.

La législation de l'Etat de Pennsylvanie a servi de modèle aux Etats d'Iowa, du Kansas et d'Ohio. Dans celui de New-York, les tribunaux sont composés de quatre arbitres, deux choisis par les patrons et deux par les ouvriers; l'impair est nommé par les quatre arbitres. La décision de l'impair n'est pas définitive, les parties peuvent en appeler à un tribunal spécial nommé pour un an, par le gouverneur de l'Etat de New-York.

Dans le Massachussets, c'est le gouverneur qui nomme les deux arbitres, l'un patron et l'autre ouvrier, lesquels désignent l'impair. La durée du tribunal est d'une année, ses décisions sont obligatoires pendant six mois.

Dans l'Etat de New-Jersey, les grèves et les lockouts sont soumises à un tribunal formé de la manière suivante : un arbitre nommé par les patrons, un deuxième arbitre nommé par les ouvriers et un troisième (l'impair) nommé par les deux premiers.

La plupart des autres Etats ont une législation sur l'arbitrage se rapprochant plus ou moins de celle des Etats ci-dessus.

A côté de l'action législative l'initiative privée ne restait d'ailleurs pas inactive. Les ouvriers des mines ont obtenu la création d'un conseil d'arbitrage dont les décisions s'étendent à tous les Etats. En février 1886, au congrès de Colombus, les délégués des patrons et des ouvriers ont adopté un tableau des salaires pour l'extraction d'une tonne de houille dans les différents centres miniers. L'accord fut fait pour une année, du 1er mai 1886 au 1er mai 1887 et il a vraisemblablement été renouvelé depuis.

Enfin l'arbitrage légal pénétra dans la législation générale des Etats-Unis, et en 1886, la Chambre des députés vota pour les compagnies de chemins de fer et leurs employés le projet de loi suivant, applicable sur tout le territoire de l'Union :

« Interstate labor arbitration bill 1886 (Loi d'arbitrage du travail entre les Etats).

« Quels que soient les conflits qui surgissent entre les compagnies de chemins de fer engagées à transporter les marchandises ou les voyageurs entre deux ou plusieurs Etats ou territoires, ou le F. D. de Colombie, et les travailleurs des dites compagnies, si ces conflits retardent, interrompent ou affectent le transport des marchandises ou des voyageurs, ils sont soumis à un arbitrage sur la demande écrite de l'une des parties, l'autre devant accepter. Dans ce cas, la compagnie des chemins de fer devra choisir et déléguer un arbitre; les travailleurs en choisiront et délégueront un deuxième et les deux arbitres ainsi choisis en nommeront un troisième. Ces trois arbitres devront être citoyens des Etats-Unis, complètement impartiaux et désintéressés en ce qui concerne le conflit. Ces trois personnes ainsi choisies et mandatées seront constituées en un tribunal arbitral ayant les devoirs, les pouvoirs et les privilèges indiqués ci-dessous. »

Suivent des dispositions calquées sur la loi de l'Etat de Pennsylvanie dont nous avons donné plus haut le résumé.

Le développement de l'arbitrage aux Etats-Unis est dû pour une large part à l'action de la puissante association des *Chevaliers du travail*; il ne faut pas oublier, d'autre part, l'appui que lui apporta l'intervention de M. le président Cleveland, dans un remarquable message qu'il adressa en 1886 au Congrès, sur la question ouvrière. Nous voudrions citer en entier ce message dans lequel le président de la grande République américaine traite d'une façon si haute, avec un sentiment si profond de l'avenir de nos démocraties modernes, une question dont les pratiques Américains ont bien vite compris toute l'importance. Mais les limites forcément restreintes de ce travail ne nous permettent d'en reproduire que les principaux passages :

« La Constitution impose au Président le devoir, de temps à autre, de soutenir devant le congrès, par tous les moyens qui sont en son pouvoir, telle mesure qu'il juge utile et opportune. . . . . .

« Dans notre forme de gouvernement, la valeur du travail devrait être considérée comme un élément du bien être national, et le bien être de l'ouvrier devrait être de la part du législateur l'objet d'une sollicitude toute spéciale.

« Dans un pays qui rend accessible à tous les citoyens les degrés les plus élevés des distinctions sociales et politiques, l'ouvrier ne peut, de parti pris, être circonscrit dans une certaine classe, ni être regardé comme un être qui ne mérite aucune attention et n'a pas le droit de protester contre certaines vexations. L'ouvrier dont la force de travail est indispensable au developpement salutaire et progressif de notre pays, peut, à bon droit, réclamer de nos législateurs, le même privilège, reconnu aux autres citoyens, de pouvoir défendre leurs intérêts.

. . . . . .

« Les rapports qui existent actuellement entre le travail et le capital ne sont rien moins que satisfaisants. Le mécontentement des travailleurs a sa source dans l'égoïsme et le sans façon avec lequel ils sont exploités par le patron et dans les soi-disant avantages que donne le capital. Cependant il faut aussi reconnaître que les ouvriers ne cherchent pas toujours à éviter les troubles injustes et sans cause. Bien qu'il soit de toute nécessité que l'accord existe entre ces deux intérêts, il faut cependant considérer que l'action du gouvernement dans ce sens est très limitée par la Constitution.

. . . . . .

« Je suis cependant persuadé que les autorités fédérales peuvent faire quelque chose pour empêcher les émeutes qui naissent si souvent des différends entre patrons et ouvriers et menacent parfois les intérêts industriels du pays. Selon moi l'institution de *Tribunaux d'arbitrage* serait le meilleur moyen de faire cesser ces différends. Je suis toutefois d'avis qu'il ne faudrait pas avoir recours à des arbitres dans le plus fort de la lutte et chaque fois qu'une discussion s'élèvera, mais bien qu'il y aurait lieu d'établir une commission permanente pour le règlement des questions ouvrières, commission qui serait composée de trois membres ayant rang de fonctionnaires administratifs réguliers. Entre autres devoirs lui incombant, cette commission aurait pour mission d'examiner les controverses entre le travail et le capital, et de les régler chaque fois que cela serait possible. Une commission semblable présenterait l'avantage de se composer de personnes capables qui, grâce à une expérience acquise peu à peu, seraient bien en mesure de résoudre d'une façon intelligente et satisfaisante les questions litigieuses qui leur seraient soumises. Si, au contraire, on choisit des arbitres pour chaque cas particulier, il manquera à ceux-ci l'expérience et la connaissance de bien des choses qui doivent être prises en considération : on cherchera des deux côtés, des personnes

connues pour leur entière partialité, et des décisions injustes et partiales rendraient inévitables de nombreuses récriminations. Il est pour le moins très douteux qu'il soit opportun de confier le rôle de tribunal d'arbitrage à un tribunal fédéral, attendu que ce rôle n'est pas du tout compatible avec les fonctions judiciaires.

. . . . . .

« L'établissement d'un tel bureau serait une reconnaissance sage et légitime de la valeur du travail et de son droit très légitime à être représenté dans le département de l'Union.

. . . . . .

« Si une telle commission était instituée, la crainte d'être privé de l'appui de l'opinion et de la sympathie publique, au cas où ils refuseraient d'avoir recours à la médiation qui leur est offerte, forcerait les deux parties non seulement à accepter la médiation de la commission, mais aussi à se soumettre à ses décisions. Bien plus, l'existence d'un tel pouvoir médiateur engagerait les deux parties à réclamer son avis, ce qui bien souvent permettrait d'éviter le différend lui-même. »

On le voit, le président Cleveland considérait l'arbitrage comme le moyen le plus efficace pour mettre un terme aux conflits, aux grèves qui viennent troubler parfois si profondément le monde du travail. Si le système d'organisation qu'il préconisait n'a pas été adopté, on peut néanmoins affirmer que sa haute intervention a contribué à introduire l'arbitrage dans les mœurs industrielles des Etats-Unis.

Allemagne. L'arbitrage tel qu'il existe actuellement en Allemagne est basé sur le régime corporatif institué par la récente législation industrielle de l'empire. Après diverses tentatives d'adaptation de nos conseils de prudhommes, le législateur est entré résolument dans la voïe de l'arbitrage obligatoire. La loi allemande du 18 juillet 1881 déclare qu'il appartient aux corporations d'établir des tribunaux d'arbitres chargés de statuer sur les « litiges entre les membres de la corporation et leurs compagnons aux lieu et place des autorités compétentes ». Un autre article règle le fonctionnement de l'organisation de l'arbitrage. « Les tribunaux d'arbitres doivent être composés au moins d'un président et de deux assesseurs. Les assesseurs seront pris moitié parmi les membres de la corporation, moitié parmi les ouvriers. Le président sera désigné par l'autorité chargée de la surveillance de la corporation ; il doit être pris hors de la corporation. »

La loi du 6 juillet 1884 sur les accidents du travail a créé une juridiction arbitrale nouvelle. Les articles 46 et suivants organisent des tribunaux arbitraux qui décident en appel des règlements d'indemnités. Chaque tribunal se compose d'un président et de quatre assesseurs dont deux élus par l'association, deux par les représentants désignés eux-mêmes d'après des formes légales.

C'est également l'arbitrage obligatoire fonctionnant par les corporations qui a été institué en Autriche-Hongrie.

Belgique. Les conseils de conciliation et d'arbitrage sont également à l'ordre du jour en Belgique. Le véritable apôtre de l'idée chez nos voisins est M. Julien Weiler, le fondateur de la chambre de conciliation qui fonctionne depuis plus de 12 ans dans les charbonnages de Mariemont et Bascoup.

A la base de l'institution se trouve une chambre d'explications dont le but est d'aplanir les dissentiments.

Elle assure à tout ouvrier un recours aux agents supérieurs, en cas de griefs quels qu'ils soient. Ensuite apparaît le conseil de conciliation et d'arbitrage, composé par moitié d'ouvriers et d'employés représentant la compagnie. Celle-ci a reconnu au conseil le droit de se prononcer, en cas de conflits, sur les questions de salaires.

Voici en quels termes M. Julien Weiler, dans une conférence faite à la Louvière le 17 octobre 1886, exposait comment il comprenait l'organisation des chambres d'explications.

« Je vais vous parler maintenant d'une autre application du système de conciliation, tentée tout près d'ici, dans notre district même, et qui s'écarte sensiblement des modèles anglais dont elle paraît être le complément. Je crois en effet que si la conciliation facilite la mission de l'arbitrage, les chambres d'explications comme il en existe à Mariemont depuis dix ans bientôt, doivent diminuer considérablement la besogne des conseils d'arbitrage et de conciliation.

« Et faites bien attention, je vous prie, afin d'éviter des confusions, aux termes dont je me sers. Je vous ai parlé des cours d'arbitrage et des conseils d'arbitrage et de conciliation, qui fonctionnent pour tout un district; je vais vous entretenir maintenant des chambres d'explications particulières à chaque usine.

« Le conseil d'arbitrage et de conciliation est une institution qui comprend tous les établissements exerçant une même industrie. Quelle nécessité y a-t-il de porter devant lui des contestations spéciales à une usine déterminée et de déranger pour cela patrons et ouvriers, alors qu'il serait peut-être facile de s'entendre, à l'usine même, à la seule condition de s'expliquer catégoriquement en prenant l'avis de ceux qui connaissent le mieux la question?

Sur dix causes qui lui sont soumises et qui, sans elle, iraient à l'arbitrage, la conciliation en arrête neuf au passage. Ne peut-on pas espérer que sur cent affaires portées devant la chambre d'explications de l'usine, quatre-vingt-dix n'iront pas plus loin?

« N'est-ce donc pas encore un rouage utile de la machine qui doit procurer la bonne entente?

« La chambre d'explications a une constitution analogue à celle du conseil d'arbitrage et de conciliation lui-même. Ainsi qu'il faut dans ce conseil, des divisions correspondant à chacune des branches de l'industrie en cause, de même il faut à l'atelier une chambre spéciale pour chaque profession, avec une chambre centrale où toutes les professions sont représentées et où on examine les questions les plus générales. Prenons un atelier de construction de machines : Je choisis cet exemple à dessein parce que c'est un des plus compliqués et que c'est d'ailleurs sur un semblable atelier que la première expérience a été tentée avec succès. Il occupe des forgerons, des tourneurs, des ajusteurs, des chaudronniers, des menuisiers et modeleurs, des manœuvres, etc. Des délégués de chacun de ces groupes, élus par les ouvriers eux-mêmes et qui choisissent entre eux un chef de délégation, se réunissent une fois par trimestre avec tous les agents sous les ordres desquels ils travaillent. La première semaine c'est le tour des forgerons, la seconde celle des tourneurs et ainsi de suite jusqu'à l'assemblée de la chambre centrale, qui comprend les délégués de tous les corps de métier.

« La réunion est présidée par le patron ou par un employé supérieur ayant sa délégation, c'est-à-dire pouvant prendre une décision sans lui en référer, à moins de cas d'une gravité spéciale. La marche du travail pendant le dernier trimestre, ainsi que tous les incidents qui ont pu surgir, sont passés en revue; chacun des assistants à la réunion reçoit la parole à son tour et a le droit de présenter toute observation n'ayant pas un caractère absolument personnel.

« Ne voyez-vous pas que, dans ces conditions, il est impossible que des malentendus s'y produisent? Ne sentez-vous pas que le patron doit être au courant des moindres désirs de ses ouvriers, que ceux-ci doivent aussi connaître les véritables intentions de leurs chefs, intentions et désirs si souvent voilés, si pas dénaturés, par les rapports incorrects des intermédiaires? »

Bien que l'expérience tentée par M. Julien Weiler à Mariemont ait parfaitement réussi et ait produit les meil-

leurs résultats, elle fonctionna pendant plusieurs années sans trouver d'imitateurs. Il fallut les grèves sanglantes qui troublèrent si profondément l'industrie belge en 1885 et 1886 pour appeler l'attention des pouvoirs publics sur cette grave question des rapports entre le capital et le travail. Une grande commission royale du travail, nommée par arrêté du 15 avril 1886, fut chargée de faire une vaste enquête sur la situation réelle des faits et d'indiquer les résolutions appropriées après une étude attentive mais aussi rapide que possible. Cette commission a terminé son œuvre et parmi les projets élaborés par elle figure un projet de loi sur les conseils de conciliation et l'arbitrage.

Dès le 6 mai 1886, d'ailleurs, M. Frère Orban, le chef du parti libéral belge, avait déposé à la chambre des représentants une proposition de loi que nous allons analyser rapidement.

M. Frère Orban proposait d'instituer dans chaque commune où la nécessité en serait constatée, un conseil de l'industrie et du travail. Ce conseil serait divisé en autant de sections qu'il y a, dans la localité, d'industries distinctes réunissant les éléments nécessaires pour être utilement représentées dans le conseil. Chaque section serait composée d'un nombre égal de chefs d'industrie et d'ouvriers nommés par leurs pairs et présidée par le bourgmestre ou son délégué. Lorsque le caractère d'une grève paraîtrait l'exiger, le gouverneur de la province convoquerait la section de l'industrie dans laquelle la grève est déclarée. Cette section rechercherait les moyens de conciliation pouvant mettre fin à la grève. Si l'accord ne pouvait s'établir, il serait dressé un procès-verbal de la délibération qui serait rendue publique.

Le projet élaboré par la commission du travail diffère sensiblement de celui de M. Frère-Orban. La commission s'est également prononcée pour une institution permanente d'arbitrage mais qui laisserait une large carrière à l'initiative privée. Cette institution, dit le rapporteur, M. Brants, n'empêchera pas les parties de faire de l'arbitrage « à côté », si elles le préfèrent, mais leur fournira le moyen de prévenir les conflits eux-mêmes par un concert arrêté. »

Voici, d'ailleurs, le texte de ce projet.

« 1° Il pourra être institué, par arrêté royal, pour un établissement ou un groupe d'établissements industriels un conseil de conciliation destiné à aplanir les différends entre ouvriers et patrons.

« 2° La demande en constitution doit être adressée par les intéressés, patrons et ouvriers, au bourgmestre de la commune.

« Dans les huit jours, le conseil communal délibère sur cette demande et transmet sa délibération au gouvernement.

« 3° Le conseil communal, quand il le juge utile, peut prendre l'initiative de cette demande. En cas de trouble ou de grève, le bourgmestre peut s'adresser directement au gouvernement pour obtenir la constitution du conseil, sous les réserves de l'article 94 de la loi communale. En pareil cas, le gouvernement peut en prendre lui-même l'initiative.

« 4° Le conseil de conciliation se compose de délégués, en nombre égal, des patrons et des ouvriers.

« A moins que les membres du conseil de conciliation ne se mettent d'accord sur la désignation de leur président, le conseil est présidé par le juge de paix, son suppléant ou, en cas de nécessité, une personne désignée par lui.

« Le président n'a, à ce titre, que voix consultative. Il dirige les débats et signe les arrangements.

« Le règlement d'institution détermine le nombre des délégués, d'après les circonstances et l'importance des ateliers intéressés. Il détermine, s'il y a lieu, des catégories parmi les délégués.

« 6° Les délégués des patrons sont choisis par les chefs d'industrie intéressés. Ils doivent être choisis parmi les patrons effectifs, ou parmi les directeurs, ingénieurs ou comptables de l'établissement représenté.

« Les délégués des ouvriers sont désignés par les ouvriers belges âgés de 25 ans au moins et exerçant effectivement leur métier depuis quatre ans au moins dans un des ateliers intéressés.

« Pour être délégué ouvrier, il faut réunir les mêmes conditions que pour être électeur.

« 7° Les conseils institués font un règlement d'ordre intérieur ; ils peuvent être convoqués d'office par le bourgmestre ou le gouverneur ; ils doivent être convoqués à la demande de la moitié des membres et peuvent toujours se réunir spontanément.

« Les séances ont lieu à huis clos.

« 8° Les délibérations des conseils sont signées des membres et du président et conservées au greffe de la justice de paix.

« 9° Le conseil peut, à la demande de tous les intéressés, se charger de la désignation d'un arbitre.

« 10° Les délégués sont désignés pour un terme de deux ans. »

On voit qu'il ne s'agit pas ici d'un arbitrage forcé ; mais néanmoins l'état intervient plus directement que dans la législation anglaise ou dans la législation américaine pour la formation et le fonctionnement de ces conseils.

Il convient d'ajouter que le parlement belge ne semble pas mettre un grand empressement à examiner la question, puisque le projet de la commission extra-parlementaire, bien qu'élaboré en octobre 1886, n'a pas encore été discuté par la chambre des représentants.

Suède. En Suède, la loi du 28 octobre 1887 sur l'arbitrage ne s'applique pas exclusivement aux conflits entre patrons et ouvriers ; elle a un caractère plus général. « Les questions de nature litigieuse sur lesquelles on peut transiger, dit l'article premier, ainsi que les questions d'indemnité pour dommages résultant d'un délit peuvent être, en cas de litige, déférés par convention des parties à un ou plusieurs arbitres. S'il y a un litige pendant devant les tribunaux, le compromis n'est pas valable, à moins que l'action engagée ne soit abandonnée.

« Le compromis sur les questions ci-dessus mentionnées peut aussi être passé pour des litiges futurs, résultant de certaines affaires déterminées dans la convention.

On le voit, c'est également de l'arbitrage facultatif qu'il s'agit.

La suite du projet traite de la nomination des arbitres, quand ils ne sont pas désignés dans le compromis ; des causes de récusation, du délai dans lequel ils devront rendre leur décision.

Il est un point toutefois qui mérite d'être signalé d'une manière particulière, c'est l'article aux termes duquel, lorsque les arbitres ne peuvent s'entendre sur le choix du tiers arbitre, la désignation en est faite, sauf clause contraire du compromis, par l'exécuteur en chef du lieu où l'une des parties a son domicile ou sa résidence. On désigne sous le nom d'exécuteur en chef le magistrat municipal qui a été chargé par le code de procédure du 10 août 1877 de faire exécuter des jugements.

La décision des arbitres est sans recours à moins que les parties aient stipulé dans le compromis la faculté d'appel.

En Suisse, dans le canton d'Appenzell, la loi du 29 avril 1883 a établi deux offices d'arbitres conciliateurs, l'un pour le pays intérieur, l'autre pour le district détaché d'Oberegg. Ces arbitres sont nommés par le grand conseil ; leurs fonctions durent deux ans. Le rôle de ces arbitres est de s'efforcer de concilier les conflits qui sont portés devant eux, et à défaut de conciliation ils renvoient les parties devant le tribunal compétent en l'indiquant au demandeur.

Il s'agit d'offices permanents d'arbitrage facultatifs pour le public et ne prenant jamais aucune décision.

FRANCE. Pendant que l'arbitrage industriel s'organisait peu à peu dans les différents pays étrangers, que faisait-on en France? Nous sommes forcé de reconnaître qu'à l'heure où nous écrivons l'arbitrage n'a pas encore pénétré dans nos mœurs industrielles. L'initiative privée n'en offre que très peu d'exemples. Il convient de citer néanmoins celui de la chambre syndicale des ouvriers typographes de Rouen. Depuis 1877, l'arbitrage fonctionne avec succès d'une manière permanente entre eux et leurs patrons. Voici les articles du règlement qui instituent la commission arbitrale:

« Article premier. Une commission arbitrale permanente, composée en nombre égal de patrons et d'ouvriers, élue par les deux chambres syndicales, est constituée dans le but d'établir entre celles-ci des rapports réguliers pour tout ce qui concerne les besoins de l'imprimerie et de juger les différends qui viendraient à s'élever au sein de la typographie; elle connaîtra spécialement de toutes les contestations qui pourraient lui être soumises à l'occasion, soit des dispositions contenues dans le tarif des prix de main-d'œuvre, soit de tous les cas non prévus se rattachant à ses principes.

« Art. 2. La commission arbitrale permanénte se compose de six membres (trois patrons et trois ouvriers), elle votera en commun, mais à égal nombre de patrons et d'ouvriers, et sera présidée alternativement par un patron et un ouvrier.

« Cette commission sera renouvelable, chaque année, au mois de janvier. Les membres sortants sont rééligibles. »

Nous pourrions citer encore, à Paris, les deux syndicats du papier peint qui ont établi une chambre mixte d'arbitrage; les chambres syndicales des mécaniciens, des bijoutiers, des graveurs, des tapissiers, etc., qui ont arrêté des conditions de travail au moyen de commissions mixtes composées de patrons et d'ouvriers.

MM. Lecour et De Mun, dans l'exposé des motifs de leur proposition de loi sur l'arbitrage, dont nous parlerons plus loin, rappellent également un cas d'arbitrage intervenu pour mettre fin à un conflit entre patrons et ouvriers et arrêter une grève. Le fait s'est produit à Nantes en 1885, à l'occasion d'une difficulté qui s'était élevée entre ouvriers et patrons de deux grandes maisons de chaussures pour l'exportation. L'arbitre désigné rendit une sentence favorable aux patrons et les ouvriers se soumirent loyalement. On le voit, les exemples sont très rares. Quant à la législation, elle est jusqu'à présent muette à ce sujet.

Il ne faut pas croire cependant que l'on se soit complètement désintéressé de l'arbitrage. Des efforts ont été tentés à diverses reprises.

En 1864, la commission chargée d'examiner le projet de loi sur les coalitions eut la pensée d'introduire dans ce projet l'idée féconde de l'arbitrage et d'étendre la juridiction des prud'hommes aux grèves. Mais le gouvernement s'y opposa. Le rapporteur de cette commission, M. Emile Ollivier s'exprimait ainsi :

« La majorité de votre commission a cherché elle-même s'il ne serait pas possible d'organiser un préservatif contre l'explosion instantanée des grèves. Avant de plaider, on est obligé de comparaître en conciliation devant le juge de paix; la tentative d'ordre amiable se place avant l'ordre judiciaire; d'après le congrès de Paris, la guerre doit être précédée d'un essai de médiation. Pourquoi, s'est dit la majorité de votre commission, la guerre industrielle ne serait-elle pas, comme la guerre judiciaire, comme la guerre politique, précédée d'un essai de conciliation? Souvent la division naît d'un malentendu que des propos mal rapportés enveniment, que l'amour-propre rend à la fin irréconciliable. L'obligation de comparaître devant des tiers désintéressés, d'expliquer les griefs réciproques, aurait tout au moins l'avantage de dissiper les malentendus, de ne laisser debout que les motifs réels de désaccord. Un peu de temps serait ainsi gagné. A l'emportement des premières impressions succéderait peut-être le calme des dispositions conciliantes.

« Si, malgré tous les efforts, la réconciliation ne s'opérait pas, la coalition serait une lutte à armes loyales, et non une surprise organisée dans des conciliabules souterrains. Les conseils de prud'hommes semblent créés pour remplir cet office. A leur origine, de 1806 à 1810, ils n'avaient pas d'autres rôles que celui de conciliateurs; depuis que leurs décisions sont devenues obligatoires, ils ont toujours mis leur honneur à concilier beaucoup plus qu'à juger. Ouvriers et patrons les respectent également. Aucune intervention ne saurait être plus efficace. Le seul danger serait qu'elle voulût le devenir trop, qu'elle tendit à la constitution d'un tribunal des salaires. On rendrait cette tentative impossible en défendant aux prud'hommes d'émettre un avis, en cas de non conciliation. Il se bornerait à dresser un procès-verbal constatant sans aucun détail que les parties ayant comparu n'ont pu s'entendre. Pour augmenter encore les chances de rapprochement, on pourrait ne considérer l'intervention des prud'hommes que comme une nécessité subsidiaire, et autoriser les parties à choisir elles-mêmes les personnes devant lesquelles elles désirent comparaître. Enfin, le système serait complété par une peine, plutôt morale qu'afflictive, prononcée contre ceux qui commenceraient une coalition sans s'être préalablement soumis à la tentative de conciliation. L'article suivant nous avait paru une formule suffisante de ces diverses idées :

« Seront punis d'une amende de 16 à 200 francs et de la privation des droits politiques pendant un an au moins ou six ans au plus tous ouvriers ou entrepreneurs d'ouvrages qui, par suite d'un plan concerté, anront cessé ou fait cesser le travail, sans avoir eu préalablement recours à une tentative de conciliation. La tentative de conciliation aura lieu devant les personnes désignées d'un commun accord par les parties; à défaut d'accord, devant le conseil de prud'hommes; lorsqu'il n'existera pas de conseil de prud'hommes, devant une commission mixte, composée en nombre égal de patrons et d'ouvriers et formée par le président du tribunal de commerce.

« Si la tentative de conciliation échoue, soit parce qu'il a été impossible de s'entendre, soit parce que les parties appelées n'ont pas comparu, il sera dressé procès-verbal faisant sommairement mention que les parties n'ont pu s'accorder.

« Le gouvernement et les commissaires du conseil d'État ont repoussé ce projet. Autant, nous ont-ils dit, une tentative de conciliation volontaire est désirable, autant une tentative de conciliation obligatoire répugne aux principes.

« La liberté guérira elle-même les maux que causera la liberté. Reconnaître un droit pour le limiter aussitôt est une mauvaise pratique. Ce qui a surtout motivé l'opposition du gouvernement à notre projet, c'est la crainte que le tribunal des salaires ne fut contenu en germe dans

la tentative de conciliation. Ils verraient un danger à flatter, même indirectement, la tendance qu'ont quelques ouvriers à poursuivre la fixation officielle du salaire.

« Ces raisons ont paru graves à la majorité de votre commission, et l'ont décidée, quoique à regret, à ne pas insister pour l'adoption de son projet. »

L'idée de l'arbitrage fut donc abandonnée. Depuis lors se produisirent diverses manifestations en sa faveur dont la plus importante est sans contredit le rapport fait en 1872, à la société des ingénieurs civils, par une commission composée de MM. Deligny, Forquenot, Gibon, Grand, Marché, Périssé et Normand, directeur des ateliers de constructions navales du Havre, sur cette question capitale des grèves et des moyens de les prévenir.

Cette commission, après avoir posé les principes et établi, qu'au nom même de la liberté du travail, on ne pouvait empêcher les ouvriers de s'entendre et de s'associer pour débattre les conditions de leur travail vis-à-vis des capitaux associés, disait :

« Tout homme possède le droit de louer ou vendre son travail à prix débattu entre lui et son acheteur.

« C'est d'après ces principes que s'est prononcée votre commission, en reconnaissant à l'unanimité de ses membres, le droit des travailleurs de s'entendre et de se concerter pour discuter le prix et les conditions de leur travail.

« Il serait inexact de prétendre que ce droit de s'entendre serait contradictoire avec le principe de la liberté du travail; il en est, au contraire, la conséquence et la confirmation : il en est l'exercice collectif.

« Vue de la position désintéressée que nous occupons, il nous paraît évident que, pour les ouvriers de la grande industrie, la collectivité seule garantit la vraie liberté du travail, basée sur la liberté de la discussion des prix. Le patron de mille ouvriers possède, par rapport à chacun d'eux pris isolément, une force, une autorité qui est dans le rapport de mille à un. Il n'y a pas d'équilibre; il peut y avoir oppression. Si, au contraire, les mille ouvriers peuvent discuter collectivement, l'équilibre est rétabli. Au lieu de conditions et de prix imposés, il y a conventions librement acceptées; au lieu d'antagonisme, il y a harmonie, et la vraie condition naturelle du concours mutuel du capital et du travail se trouve réalisée au mieux des intérêts réciproques. »

. . . . . .

« La cessation du travail, qu'elle provienne des ouvriers ou des patrons, devient quelquefois le seul moyen de terminer une discussion jusque-là sans issue; mais quel qu'en soit le résultat, c'est un moyen violent, onéreux pour les deux partis en présence, et qui, tout en réussissant quelquefois pour l'avenir peut, dans le présent, causer de cruelles souffrances. Il est donc de l'intérêt de tous de la retarder jusqu'au moment au moins où toutes les tentatives de conciliation ont été épuisées.

« Nous l'avons dit : le régime naturel, normal de l'industrie est l'entente et l'harmonie entre les deux forces, travail et capital, dont la résultante doit être la prospérité commune.

« C'est ou ce doit être une union, une communauté, nous dirons même un ménage, car l'existence des familles en dépend. »

La commission des ingénieurs civils insiste ensuite sur la nécessité de transporter dans le domaine de l'industrie les préliminaires de conciliation exigés dans les affaires civiles. Elle préconise l'existence légale d'un délai obligatoire destiné à éviter les coups de tête et la pression des ouvriers nomades. Elle demande aussi que ce délai soit utilisé et qu'une autorité, un pouvoir indépendant et éclairé puisse s'interposer entre les parties en conflit. La commission concluait en proposant les dispositions suivantes :

« 1° Toute suspension ou interruption collective du travail ayant pour but d'en changer le prix ou les conditions, devra être précédée d'un avis signifié quinze jours à l'avance.

« 2° Dans les cinq jours qui suivront la déclaration de suspension ou de cessation de travail, les parties intéressées porteront le débat devant une chambre de conciliation. Cette chambre, nommée chaque année et pour chaque corps d'Etat sera composée d'un nombre égal de patrons et d'ouvriers. Son président sera nommé par elle ou, en cas de partage, ce sera de droit le président du conseil de prud'hommes ou le juge de paix du canton. La chambre de conciliation ainsi constituée, recevra les dires contradictoires, cherchera et proposera les termes d'une conciliation. Elle tiendra procès-verbal de ses travaux sauf les réserves expressément demandées par les parties. Ces procès-verbaux seront mis à la disposition des intéressés qui pourront les consulter sans déplacement après la clôture des négociations.

« 3° Si dans le délai de quinze jours, la conciliation n'était pas obtenue, mais cependant présentait une certaine probabilité de réussite, la chambre pourrait prolonger le délai obligatoire de quinze jours au plus.

« Les formalités précédentes ne sont pas applicables aux suspensions de travail résultant du cas de force majeure. »

C'est, on le voit, un véritable projet de loi sur l'arbitrage, qu'avait élaboré en 1872 la Société des ingénieurs civils. Bien que les desiderata qu'il exprimait ne soient pas sortis du domaine théorique, il convient néanmoins de les relever afin de montrer que l'idée de l'arbitrage était non seulement acceptée, mais préconisée par les représentants de la plupart des grandes industries françaises.

Des manifestations analogues se produisaient du côté des ouvriers. Les congrès ouvriers qui se sont réunis depuis 1876 ont, pour la plupart, voté des résolutions en faveur de l'arbitrage. Des dispositions semblables figurent dans les statuts d'un grand nombre de chambres syndicales. Mais soit qu'elles n'aient pas rencontré chez les patrons des tendances analogues, soit qu'elles se soient bornées jusqu'à présent à des indications toutes platoniques il faut reconnaître que l'exemple des typographes de Rouen, est jusqu'à présent à peu près isolé.

Quoi qu'il en soit, et bien que l'arbitrage ne soit pas encore entré dans nos mœurs industrielles, il a tout au moins gagné peu à peu du terrain dans l'esprit des intéressés. S'il heurte encore certains esprits rétrogrades égarés dans notre société démocratique, il a des partisans théoriques de plus en plus nombreux.

Néanmoins, il est à craindre qu'il pénètre difficilement dans la pratique s'il n'a pas une consécration légale. Divers projets de loi ont été déposés dans ce but, au cours de la dernière législature.

Ce sont : celui de MM. Camille et Benjamin Raspail (25 mai 1886) ; celui de M. Lockroy (projet du gouvernement, 29 mai 1886) ; et enfin celui

de MM. Lecour et de Mun (16 juin 1887). La commission parlementaire chargée d'examiner ces divers projets ne déposa son rapport que le 27 juin 1889, trop tard pour qu'il pût être discuté avant l'expiration des pouvoirs de la dernière chambre.

Les propositions de MM. Lockroy, Raspail et Lecour ont d'ailleurs été de nouveau déposées par leurs auteurs au commencement de la législature actuelle et la Chambre sera appelée à les examiner prochainement. Un seul de ces projets, celui de MM. Benjamin et Camille Raspail, tend à donner à l'arbitrage un caractère obligatoire :

« Toutes les fois, dit l'article 1er de leur proposition, qu'un différend s'élèvera entre patrons et ouvriers, les parties intéressées *devront* soumettre les questions qui les divisent à un arbitrage. »

Le projet de M. Lockroy et celui de MM. Lecour et de Mun lui laissent au contraire un caractère absolument facultatif. Les dispositions qu'ils contiennent à ce sujet sont, d'ailleurs, complètement identiques :

« Les patrons et les ouvriers *pourront*, soit d'accord, soit séparément, provoquer un arbitrage.... sur tout litige relatif : 1° aux taux des salaires ; 2° aux modes et époques de paiements ; 3° à la durée du travail ; 4° aux garanties de salubrité et de sécurité du travail. »

C'est à ce système que s'est ralliée, et avec raison, la commission parlementaire. L'arbitrage obligatoire serait une violation flagrante, oppressive du principe de la liberté des conventions. En une matière aussi délicate, le rôle du législateur est, non d'imposer des prescriptions, mais plutôt de donner des indications, de fournir à ceux qui veulent avoir recours à l'arbitrage le moyen d'y parvenir.

A l'énumération limitative faite par M. Lockroy et par MM. Lecour et de Mun des questions qui pourraient faire l'objet d'un arbitrage entre patrons et ouvriers, la commission a ajouté « et « *généralement tout ce qui concerne* les intérêts « économiques, industriels, commerciaux et « agricoles, » indiquant par là que dans sa pensée, l'arbitrage devrait s'appliquer à tous les conflits qui peuvent naître à l'occasion du contrat de travail.

Le principe de l'arbitrage une fois posé, il faut se préoccuper de la façon dont l'institution fonctionnera : comment proposera-t-on l'arbitrage ? quel sera le nombre des arbitres ? devra-t-on les choisir dans les professions ou en dehors ? quelle sera la sanction de leurs décisions, etc. ?

Pour la proposition d'arbitrage, M. Lochroy et la commission choisissent le maire comme intermédiaire. Les parties qui veulent provoquer un arbitrage, adressent à cet effet, soit directement, soit par mandataire, au maire de la commune où se produit le litige une déclaration écrite contenant : 1° les noms, qualités et domiciles des demandeurs ; 2° la désignation de l'objet de l'arbitrage ; 3° les noms et adresses des personnes auxquelles la proposition d'arbitrage doit être notifiée ; 4° le nom et le domicile de l'arbitre ou des arbitres désignés par les demandeurs.

Le maire délivre un récépissé de cette déclaration, avec indication de la date et de l'heure du dépôt et la notifie, dans les vingt-quatre heures, aux parties adverses ou à leurs représentants dans la commune. Au reçu de cette notification et au plus tard dans les trois jours, les intéressés doivent faire parvenir au maire leur réponse et la motiver en cas de refus. Passé ce délai, leur silence est tenu pour refus.

S'ils acceptent la proposition d'arbitrage, ils désignent, dans leur réponse, des arbitres en nombre égal à celui des arbitres choisis par les demandeurs.

Si l'éloignement ou l'absence des personnes auxquelles la proposition d'arbitrage est notifiée, ou la nécessité de consulter des mandants associés ou un conseil d'administration, ne permettent pas de donner une réponse dans les trois jours, les représentants des dites personnes devront déclarer, dans les trois jours, quel est le délai nécessaire pour donner cette réponse. Cette déclaration sera transmise, dans les vingt-quatre heures, par le maire aux demandeurs.

En cas d'acceptation de la proposition d'arbitrage, le maire convoque d'urgence les arbitres respectivement désignés par les parties. En cas de refus ou empêchement d'un ou plusieurs arbitres, les parties qui les ont nommés en sont avisées par le maire dans les quarante-huit heures. Elles pourvoient à leur remplacement dans le même délai.

MM. Lecour et de Mun sont absolument opposés à l'emploi du maire comme intermédiaire pour les propositions d'arbitrage :

« Le maire, disent-ils, dans leur exposé de motifs, est aujourd'hui activement mêlé à toutes les luttes politiques, il représente un parti et il est suspect de partialité. Tantôt, suivant les pays, il est considéré comme un des chefs de la réaction et l'homme lige du patron, tantôt il est au contraire l'élu et le chef de la démocratie ouvrière et il se croit obligé, en toute circonstance, de prendre parti contre les patrons et le capital.

« Il n'est donc pas placé dans des conditions qui lui permettent de jouer le rôle d'arbitre et de pacificateur. »

MM. Lecour et de Mun proposent, en conséquence, de lui substituer soit le président du tribunal de commerce, soit à son défaut le président du tribunal civil ou, dans les localités où il n'existe pas de tribunal, le juge de paix du canton.

MM. Lecour et de Mun semblent s'être mépris sur le véritable rôle du maire en la circonstance. Ce rôle est purement passif. Il reçoit une demande écrite contenant d'une manière précise, quoique sommaire, l'énoncé des points à soumettre à l'arbitrage ; il en donne un reçu et le transmet à la partie appelée en arbitrage qui doit elle-même faire connaître dans les trois jours sa réponse motivée. En un mot, le maire n'est qu'un intermédiaire et rien de plus. Il n'a pas à être bienveillant ni malveillant. Il n'a qu'à se conformer aux prescriptions de la loi pour faciliter l'arbitrage lorsqu'un conflit éclate dans sa commune. Ce rôle, personne mieux que lui ne peut le tenir. Il est l'élu de la majorité de ses concitoyens, il a leur confiance, et son action de magistrat s'étend à tous les actes de la vie civile de la commune.

En ce qui concerne le nombre des arbitres MM. Lockroy, Lecour et de Mun ne le fixent pas plus que la commission ; ils se contentent d'en laisser le soin aux parties en exigeant toutefois qu'ils soient en nombre égal pour chacune d'elles. MM. Benjamin et Camille Raspail proposent, au contraire, que le tribunal soit composé de quatre arbitres, deux nommés par les patrons et deux nommés par les ouvriers.

Tous les projets sont d'accord pour demander que le tiers arbitre chargé de statuer en cas de partage soit nommé par les arbitres eux-mêmes; la commission propose en outre que pour le cas où les arbitres ne s'entendraient pas sur le choix du tiers arbitre et mettraient ainsi fin à l'arbitrage, le fait fasse l'objet d'un procès-verbal et soit porté à la connaissance du public. Ces arbitres et le tiers arbitre doivent-ils appartenir à la profession en cause ou est-il préférable qu'ils soient étrangers à cette profession? En ce qui concerne l'arbitrage constitué pour un cas déterminé dont nous nous occupons en ce moment, tous les projets sont d'accord pour n'édicter aucune prescription formelle à cet égard. Leurs auteurs font entendre néanmoins, dans leur exposé de motifs, qu'il serait à leur avis, préférable de les choisir en dehors de la profession :

« On ne peut que souhaiter, dit M. Lockroy, que les arbitres, désignés par les patrons et par les onvriers, soient pris en dehors d'eux. Des arbitres étrangers aux parties en cause n'auraient à redouter aucune conséquence personnelle de l'exercice de leur mandat; ils entendront les dires des parties sans préoccupation extérieure à l'affaire ; ils examineront sans prévention les pièces jointes à l'appui des affirmations respectives et prononceront une sentence dont l'autorité morale ne pourra être infirmée.

« La mission d'arbitre dans de semblables conditions est trop honorable et doit rendre de trop réels services pour que les personnalités les plus en vue et les mieux considérées ne consentent à accepter gratuitement ce mandat essentiellement temporaire. »

MM. Benjamin et Camille Raspail indiquent que les arbitres devront être, de preférence, choisis dans les corps élus : sénateurs, députés, conseillers généraux. Sans avoir une préférence aussi marquée pour les hommes politiques, MM. Lecour et de Mun désirent également que les arbitres soient pris en dehors de la profession. Ils vont même plus loin, et, en ce qui concerne le tiers arbitre, ils exigent qu'il soit toujours pris en dehors de la profession. Cette question de choix du tiers arbitre a donné lieu en Angleterre à de vives controverses. Voici ce que dit sur ce point un auteur qui fait autorité de l'autre côté de la Manche, en matière d'arbitrage, M. Weeks :

« Une des grandes difficultés pratiques c'est le choix d'un tiers arbitre..... Doit-il connaître pratiquement l'industrie dans laquelle il est appelé à intervenir? Peut-il et doit-il être choisi dans une profession différente? Ce sont des questions d'expériences. Le juge Kettle qui a été tiers arbitre dans un grand nombre d'affaires et qui a obtenu de très grands succès, n'était pas industriel et ne connaissait rien aux industries métallurgiques et houillères, ce qui ne l'a pas empêché d'avoir à décider quelques-unes des plus graves questions intéressant ces industries.

« M. Thomas Hughes, M. Herschell, M. Henry Crampton et bien d'autres n'étaient pas des hommes de métier; mais, d'autre part, M. Chamberlam, M. Mundella, M. David Dale et plusieurs autres qui ont été des arbitres très heureux et très habiles sont de grands industriels.

« Les ouvriers ont eu beaucoup de peine à admettre des tiers arbitres étrangers à la profession; mais il est prouvé que c'est moins l'expérience pratique que le tact et l'intelligence qui fait le succès d'un arbitre.

« Si l'arbitre choisi a les aptitudes voulues, il acquerra vite les connaissances techniques suffisantes pour lui permettre de se prononcer en connaissance de cause. »

On voit par cette citation qu'il peut être préférable, suivant les cas, de choisir tel ou tel arbitre. La plus grande latitude pour le faire doit être laissée aux parties et c'était à ce système que s'était rallié la commission parlementaire de la dernière chambre.

Une disposition très importante que nous retrouvons à la fois dans le projet de M. Lockroy, dans celui de MM. Lecour et de Mun et dans le texte de la commission, c'est celle en vertu de laquelle les sentences des arbitres acceptées d'honneur par les patrons et par les ouvriers lieront les parties pour la durée du temps à venir déterminée dans la sentence :

« Lorsque la sentence arbitrale aura fixé les conditions de prix ou autres dans lesquelles un travail industriel devra être effectué, si, plus tard, l'exécution du même travail donne lieu à un débat, le procès-verbal d'arbitrage fera foi des termes du contrat intervenu entre patrons et ouvriers. »

Cet article prévoit une des circonstances particulières dans lesquelles l'arbitrage industriel est appelé à rendre d'utiles services. Souvent des fabricants seraient intéressés avant d'accepter des commandes importantes dans des conditions autres que celles du marché courant, à s'entendre au préalable avec leurs ouvriers pour déterminer les prix et fixer les conditions de façon de ces commandes exceptionnelles. En effet, un établissement en pleine marche, mais à court de commandes et dont les frais généraux sont lourds, aurait avantage à saisir une occasion de travailler jusqu'à la limite extrême du prix de fabrication pour ne pas arrêter et pour attendre un marché meilleur. Dans le même ordre d'idées, les ouvriers auraient tout intérêt à consentir un sacrifice temporaire plutôt que de travailler à demi-journée ou de deux jours l'un; cependant, ils aiment mieux maintenir leurs prétentions, dût leur exigence amener une réduction du personnel ouvrier.

Pour éviter un débat direct contradictoire, débat qui sert d'ailleurs trop souvent de prétexte à des récriminations réciproques, irritantes, patrons et ouvriers laissent ainsi échapper une occasion heureuse qui eut permis aux uns de franchir une passe difficile et d'assurer aux autres un travail constant. La loi en préparation donnerait aux patrons comme aux ouvriers les moyens de surmonter les difficultés qu'opposent à leurs excellentes intentions les difficultés de leurs rapports actuels.

Devant les arbitres, les situations réelles s'é-

tabliront avec netteté et la sentence arbitrale donnera à la transaction intervenue un caractère authentique dont la partie, qui serait plus tard lésée dans l'exécution du travail, pourrait bénéficier devant les tribunaux appelés à se prononcer sur la réalité du préjudice causé. C'est pour cela qu'il est stipulé que le procès-verbal d'arbitrage fera foi devant le juge de paix ou le conseil des prud'hommes, des conditions et des termes du contrat d'ouvrage intervenu entre les patrons et les ouvriers.

Examinons maintenant une partie du projet de M. Lockroy et de la commission qui a soulevé de vives controverses. C'est celle relative à l'organisation d'une publicité destinée à exercer une pression morale en faveur de l'arbitrage. Voici les articles qui y ont trait :

« En cas de refus formel ou tacite de la proposition d'arbitrage, le maire délivre aux demandeurs une attestation signée par lui, constatant le refus qui leur est opposé. Il garde la déclaration des demandeurs qu'il transcrit sur un registre spécial et, par l'intermédiaire du préfet, il en envoie copie au ministre du commerce et de l'industrie pour être publiée au *Moniteur officiel du commerce*.

« En cas de refus formel, copie intégrale des motifs allégués est jointe à l'attestation du maire, certifiée par lui, inscrite sur le même registre et une expédition en est envoyée, par l'intermédiaire du préfet, au ministre du commerce et de l'industrie.

« Dans le cas prévu par l'article précédent, le maire devra rendre publique par la voie de l'affichage, *soit simultanément, soit successivement* : 1° la proposition d'arbitrage formulée par les demandeurs avec les motifs à l'appui ; 2° le refus opposé par la partie adverse, avec les motifs à l'appui.

« En cas de réponse non motivée ou d'absence de réponse dans les délais prescrits, mention doit être faite sur l'affiche de l'absence de motifs ou de l'absence de réponse. »

MM. Lecour et de Mun repoussent absolument cette publication. Ils estiment que l'arbitrage ne doit jamais être imposé, même moralement, aux parties en cause et que si on ne le laisse pas dépendre uniquement de leur libre accord, on risque fort d'aboutir à de graves abus. Les affaires des patrons et des ouvriers ne regardent qu'eux. Appeler non seulement la commune où aura lieu le conflit, mais la France entière à s'occuper des moindres incidents de la lutte, c'est donner à ceux-ci une importance qui dépasse de beaucoup leur véritable portée.

« La pression morale exercée, ajoutent-ils, ne saurait aller au delà d'une simple mise en demeure et de quelques avis officieux, et nous repoussons la pensée d'afficher les propositions et de rendre public le refus d'accepter l'arbitrage. L'offre d'un arbitrage n'implique pas que l'on soit disposé à s'arranger, et les propositions faites et transmises pourront être tellement exorbitantes qu'il sera impossible à l'autre partie de les admettre et même d'entrer en pourparlers sur des bases évidemment déraisonnables.

« Le refus peut être un acte sage et prudent ; dans tous les cas, il constitue pour celui qui l'oppose un droit imprescriptible. On ne saurait, *ipso facto*, lui infliger une sorte de flétrissure et le désigner aux injures et peut-être aux violences d'une foule d'autant plus surexcitée que les dispositions seront moins acceptables pour l'employeur. Car le défaut manifeste de cette disposition est d'être terrible pour le patron, désigné nommément à la vindicte populaire, tandis qu'elle sera sans effet contre les ouvriers.

Les raisons invoquées par MM. Lecour et de Mun sont évidemment dignes d'attention, mais les craintes qu'ils manifestent peuvent paraître néanmoins quelque peu exagérées. L'opinion publique éclairée sur la valeur des réclamations faites donnerait évidemment tort à ceux dont les prétentions seraient inacceptables.

En Angleterre on ne craint pas d'avoir recours à l'opinion publique dans les grèves, et l'un des plus grands manufacturiers anglais, s'exprimait ainsi au congrès d'économie sociale de Bruxelles en 1876 :

« Si des conflits s'élèvent et qu'une grève éclate dans un district où le système de l'arbitrage ne fonctionne pas, la presse et le public de ce district demandent pourquoi l'on n'a rien fait pour préserver sa paix et sa prospérité.

« La force de l'opinion publique est trop grande dans les temps modernes, même envers les empereurs et les rois, pour que l'on puisse y résister ; et c'est sur l'opinion du public éclairé que je me repose pour mettre un terme aux maux qui découlent des grèves. »

Nous arrivons maintenant aux conseils permanents de conciliation et d'arbitrage proposés par MM. Lecour et de Mun et par la commission. C'est là une des parties les plus intéressantes des projets que nous examinons. En effet, si les arbitrages accidentellement appliqués à des conflits déjà nés peuvent rendre de grands services, il est surtout essentiel de prévenir ces conflits et de substituer à l'action du hasard ou de la force une autorité modératrice, toujours présente et établie sur des bases acceptées par tous.

Rendre possible en France l'œuvre si bien accomplie en Angleterre par MM. Mundella, Chamberlain et Rupert Kettle ; aplanir les difficultés de toute sorte qui ont jusqu'à présent empêché toute tentative du même genre, tel est le but vers lequel il faut tendre.

Dans cette voie nouvelle, hérissée de difficultés de tout genre, en présence de craintes bien légitimes et de suspicions difficiles à effacer, il faut agir progressivement et avec une extrême réserve.

Il ne faut pas songer à poser des règles obligatoires ; on ne peut qu'indiquer la voie.

« Nous n'avons pas eu pour but, disent MM. Lecour et de Mun dans leur exposé de motifs, de constituer légalement des conseils d'arbitrage et de conciliation, nous n'avons pas cherché à en établir suivant certaines formules que nous croyons bonnes, nous avons voulu laisser le champ libre à l'initiative individuelle et permettre des essais. »

L'arbitrage permanent diffère sur bien des points de l'arbitrage accidentel, mais il ne constitue pas une innovation absolue au point de vue juridique. Le code de commerce dans les articles 51 et suivants abrogés par la loi du 17 juillet 1856, soumettait toute contestation entre associés et pour raison de la société à des arbitres qui pouvaient être désignés par l'acte de société.

L'article 332 du code de commerce autorise encore la désignation anticipée d'arbitres en matière d'assurances maritimes. Il s'agit d'éten-

tendre cette disposition au contrat de louage d'ouvrage qui intervient entre le patron et l'ouvrier et de permettre aux parties qui le jugeront utile d'adjoindre cette clause d'arbitrage au contrat d'engagement.

La convention d'arbitrage n'a donc rien de commun avec l'obligation de droit qui rend les parties justiciables du conseil des prud'hommes. La loi n'intervient pas pour soumettre tels ou tels patrons ou ouvriers à un conseil d'arbitrage ; son but est de leur permettre d'insérer dans leur engagement l'obligation de constituer un conseil d'arbitrage.

Les conseils de conciliation et d'arbitrage auraient pour mission de prévenir et de régler les difficultés qui peuvent s'élever entre patrons et ouvriers au sujet des règlements d'ateliers, salaires, contrats de travail et d'apprentissage, de la durée du travail, des chômages, et de toutes autres questions professionnelles.

Mais, dira-t-on, ces conseils ne feront-ils pas double emploi avec les conseils de prud'hommes? N'est-il pas imprudent, sinon de détruire, tout au moins d'amoindrir une institution dont les nombreux services ne sauraient être contestés, pour la remplacer par une autre qui peut ne pas donner les avantages qu'on en attend ?

Si les conseils permanents de conciliation et d'arbitrage devaient porter atteinte à l'institution des prud'hommes, il faudrait hésiter à en encourager la création. Mais il n'en est rien heureusement. Les conseils permanents d'arbitrage diffèrent dans leurs attributions des conseils de prud'hommes en ce qu'ils ne doivent pas se borner à statuer sur des cas particuliers, sur des différends entre un ouvrier et un patron, mais en ce qu'ils peuvent intervenir dans les questions générales et statuer sur les conflits qui surgissent entre la collectivité des ouvriers et le ou les patrons.

La différence vient donc surtout de la compétence presque illimitée du conseil d'arbitrage dans les questions relatives à la fixation des salaires et généralement à toutes les conditions du travail industriel. Les sentences des arbitres, acceptées d'honneur par les patrons et par les ouvriers, n'auront pas seulement leur effet pour le passé ; elles lieront les patrons et les ouvriers pour la durée de temps à venir déterminée par la sentence.

Ces arbitres fonctionneront comme comité de conciliation et comme conseils d'arbitrage.

Dans leur exposé de motifs, MM. Lecour et de Mun, déterminent d'une façon très heureuse ce double rôle :

« Pour qu'une sentence arbitrale intervienne, il suffira de deux conditions : 1° Que la difficulté soit née ; 2° que l'arbitrage ait été demandé par les intéressés.

« Le comité de conciliation, au contraire, a pour but de prévenir, avant qu'elles ne se soient manifestées par des actes extérieurs, les difficultés qui pourraient naître entre patrons et ouvriers et d'intervenir avant tout conflit dans les questions professionnelles qui pourraient troubler leurs bons rapports.

« Ce sont deux rôles bien distincts et dont les conséquences s'aperçoivent facilement ; le comité de conciliation existe à l'état de commission de permanence ; non seulement il peut être saisi de toutes les difficultés prévues par une demande d'un des intéressés, mais il peut et doit intervenir d'office. Il a pour mission d'instruire toutes les affaires susceptibles d'être soumises à la juridiction du conseil, de favoriser l'entente entre les deux parties, de proposer les mesures propres à empêcher la naissance de nouveaux conflits.

« Il ne rend pas de sentence et si l'affaire ne peut être résolue que par une sentence arbitrale, il la transmet au conseil d'arbitrage ; il ne saurait donc être question, pour le comité de conciliation, d'une sanction quelconque ; quand il réussit à amener un accord, une transaction, il se borne à la constater dans son procès-verbal.

« Son utilité peut être considérable, et il peut et doit arriver en fait à régler plus d'affaires que le conseil d'arbitrage.

« Pour remplir son rôle il doit se réunir, non seulement toutes les fois que le président aura été saisi d'une affaire, mais régulièrement tous les mois ou tous les trois mois pour voir s'il n'y a pas lieu d'intervenir d'office. »

D'après le projet de MM. Lecour et de Mun, ces conseils peuvent être institués par n'importe quels patrons et ouvriers appartenant au même métier, à la même industrie ou à des professions similaires. Il suffit que leur accord soit constaté par un compromis rédigé par écrit et contenant certaines indications indispensables. La commission parlementaire, au contraire, n'autorise leur création que par les syndicats professionnels régulièrement constitués, conformément aux dispositions de la loi du 21 mars 1884.

Cette restriction ne nous paraît guère justifiée. Si l'institution est bonne, pourquoi en exclure tous les patrons et tous les ouvriers qui n'appartiennent pas à une association syndicale. Une pareille disposition s'explique d'autant moins qu'à l'heure actuelle les syndicats professionnels sont loin de compter parmi leurs membres la majorité des patrons et des ouvriers. L'*Annuaire des syndicats*, que vient de publier le Ministère du commerce, montre que si leur nombre s'est accru depuis quelques années, la plupart d'entre eux ne comprennent que très peu de membres et ne sont guère, dans ces conditions, qualifiés pour représenter la profession à laquelle ils appartiennent.

Pour justifier cette restriction, le rapporteur de la commission, M. Lyonnais, rappelle que les fondateurs des conseils d'arbitrage en Angleterre, notamment MM. Mundella et Crompton, ont à plusieurs reprises reconnu que le succès de ces conseils était dû en grande partie aux Trade's-Unions. Il est évident qu'il sera plus facile aux patrons et aux ouvriers réunis en associations syndicales, de fonder des conseils de conciliation et d'arbitrage ; mais, est-ce là une raison suffisante pour enlever aux autres la même faculté ? Nous ne le pensons pas et nous préférons sur ce point le système de MM. Lecour et de Mun.

Nous ne dirons qu'un mot de l'organisation et du mode de fonctionnement des conseils de conciliation et d'arbitrage. Le principe qui domine en cette matière le projet de la commission comme celui de MM. Lecour et de Mun, c'est de laisser la plus grande latitude, soit aux syndicats, soit aux patrons et ouvriers qui organiseront des conseils

de ce genre, pour déterminer comment ils seront composés, quel sera le nombre des arbitres, leur mode de nomination, la durée de leurs pouvoirs, les époques de leurs séances, etc. Tout cela pourra être fixé par le compromis à intervenir. A cette liberté pour ainsi dire absolue laissée aux parties intéressées d'organiser leurs conseils d'arbitrages comme bon leur semblera, MM. Lecour et de Mun veulent cependant apporter une restriction, c'est que, dans aucun cas, la juridiction du conseil ne pourra être étendue au-delà des limites territoriales du tribunal de commerce dans le ressort duquel le conseil est établi.

« Le motif de cette limitation, disent-ils dans leur exposé des motifs, est la nature même des conseils de conciliation et d'arbitrage, sorte de tribunal de famille constitué volontairement et reposant sur l'estime, l'accord et les intérêts communs des adhérents. L'unité d'intérêt surtout ne peut exister que dans un rayon assez restreint, car les salaires et les conditions de travail changent suivant que l'industrie ou le métier fonctionne dans le Nord de la France ou dans le Midi ; à la campagne ou dans une grande ville ; en province ou à Paris.

« Pour pouvoir jouer son rôle essentiellement conciliateur, le conseil doit fonctionner sous les yeux et au milieu des intéressés, parce que là seulement les membres qui le composent peuvent apprécier équitablement les circonstances et connaître les besoins et les exigences auxquelles il convient de donner satisfaction. »

De l'examen que nous venons de faire des divers projets sur l'arbitrage dont le parlement a été saisi au cours de la dernière législature, on peut tirer cette conclusion que tous ceux qui se sont occupés de la question, quelque divisés qu'ils puissent être sur l'organisation politique et sociale de notre pays, voient dans l'arbitrage le plus sûr moyen pour amener la pacification entre les deux facteurs de la production économique et mettre fin aux conflits violents qui viennent trop fréquemment, hélas ! porter le trouble dans le monde du travail. Les résultats obtenus dans les divers pays où on est parvenu à l'organiser et notamment en Angleterre, viennent éloquemment appuyer leur conviction à ce sujet. D'ailleurs, parmi les économistes qui ont discuté dans la presse les divers projets dont nous avons parlé, aucun n'a été jusqu'à nier l'utilité de l'arbitrage, ni les bienfaits que peut rendre une semblable institution. Quelques-uns, néanmoins, et non des moins considérables, ont contesté l'utilité d'une loi en pareille matière. Actuellement, disent-ils, rien n'empêche les patrons et les ouvriers, en cas de contestations au sujet du prix de la main-d'œuvre ou des conditions du travail, de s'en remettre à des arbitres pour la solution du différend. Pourquoi dès lors faire une loi, inutile à leur avis, si elle laisse l'arbitrage facultatif, oppressive et contraire au principe de la liberté des conventions si elle le rend obligatoire. Sans doute actuellement rien ne s'oppose a ce que l'on ait recours à l'arbitrage, et, pourtant on ne le pratique pas. C'est qu'en cette matière où l'on se heurte, ainsi que nous l'avons montré plus haut, à tant de préjugés, de suspicions, de défiances, l'initiative privée a besoin d'être aidée, excitée. Si l'on indique à l'une ou l'autre des parties le moyen de proposer un arbitrage à la partie adverse, celle-ci réfléchira avant de prendre la responsabilité de la lutte violente, et si l'arbitrage qu'on lui offre lui paraît présenter des garanties suffisantes d'impartialité, le plus souvent elle préférera l'accepter.

Sans doute ce serait une illusion de croire que, lorsque la loi aura organisé l'arbitrage, les grèves disparaîtront comme par enchantement. Mais il est incontestable qu'une loi semblable aura une influence heureuse sur les rapports du capital et du travail et tous ceux que préoccupent notre prospérité économique et l'apaisement social doivent l'appeler de tous leurs vœux. — L. B.

○ **ARBORICULTURE.** Partie de l'agriculture qui concerne la culture des arbres. Elle est fondée sur le principe de la physiologie végétale ; elle traite des soins généraux applicables au développement de toute espèce d'arbres et ceux qu'exige leur multiplication naturelle ou artificielle. L'arboriculture comprend cinq grandes classes : l'*arboriculture forestière* ou *sylviculture*, l'*arboriculture d'ornement* ou d'*agrément*, l'*arboriculture fruitière*, les *vignes*, les *arbres* et *arbrisseaux fourragers*.

Cette science s'écarte du programme de cet ouvrage, mais nous avons donné cependant les applications industrielles du bois, au cours du *Dictionnaire*. Nous n'avons pas à étudier les différentes espèces de bois utiles ; nous ferons simplement remarquer que chaque espèce, ayant des propriétés particulières, a des destinations spéciales ; tel bois est employé pour la construction, tel autre pour l'ébénisterie et la menuiserie, etc. (V. *Dictionnaire*, Bois) et les différents noms de bois employés dans l'industrie et la construction.

L'arboriculture d'agrément a fait de très grands progrès que nous devons mentionner ; les arbres servent non seulement à orner nos promenades et nos jardins, mais encore à assainir l'atmosphère. Au début de ce siècle, on ne voyait des arbres à Paris, que sur les quais ; aujourd'hui, on compte plus de cinq cent mille sujets sur nos boulevards, nos avenues et dans nos squares. Les essences les plus nombreuses et les plus employées sont le platane, l'acacia, l'orme, le marronnier.

○* **ARBORISATION.** *T. de chim.* Les cristaux de diverses substances salines ou métalliques présentent quelquefois l'aspect de petites plantes, d'arbres en miniature ; de là leur nom. Les arborisations les plus anciennement connues, sinon les plus remarquables, sont les suivantes : 1° *arbre de Saturne* (le plomb était dédié à Saturne) : sa production résulte de la propriété que possède le zinc de précipiter le *plomb* de ses dissolutions salines. Pour l'obtenir, on remplit un flacon d'une dissolution neutre d'acétate de plomb (1 partie de sel et 30 parties d'eau). On y introduit une lame de zinc (fixée au bouchon) qui supporte plusieurs fils de laiton roulés en hélice. On voit bientôt les fils se couvrir de végétations cristallines brillantes de plomb métallique. Pour éviter la précipitation d'un sous-sel insoluble, on ajoute à la liqueur une petite quantité d'acide acétique.

2° *Arbre de Diane* : on l'obtient en versant sur du mercure une dissolution étendue d'azotate d'argent. Ce sel se décompose graduellement ; l'argent séparé s'unit au mercure avec lequel il forme un amalgame régulièrement cristallisé, qui, au bout d'un jour ou deux, s'étend jusqu'à la surface du liquide aqueux. 3° *Arbre de Mars.* Si on laisse tomber un cristal de sulfate de fer dans la *liqueur des cailloux* (mélange de silicate et de carbonate de potasse), on voit partir de ce cristal des arborisations qui montent à travers le liquide. Ce composé est représenté par la formule : (KO, CO^2), $(FeO)^6, SiO^3$. On aurait l'*Arbre de Vénus*, en jetant un cristal de chlorure de cuivre dans une dissolution de silicate de potasse. 4° *Arbre de Jupiter* : on le produit en précipitant, par le zinc, l'étain d'une de ses dissolutions ; il en résulte de brillantes arborisations d'étain pur.

M. Kuhlmann a obtenu de belles cristallisations arborescentes en mêlant de la gomme aux dissolutions salines. On peut citer notamment celles qu'on obtient avec le sulfate de fer, le chlorure de baryum, l'acétate de plomb, la mannite, etc.

Arborisation par voie électrique, 1° Lorsqu'on fait arriver, par deux électrodes en platine un courant électrique dans une dissolution d'acétate de plomb ou d'azotate d'argent, etc., on obtient entre les fils polaires, des cristaux brillants, de plomb, d'argent (partant du pôle négatif) en forme d'arborisations. La projection du phénomène, au moyen de la lumière électrique, est d'un effet très curieux à voir. 2° Sur une lame de verre horizontale on verse une mince couche d'azotate d'argent et l'on y dispose, à une certaine distance l'une de l'autre, deux petites rondelles de platine qu'on fait communiquer avec les pôles d'une faible pile électrique. On voit bientôt se former au pôle négatif des arborisations brillantes d'argent. 3° On peut même opérer sans le secours direct d'un courant électrique, en remplaçant les rondelles en platine par des rondelles de zinc ; on obtient des arborisations analogues aux précédentes. L'effet est dû néanmoins à l'électricité, car les métaux, zinc et argent dans le liquide forment un véritable élément voltaïque. 4° On peut produire par le même moyen des arborisations de plomb, de cuivre, etc., avec des dissolutions de ces métaux. 5° On réalise des *arborisations instantanées* en semant de la limaille de zinc sur une mince couche d'azotate d'argent, de sulfate de cuivre. etc. Ces arborisations observées au microscope au moment de leur formation, présentent un réel intérêt.

Arborisations naturelles. Les *arborisations naturelles* de sulfure de fer sont très répandues ; on en trouve de très belles dans les carrières d'ardoises. Des arborisations de diverses natures se rencontrent sur les pierres calcaires, les silex, les agates, etc.

La glace forme en hiver, sur les vitres de nos croisées, des arborisations parfois très jolies.

La vapeur d'eau atmosphérique se dépose en arborisations sur les corps poreux (papier spongieux, amadou, charbon de bois) imbibés de sulfure de carbone, qui en s'évaporant, produit un froid assez intense, même en plein soleil pour congeler l'humidité qui existe toujours dans l'air en quantité plus ou moins grande. En ajoutant de l'iode, du brome, du soufre au sulfure de carbone, on obtient des arborisations colorées en violet, en rouge, en jaune. Beaucoup de liquides, autres que le sulfure de carbone sont capables de produire des arborisations de givre atmosphérique, notamment les éthers, le chlorure de cyanogène et en général les liquides volatiles dont le point d'ébullition ne dépasse pas 50° (Expér. de M. C. Decharme). — C. D.

ARCHITECTE. Il n'est guère de profession qui exige un ensemble de connaissances et de qualités aussi variées que celle de l'architecte. Il doit être tout à la fois artiste, homme de science et jurisconsulte. Vitruve a énuméré, dans son *Traité d'architecture*, toutes les connaissances que doit posséder l'architecte vraiment digne de ce nom ; c'est une véritable revue encyclopédique du savoir humain à l'époque de l'écrivain latin. Que l'on veuille bien considérer le progrès accompli depuis bientôt deux mille ans, ainsi que la nécessité dans laquelle se trouve l'architecte de se tenir au courant de tout ce qui approche son art de près ou de loin, et l'on reconnaîtra que l'exercice consciencieux d'une pareille profession n'est pas précisément une sinécure.

L'architecte, en effet, doit avoir des notions théoriques de tous les arts (peinture, sculpture, céramique. etc.), et de toutes les sciences (physique, chimie, géométrie, mécanique, hygiène, etc.), qui ont un rapport quelconque avec l'architecture. Historien et archéologue, il doit l'être ; n'est-ce pas l'histoire des peuples, de leurs usages et de leurs croyances qui peut lui faire comprendre les raisons d'être des divers styles qui se sont succédé depuis l'origine des sociétés? l'étude approfondie de ces styles lui est encore indispensable. A tout cela, il lui faut joindre l'habileté dans le dessin, le goût, le jugement et le génie de son art. Enfin, il doit connaître à fond les lois et règlements qui concernent la pratique de son art, et l'on sait combien ces prescriptions sont nombreuses.

Plus que toute autre profession aussi, celle de l'architecte engage la responsabilité de celui qui l'exerce. Il doit payer de sa fortune, et souvent même de sa liberté, les dommages qui peuvent résulter de sa négligence ou de son incapacité. Ces grands et nombreux devoirs imposés à l'architecte ne devraient pas peu contribuer à relever la dignité de sa profession, dignité trop généralement méconnue par le public, et il faut bien l'avouer aussi, insuffisamment sentie par un certain nombre de ceux qui prennent ce titre.

Au point de vue pratique, le rôle de l'architecte est le suivant : Dans le cas ordinaire, il fait exécuter des travaux par un ou plusieurs entrepreneurs, d'après des plans et devis qu'il fournit lui-même ; il en surveille l'exécution, et vérifie les mémoires. Architecte et entrepreneur sont responsables envers le propriétaire, chacun dans

une mesure spéciale imposée par la loi. Plusieurs cas peuvent même se présenter, suivant lesquels cette responsabilité varie : l'architecte peut fournir les plans et devis et ne pas surveiller l'exécution; il peut vérifier seulement les mémoires, etc... A chacun de ces cas particuliers correspondent des dispositions légales sur lesquelles nous n'avons pas à nous étendre ici. Nous en avons dit assez pour faire entrevoir la complexité du rôle de l'architecte, à ne l'envisager même qu'au point de vue pratique et légal. — F. M.

ARCHITECTURE. On considère avec raison l'architecture comme le premier des trois arts du dessin, comme celui qui a engendré les deux autres : la sculpture et la peinture. Dans les monuments les plus anciens on trouve, en effet, des traces de peinture, de sculpture et même d'écriture.

Deux genres de constructions bien distinctes caractérisent l'architecture des époques primitives : les unes utilitaires, formant la demeure de l'homme et de sa famille ; les autres symboliques, ne portant aucun caractère sensible d'utilité, ayant seulement une signification mystérieuse, emblème de la pensée obscure de tout un peuple. Cette dernière catégorie d'édifices, les seuls dignes de la qualification de *monuments*, ce sont les temples.

On peut dire qu'à l'origine des sociétés, le temple est une image symbolique de la création, une sorte de résumé de la nature entière. Des images d'êtres choisis dans le monde réel ou imaginaire sont gravées sur les murs ; des plantes, épanouies ou fermées, des figures d'hommes ou d'animaux forment les chapiteaux des colonnes ; le bas-relief apparaît enfin figurant l'homme lui-même, dont l'image ne se détache pas de l'édifice, mais fait corps avec lui.

Dans ces monuments, la lumière ne pénètre que par le haut ou par des vides peu nombreux et à dimensions étroites ; les pleins y sont couverts de peintures à nuances diverses, mais d'une forte intensité et rappelant les effets variés que la nature offre à nos regards.

C'est ainsi que chacun de ces deux arts, la peinture et la sculpture, n'est que le développement immédiat de l'architecture, qui les a précédés et *contenus dès l'origine*.

Mais cette raison n'est pas la seule qui donne le premier rang à l'architecture parmi les arts du dessin. Elle est incontestablement supérieure à la sculpture et à la peinture en ce qu'elle n'a pas l'imitation directe pour moyen, qu'elle ne trouve point dans la nature les modèles de ses formes, et que, soumise assurément, plus que tout autre art, aux lois de la matière, elle est cependant celui qui demande le plus à l'esprit et qui comporte peut-être le plus d'idéal. Ce ne sont pas les formes des choses créées que l'architecture imite, mais l'esprit que ces choses recèlent, les procédés qu'elles manifestent. Si l'architecture appelle à son aide la sculpture et la peinture, c'est-à-dire l'ornementation, ce n'est que comme un accessoire placé à la surface, se moulant sur le fond, pour en accentuer l'expression.

Qu'ils soient peints ou sculptés, les ornements ne sont donc pas indispensables à l'architecture, susceptible par elle-même de produire de grands effets sans leur secours ; on ne peut nier toutefois qu'ils ne concourent puissamment au caractère et à la beauté d'un édifice, et ce concours sera d'autant plus efficace que les qualités de convenance, d'ordre, de simplicité et d'harmonie qui auront présidé à la distribution et aux proportions de l'ensemble se manifesteront également dans la disposition, dans la nature et dans les dimensions des ornements.

En un mot, la décoration doit aussi bien accuser les formes principales qui tiennent à la destination ou au système de construction, que spécialiser l'idée que les conditions spéciales de l'édifice auront exprimée d'une manière générale.

Envisagées de cette façon, la sculpture et la peinture sont assurément de puissants auxiliaires pour l'architecture, mais à la condition qu'elles soient employées avec ménagement et reliées au fond sans y empiéter. Et, d'ailleurs, c'est dans leur association avec l'architecture, dont ils sont issus, que ces deux arts trouvent leur expression la plus élevée. Pour atteindre à ce but, il faut à la sculpture monumentale les grandes lignes, la sobriété dans le jeu des ombres et le calme dans les mouvements; à la peinture, une tonalité contenue, qui ne trouble ni l'harmonie de l'édifice ni le recueillement de la pensée, qui ne troue pas les murs, et qui ne feigne pas des vides là où l'architecte a voulu des pleins. — F. M.

ARDOISE (V. *Dictionnaire*). Nous n'avons pas à revenir sur les ardoises et les ardoisières qui n'offrent aucune nouvelle particularité intéressante ; nous nous bornerons à indiquer un produit nouveau, auquel on a donné improprement le nom d'*ardoise*.

* * **Ardoises métalliques.** Les frais d'entretien de la couverture en ardoises naturelles ont eu pour conséquence, depuis un certain nombre d'années, l'emploi d'ardoises artificielles en métal (zinc ou tôle galvanisée).

Nous avons remarqué, notamment, à l'Exposition universelle de 1889, les *ardoises de zinc* de la Société de la Vieille-Montagne. Ces ardoises, qui sont des feuilles de zinc découpées en carré, ont habituellement les dimensions et la forme des ardoises ordinaires le plus généralement employées. Maintenues par de fortes pattes en zinc sur les voliges, elles sont, en outre, agrafées entre elles. Elles sont pourvues, à leur extrémité supérieure, d'une pièce de zinc dite *obturateur*, qui s'oppose au passage de l'eau ou de la neige, et assure ainsi l'étanchéité. Ce système de couverture a été largement employé à l'Exposition universelle de 1889.

La Société de la Vieille-Montagne livre encore au commerce des ardoises de forme *losange* qui peuvent convenir dans certains cas.

Parmi les ardoises en tôle galvanisée, nous citerons celles de la Société des Forges de Montataire, convenant à la couverture des gares de chemin de fer, halles à marchandises, remises,

hangars, etc., se posant sur une charpente légère et n'exigeant pas d'entretien. Elles sont moins coûteuses que la couverture en feuilles de zinc (4 fr. 50 environ le mètre carré).

Nous ne préconiserons pas l'emploi de ces diverses ardoises métalliques pour les maisons d'habitation et, en général, pour les toitures sur lesquelles on a fréquemment à circuler. Leur mode de pose sur des voliges largement espacées, rend cette circulation dangereuse. De plus, les raccords au droit des divers *accidents* de la couverture (châssis, souches de cheminées, etc.), sont d'une exécution plus difficile et par suite plus coûteuse. — F. M.

• **ARÉOMÈTRE ÉLECTRIQUE.** Cet appareil se compose d'un aréomètre métallique, ou encore d'un aréomètre en verre, lesté par du fer et plongé dans une éprouvette sur laquelle on a enroulé un certain nombre de tours de fil. L'éprouvette constitue ainsi une bobine magnétisante, ou un solénoïde ; lorsque le fil enroulé sur la bobine est parcouru par un courant électrique, une masse de fer doux libre de se mouvoir à l'intérieur de la bobine, tend à se placer au centre, et la force agissante, tout en n'étant pas proportionnelle à l'intensité du courant, croît cependant avec elle. On conçoit qu'on peut arriver à tracer une graduation sur l'échelle de l'aréomètre, ou encore on peut enrouler le fil de telle façon sur la bobine, que l'aréomètre s'enfonce d'une quantité proportionnelle à l'intensité du courant. L'inconvénient de ces appareils consiste en ce que le fer, même très doux, possède toujours un certain magnétisme rémanent ; on a avantage à diminuer autant que possible la quantité de fer de l'instrument.

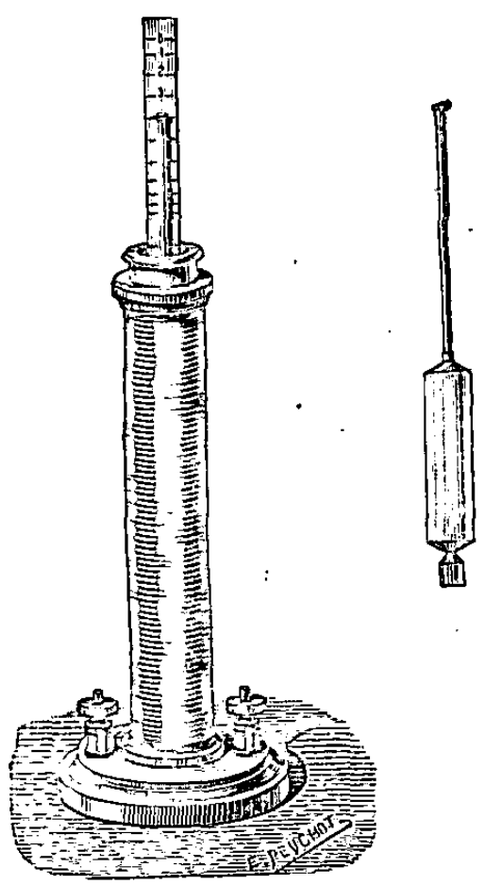


Fig. 117 et 118.

Les figures 117 et 118 montrent le dispositif adopté par M. de Lalande.

I. **ARGENT.** *T. de chim.* **Argent pur.** Pour l'obtenir on commence toujours par préparer du chlorure pur de la façon suivante : on attaque l'argent du commerce par l'acide nitrique pur, on laisse déposer ; on décante la liqueur claire et on précipite l'argent à l'état de chlorure par l'acide chlorhydrique pur. La liqueur est portée à l'ébullition avec le précipité qu'elle tient en suspension ; celui-ci se rassemble et se dépose ensuite facilement, on le lave par décantation avec de l'acide chlorhydrique étendu et chaud à plusieurs reprises, puis avec de l'eau distillée bouillante, enfin on le sèche.

Le chlorure pur peut être réduit à l'état d'argent métallique de différentes façons :

1° On le mélange avec la moitié de son poids de carbonate de soude sec et 1/6 à 1/10 de nitre et on broie le tout dans un mortier en porcelaine.

D'autre part on fait rougir un creuset en porcelaine placé dans un creuset en terre, l'espace annulaire étant rempli de sable et recouvert d'une couche de borax anhydre. On projette dans ce creuset par petites portions le mélange ci-dessus ; la déflagration est assez vive puis la masse entre en fusion tranquillement. On maintient la température quelque temps pour que les globules d'argent puissent se rassembler facilement, puis on coule dans l'eau en grenaillant ou dans une lingotière.

2° On fond le chlorure d'argent avec 5 parties de chaux vive récemment préparée.

3° On fond un mélange de :

100 parties de chlorure d'argent ;

70 parties de craie ;

4 parties de charbon de bois en poudre.

Dans ce cas l'argent peut retenir des traces de carbone ou de silice, impuretés peu importantes dans bien des cas.

4° On réduit le chlorure d'argent par le zinc pur et l'eau aiguisée d'acide sulfurique. L'argent se sépare sous forme d'alliage volumineux qu'on lave à froid avec de l'acide sulfurique étendu. Tout le zinc est redissous et l'argent pur reste à l'état d'une poudre grise qn'on lave avec soin. Il ne reste plus qu'à le sécher ou le fondre avec du borax.

Tous ces procédés sont bons non seulement pour préparer l'argent pur et par suite les sels purs de ce métal, mais ils peuvent être employés également pour traiter les résidus d'argent des laboratoires ou des ateliers de photographie.

L'argent, métal monoatomique comme les métaux alcalins, forme avec l'oxygène trois oxydes, Ag^4O, Ag^2O et Ag^2O^2.

Le protoxyde Ag^2O, le seul dont nous nous occuperons ici, constitue une poudre noire, à peine soluble dans l'eau. C'est une base puissante saturant complètement les acides et fixant même l'acide carbonique de l'air. Il se décompose facilement par la calcination et cède tout ou partie de son oxygène aux corps oxydables. Aussi est-il très employé comme agent d'oxydation dans les recherches chimiques.

On le prépare :

1° par la calcination du carbonate à 200° ;

2° par décomposition du nitrate au moyen d'un léger excès d'eau de baryte ;

3° en faisant bouillir le chlorure avec une lessive de potasse à 30° Baumé.

Sels d'argent. *Chlorure* AgCl. On l'obtient en traitant par l'acide chlorhydrique une solution quelconque d'argent, sauf l'hyposulfite.

Le précipité blanc caséeux qui se forme est très soluble dans l'ammoniaque et insoluble dans l'acide nitrique. Il noircit promptement à la lumière sur-

tout s'il est humide. Il fond assez facilement en un liquide jaunâtre qui se prend par refroidissement en une masse jaunâtre ayant l'aspect de la corne. C'est la lune cornée des alchimistes. Il est presque insoluble dans les acides chlorhydrique et bromhydrique.

L'acide iodhydrique le décompose. En revanche il est soluble dans les solutions des chlorures alcalins et alcalino-terreux avec lesquels il forme des sels doubles.

L'action de la lumière sur le chlorure d'argent est la base de la photographie. Aujourd'hui on emploie de préférence le bromure dont nous allons dire quelques mots.

Bromure d'argent Ag Br. Précipité blanc ou blanc jaunâtre que l'on obtient en traitant une solution de nitrate d'argent par l'acide bromhydrique ou un bromure alcalin. Inaltérable dans l'obscurité, il devient rapidement gris, puis noir à la lumière. Peu soluble dans l'ammoniaque et les sels ammoniacaux, il se dissout dans les bromures alcalins avec lesquels il forme des sels doubles correspondants aux chlorures.

Le bromure d'argent joue un grand rôle en photographie. La fabrication des glaces et pellicules au gelatino-bromure d'argent en consomme une grande quantité. Quoique le principe de la fabrication soit fort simple, l'obtention du bromure d'argent, capable de donner de bonnes émulsions pour la photographie, présente certaines difficultés et les fabricants de glaces ou de pellicules ont presque tous des tours de main qu'ils tiennent absolument secrets.

Iodure d'argent Ag I. Il se prépare comme le bromure et présente la même apparence. C'est un précipité jaunâtre presque insoluble dans l'ammoniaque, et beaucoup moins sensible que le bromure à la lumière.

Azotate ou *nitrate d'argent.* — V. *Dictionnaire,* ARGENT.

Azotate d'argent ammoniacal. La solution de ce sel est souvent employée comme réactif; on la prépare en sursaturant par l'ammoniaque, une solution de nitrate d'argent. L'azotate d'argent ammoniacal, forme des cristaux prismatiques allongés, noircissant à la lumière, stables encore à 100°. Leur composition est $AgAzO^3$, $2AzH^3$. On les prépare de la façon suivante : dans une capsule de porcelaine refroidie extérieurement par un courant d'eau froide, on dispose des cristaux de nitrate d'argent et environ la moitié de leur poids d'ammoniaque liquide; puis on fait passer dans le mélange un courant de gaz ammoniac. Le liquide s'échauffe beaucoup et le sel se dissout rapidement. On continue le courant du gaz ammoniac jusqu'à refus. Par refroidissement on obtient une abondante cristallisation de nitrate d'argent ammoniacal. Cette préparation doit se faire dans l'obscurité.

Azotite d'argent. Quelquefois employé dans les recherches chimiques, il se prépare par double décomposition entre le nitrate d'argent et l'azotite de soude.

CARACTÈRES DES SELS D'ARGENT. Les sels d'argent sont incolores, vénéneux, d'une saveur métallique désagréable. Ils se réduisent et noircissent à la lumière. La chaleur les décompose presque tous facilement; l'argent qu'ils contiennent est précipité par la plupart des métaux : zinc, fer, aluminium, cuivre, etc., par les acides formique, phosphoreux et hypophosphoreux, l'acétate de protoxyde de fer, le protochlorure d'étain, le tartrate d'ammoniaque, les huiles essentielles, les aldéhydes, etc.

Les sels d'argent se comportent avec les principaux réactifs de la façon suivante :

Acide chlorhydrique. Excepté dans les solutions d'hyposulfite, précipité blanc caillebotté très soluble dans l'ammoniaque, insoluble dans l'acide nitrique ; à la lumière devient d'abord violet, puis noir.

Bromure de potassium. Précipité blanc ou blanc jaunâtre, insoluble dans les acides, soluble dans l'ammoniaque concentrée.

Iodure de potassium. Même précipité, insoluble dans les acides, presqu'insoluble dans l'ammoniaque.

Hydrogène sulfuré. Précipité noir de sulfure, soluble dans l'acide nitrique bouillant.

Sulfhydrate d'ammoniaque. Précipité noir, insoluble dans un excès de réactif.

Potasse de soude. Précipité brun clair d'oxyde, soluble dans l'ammoniaque.

Ammoniaque. En très petite quantité, précipité brun, soluble dans le réactif.

Carbonate de potasse de soude. Précipité blanc de carbonate jaunissant assez vite, insoluble dans un excès de réactif, soluble dans l'ammoniaque.

Carbonate d'ammoniaque. Précipité blanc, soluble dans un excès de réactif.

Carbonate de baryte. Pas de précipité.

Cyanure de potassium. Précipité blanc caséeux de cyanure, insoluble dans les acides étendus, très soluble dans les cyanures alcalins.

Phosphate de soude. Précipité jaune de phosphate, tribasique dans solution neutre : la liqueur devient acide.

Pyrophosphate de soude. Précipité blanc.

Ferrocyanure de potassium. Précipité blanc.

Ferricyanure. Précipité brun rouge.

Chromate de potasse. Précipité rouge dans des solutions neutres pas trop étendues, soluble dans l'ammoniaque et l'acide nitrique.

Au chalumeau. Avec la soude, les sels d'argent donnent facilement un globule d'argent métallique.

DOSAGE DE L'ARGENT. Le dosage de l'argent dans ses alliages usuels est traité à l'article ESSAI du *Dictionnaire.*

Dans l'analyse chimique, l'argent est presque toujours dosé et pesé à l'état de chlorure à la condition que la liqueur soit exempte de plomb, de mercure et d'étain. La précipitation de l'argent, par l'hydrogène sulfuré et l'insolubilité du sulfure précipité dans le sulfhydrate d'ammoniaque, permettent également de séparer l'argent d'un grand nombre de métaux. — A. D.

II. • **ARGENT.** La production de l'argent et son abondance plus ou moins grande relativement à

l'or, peuvent avoir une influence sérieuse sur la circulation monétaire internationale. On sait, en effet, que pour les monnaies la valeur respective de l'or et de l'argent a été fixée à la proportion de 1 à 15,50, c'est à dire qu'un kilogramme d'or est considéré comme valant 15 k. 500 d'argent. Au moment où ce rapport a été adopté il représentait à peu près exactement la valeur respective des deux métaux. Il y a, on le comprendra facilement, un grand intérêt à ce que les prix cotés sur le marché ne s'écartent pas sensiblement de ce rapport arbitraire fixé pour les monnaies. Il en fut ainsi jusqu'en 1876, époque à laquelle s'arrêtent les renseignements statistiques donnés par le *Dictionnaire* dans sa première édition ; mais, depuis lors, la situation s'est considérablement modifiée : la production de l'argent s'est accrue dans des proportions absolument imprévues alors que celle de l'or tendait plutôt à décroître, et l'écart entre la valeur marchande des deux métaux grandit de plus en plus.

Voici d'ailleurs, d'après le docteur Soetbeer, quelle a été la production totale de l'or et de l'argent depuis 1851 jusqu'à 1888 exclusivement :

Années	Or	Argent	Production totale
	kilogr.	kilogr.	kilogr.
1851 à 1860 p. an	200.569	895.552	1.096.121
1861 à 1865 —	185.057	1.101.150	1.286.207
1866 à 1870 —	195.026	1.339.085	1.534.111
1871 à 1875 —	173.904	1.969.425	2.143.329
1876 à 1880 —	172.414	2.450.252	2.622.666
1881 à 1885 —	149.141	2.861.709	3.010.850
1886	161.450	3.238.000	3.399.450
1887	160.000	3.414.000	3.574.000
1888	160.000	3.637.000	3.797.000

Cette augmentation de la production de l'argent est surtout sensible pour les Etats-Unis ou elle s'est élevée à 1,137,479 kilogrammes en 1885 alors qu'en 1851 elle n'était que de 7,250 kilogrammes ; pour le Mexique, où elle passe de 456,950 kilogrammes à 753,600 kilogrammes. Quant au Pérou, à la Bolivie et au Chili leur production a doublé (430,000 kilogrammes au lieu de 204,500). Notons également en Europe les mines d'argent de l'Allemagne dont le rendement s'est élevé à 232,600 kilogrammes en 1885 au lieu de 55,200 en 1851.

La conséquence naturelle de cet accroissement de la production de l'argent a été la baisse de prix de ce métal et la diminution de sa valeur relativement à l'or. Pour s'en rendre compte, il suffit d'indiquer quel a été le prix moyen de l'argent chaque année sur le marché de Londres de 1876 à 1888. De 1871 à 1875 le prix moyen avait été de 59 pences pour un once Standard, soit environ 210 francs le kilogramme. Dès 1876 une baisse considérable se produit et depuis lors elle n'a fait que s'accentuer.

Prix moyen de l'argent à Londres et relation de ce prix avec la valeur de l'or (V. le tableau de la colonne suivante).

Donc depuis 1876 la baisse de l'argent suit une progression constante, et l'écart entre la valeur de ce métal et celle de l'or augmente de plus en plus.

Années	Prix du kil. d'argent	Relation avec l'or	Années	Prix du kil. d'argent	Relation avec l'or
	fr.			fr.	
1871 à 1875	210	15.98	1882	178	18.27
1876	183	17.88	1883	176	18.65
1877	189	17.20	1884	176	18.63
1878	183	17 94	1885	169	19.39
1879	177	18.40	1886	158	20.78
1880	182	18.05	1887	155	21.13
1881	179	18.24	1888	150	21.94

Nous avons indiqué, en quelques mots, les conséquences que peut avoir au point de vue monéraire et au point de voie économique cette dépréciation de l'argent. Faut-il l'attribuer exclusivement à l'augmentation de la production de l'argent? L'enquête ouverte par le gouvernement anglais à ce sujet en 1887 a démontré qu'elle avait encore d'autres causes, notamment les mesures prises relativement à la suppression du monnayage de l'argent par l'union latine. L'étude de cette question exigerait des développements que nous ne pouvons lui donner ici et ne rentre pas d'ailleurs dans le cadre du *Dictionnaire*. — L. B.

* **ARGENTINE** (République). De toutes les nations hispano-latines de l'Amérique du Sud, la République Argentine est incontestablement celle qui paraît appelée au plus brillant avenir. Ce pays, naguère encore presque désert, a donné depuis dix ans l'exemple d'un développement prodigieux et presque unique dans l'histoire; il est en train de conquérir une place importante dans le commerce du monde. Les progrès rapides qu'il a réalisés, les conséquences qu'ils peuvent avoir méritent d'autant plus notre attention que la République Argentine constitue aujourd'hui, pour notre commerce d'exportation, un important et précieux débouché.

Située entre le 22° et le 56° degré de latitude sud et entre le 58° et le 72° degré de longitude à l'ouest de Paris, la République Argentine a, en comprenant la Patagonie, une superficie d'environ 4,000,000 de kilomètres carrés. Elle est, on le voit, huit fois grande comme la France.

A l'exception de la Cordillière des Andes qui sépare le pays de la côte occidentale de l'Amérique et qui court du nord au sud parallèlement à la mer à une distance moyenne de vingt lieues, le territoire de la République Argentine présente l'aspect d'une plaine immense avec quelques ondulations de terrain et une inclinaison constante mais insensible vers la mer. Toutefois quelques ramifications des Andes pénètrent sur le territoire argentin, notamment la Sierra de Cordoba.

D'une grande fertilité dans presque toute son étendue, le territoire argentin est arrosé de nombreux cours d'eau, la plupart navigables jusqu'à une grande distance dans les terres. Deux fleuves immenses, le Parana et l'Uruguay, traversent toute sa partie orientale; réunis, ils forment le rio de la Plata. Il convient de citer également dans la région du sud le rio Salado, le Colorado, le rio Negro, le rio Chuegrun, le rio Chubut, etc.

Ce pays était donc en excellente situation pour arriver rapidement à une grande production agricole, malheureusement pendant longtemps ses incommensurables ressources restèrent presque complètement inexploitées. Sa population très clairsemée ne pouvait en mettre en valeur qu'une infime partie et d'autre part les guerres civiles qui l'ont désolé pendant la première moitié de ce

siècle après qu'il eut secoué le joug de la domination espagnole, ne lui laissaient ni la tranquillité, ni la sécurité suffisante pour permettre à ses habitants de penser au lendemain et pour y attirer l'immigration européenne qui, pendant longtemps, se porta de préférence vers les Etats-Unis et l'Australie.

Aussi les progrès furent-ils très lents jusque vers 1880, époque depuis laquelle la République Argentine jouit de la paix intérieure et extérieure, et le 1er mai 1886, le président Julio A. Roca constatait ce fait si rare et si précieux pour le pays et, envisageant l'avenir, il en augurait les plus belles destinées. Cet espoir, les faits qui se sont passés depuis dix ans le justifient pleinement, et sans contester la possibilité de crises, de temps d'arrêt plus



Fig. 119. — *Carte de la République Argentine.*

ou moins longs, tout fait prévoir pour ce pays un développement rapide et considérable.

La République Argentine est un état fédératif dont la Constitution est presque calquée sur celle des Etats-Unis. Buenos-Ayres, sa capitale, est à la République Argentine ce que Washington est aux Etats-Unis, avec cette différence toutefois que Buenos-Ayres est en même temps le centre d'affaires le plus important, non seulement de la République, mais de toute l'Amérique du Sud. Les provinces dont l'union constitue la République Argentine sont au nombre de quatorze et forment autant d'Etats jouissant d'une large autonomie. Le pouvoir législatif est exercé dans chacune d'elles par une assemblée nommée directement par le peuple et désignant à son tour un gouverneur qui est chef du pouvoir exécutif.

Au point de vue du développement économique, elles peuvent être divisées en plusieurs groupes suivant que l'œuvre de colonisation et de mise en valeur des richesses naturelles qu'elles possèdent est plus ou moins avancée.

En première ligne, il faut placer les provinces de Buenos-Ayres, de Santa Fé et d'Entre-Rios, qui par la situation privilégiée qu'elles occupent sur les rives du

rio de la Plata, de l'Uruguay et du Parana se trouvent en communication directe avec l'Europe et ont été les premières à en recevoir les émigrants, les capitaux et l'outillage nécessaires à leur développement. C'est dans leurs ports que viennent converger tous les chemins de fer. Viennent ensuite la province de Cordoba, à l'ouest de celle de Santa Fé, vaste, généralement fertile et traversée par les grandes lignes de chemins de fer; celle de Tucuman, au nord-ouest, de peu d'étendue, mais riche par la culture de la canne à sucre et possédant une population relativement dense.

Dans le troisième groupe on peut ranger les provinces susceptibles d'un grand développement, soit à cause de leur grande étendue, soit par leur position. La première parmi celles-ci est la province de Corrientes, située au nord d'Entre-Rios et comme enveloppée par le Parana et l'Uruguay, puis vient celle de Mendoza, sur la frontière ouest, séparée du Chili par les Andes et sur la route du chemin de fer transandin, qui va relier Valparaiso à Buenos-Ayres ; province vaste, arrosée par de nombreux ruisseaux qui descendent des Andes, elle engraisse dans ses pâturages les bœufs destinés au Chili.

Les sept autres provinces ne sont encore qu'au début de leur développement économique. Ce sont Salta et Jujuy à l'extrême nord-ouest, dans les Andes ; San Juan, Rioja, Catamarca, le long des Andes; San Luis et enfin Santiago del Estero, au nord de Cordoba et de Santa Fé, grande province moins fertile que ses voisines, mais qui pourra améliorer son sol par des irrigations.

La République Argentine comprend en outre neuf territoires administrés par un gouverneur nommé directement par le pouvoir exécutif national. Dès que la population d'un territoire atteint le chiffre de 30,000 habitants, il a le droit de réclamer sa législature et devient province.

La population de la République Argentine atteint actuellement 4,000,000 d'habitants. C'est peu encore pour un aussi vaste territoire, mais, il ne faut pas oublier qu'au commencement de ce siècle, elle dépassait à peine 400,000 habitants. La progression, lente jusqu'en 1869, est devenue depuis lors beaucoup plus rapide. Voici, à cet égard, quelques chiffres :

1809 . . .	400.000 habit.	1849 . .	935.000 habit.
1819 . . .	525.000 —	1869 . .	1.736.000 —
1829 . . .	634.000 —	1884 . .	3.137.000 —
1839 . . .	763.000 —	1888 . .	3.807.000 —

Cette population est répartie très inégalement dans les diverses provinces de la République Argentine. La plus peuplée est celle de Buenos-Ayres qui avait en 1888 765,000 habitants et deux grandes villes : Buenos-Ayres avec 472.300 habitants et La Plata avec 50,800 habitants.

L'augmentation rapide de la population de la République Argentine est due surtout à l'immigration qui en douze ans de 1877 à 1889, lui a fourni 575,000 colons. La statistique montre quelle progression l'immigration a suivie pendant cette période :

Années	Immigrants	Années	Immigrants	Années	Immigrants
1877	36.325	1882	51.503	1887	128.842
1878	42.958	1883	63.243	1888	155.632
1879	55.155	1884	77.805	1889	280.000 environ
1880	41.651	1885	108.722		
1881	47.484	1886	93.116		

Les peuples de race latine, l'Italie, l'Espagne et la France fournissent la majeure partie de cette immigration sans cesse croissante qui vient apporter à la République Argentine les bras dont elle a besoin. Voici, d'ailleurs, la répartition, par nationalités, des émigrants arrivés à Buenos-Ayres en 1888 :

Italiens.	75.029	Allemands.	1.536
Espagnols.	25.485	Suisses.	1.479
Français..	17.105	Anglais.	1.426
Belges.	3.201	Autres.	1.521
Autrichiens. . . .	2.333		

Les immigrants français viennent en général du pays basque et du sud-ouest, notamment des Basses et des Hautes-Pyrénées et de la Haute-Garonne. Leur nombre est relativement considérable, mais bien que la plupart d'entre eux ne reviennent plus en France, il ne faut pas pour cela les considérer comme complètement perdus pour notre pays.

Ceux qui reviennent rapportent en général des capitaux assez importants qui ajoutent à la richesse de leur terre natale. Ceux qui ne reviennent pas propagent au loin les idées et les goûts français; beaucoup y font souche de négociants qui, continuant les relations établies par leurs pères, cherchent surtout à vendre des marchandises françaises. Notre commerce dans l'Amérique espagnole a été créé et se maintient par l'émigration française. Il diminuerait peut-être très rapidement si cette émigration cessait. Dans la République Argentine notamment où nos émigrants arrivent plus nombreux que partout ailleurs, nos produits trouvent aujourd'hui, ainsi que nous le verrons plus loin, un de leurs marchés les plus avantageux et les plus prospères.

Il convient du reste que nos émigrants ne se nourrissent pas de folles espérances de fortune rapide. La fortune, dans la République Argentine, comme partout ailleurs, n'est que le privilège du petit nombre. Mais il est incontestable que l'homme travailleur, économe et persévérant y arrive plus facilement qu'en France au bien être et que le prolétaire peut y acquérir sans trop d'efforts, la propriété territoriale à laquelle il aspirait vainement en Europe.

L'émigrant qui possède un métier tel que celui de forgeron, charpentier, maçon, etc., est à peu près certain de trouver un travail rémunérateur au débarquement. Le simple manœuvre peut également s'employer rapidement grâce aux nombreux travaux publics en cours d'exécution, mais son salaire est beaucoup plus réduit. Les ouvriers ayant pour unique métier une de ces spécialités de nos grandes industries où règne la division du travail n'ont, en général, d'autres ressources que de se faire manœuvres.

C'est qu'en effet l'industrie manufacturière n'existe pour ainsi dire pas encore dans la République Argentine et actuellement toute la richesse du pays, tout son commerce reposent sur l'agriculture et l'élevage du bétail. L'un et l'autre ont fait, en quelques années des progrès étonnants.

L'élevage du bétail a pris naissance d'abord dans la province de Buenos-Ayres, province deux fois grande comme la France et centre de ce qu'on appelle les *Pampas*. Sous ce nom on désigne de vastes plaines couvertes d'herbes, entrecoupées de marais, de lagunes d'eau douce ou d'eau salée, parcourues par des rivières ou des ruisseaux plus ou moins importants et présentant çà et là quelques rares forêts de caroubiers rabougris ou d'autres arbres de petites dimensions, quelques montagnes et de nombreuses collines ou ondulations de terrains à pente douce. Ces plaines sont inclinées du nord-ouest au sud-est, le village pampéen Capocabana, situé au pied des Andes est à 1,168 mètres au-dessus du niveau de la mer; Mendoza, centre de la province du même nom est à 772 mètres ; Rio Cuarto, a moitié chemin de Buenos-Ayres à 414 mètres et Buenos-Ayres à 12 mètres.

La pampa comprend trois parties, la partie cultivée, la partie simplement habitée et la partie déserte. Dans la première on fait de l'agriculture et de l'élevage; dans la seconde on fait uniquement de l'élevage : elle est toute couverte de plus de mille espèces de plantes différentes, dont le trèfle, le gynérium de nos jardins, et surtout, depuis

quelques années, le chardon de Castille, sorte d'artichaut sauvage qui, dans les temps de sécheresse où la pampa est absolument désolée, fournit un aliment excellent aux bestiaux. Ainsi compris, l'élevage exige des espaces immenses. Aussi, comme on ne mène pas la vie nomade, faut-il avoir à soi, autour de l'estancia (c'est ainsi qu'on appelle l'établissement destiné à l'élevage du bétail), une étendue considérable. Chaque progrès de la colonisation implique l'utilisation de nouveaux territoires, c'est ainsi que la région pampéenne est peu à peu envahie. D'ailleurs en dehors de la Pampa proprement dite qui comprend, outre le territoire du même nom, presque toute la province de Buenos-Ayres, une partie de celles de Santa Fé, de San-Luis, de Mendoza, les territoires du Rio-Negro et de la Patagonie, l'élevage est également pratiqué dans presque toutes les provinces de la République et s'y développe de plus en plus.

Le gouvernement argentin aide lui-même à cette expansion. Les provinces éloignées du centre reçoivent des colons nouveaux assistés par lui.

Dans son dernier message au Congrès le président de la République Argentine donne le relevé des troupeaux existants en 1888 sur tout le territoire. Le voici :

Province et gouvernements	Animaux de l'espèce bovine	Chevaux	Moutons	Valeur totale en piastres
Buenos-Ayres.	9.692.274	1.855.429	55.397.881	194.862.993
Cordoba.	2.110.511	404.879	2.355.030	27.868.717
Entre-Rios.	4.120.068	719.510	4.901.123	54.308.444
Santa-Fé.	2.328.443	528.536	2.977.382	31.978.791
Jujuy. , ...	89.855	22.896	617.803	2.008.422
Catamarca.	239.834	56.054	152.438	3.075.429
San-Luis.	478.904	113.554	241.827	6.060.212
Salta.	164.944	34.174	164.414	2.169.453
San-Juan	54.539	25.848	62.672	846.182
Santiago.	588.396	110.368	781.951	7.939.830
La Rioja	160.169	24.998	57.926	1.888.563
Corrientes.	1.841.459	268.896	611.083	21.430.785
Tucuman.	198.835	42.939	43.390	2.306.947
Mendoza.	180.009	44.869	122.298	2.343.329
Formoza.	14.403	691	142	149.772
Pampa.	469.787	110.104	1.670.393	8.084.291
Rio-Negro.	77.434	16.620	287.940	1.339.210
Missiones	41.967	17.541	4.218	566.325
Chaco	17.551	1.597	1.751	193.912
Totaux.	22.869.385	4.398.283	70.453.665	369.561.607

Ces chiffres ne peuvent être naturellement qu'approximatifs et ils n'ont, comme toute statistique, qu'une exactitude relative. Ils suffisent néanmoins pour indiquer quelle importance a actuellement l'élevage dans la République Argentine et pourtant tous les pâturages sont loin d'être encore exploités; on estime qu'ils pourraient facilement contenir 250,000,000 de têtes de bétail.

La mise en exploitation de la Pampa commence par l'élevage du cheval. Les troupeaux de chevaux en foulant le sol aride de la Pampa le consolident et permettent la croissance d'une herbe assez épaisse pour nourrir leurs remplaçants : les bœufs. Les grands propriétaires qui, il y a dix ans, ont acheté les terres conquises sur les Indiens aux confins de la province de Buenos-Ayres ont ainsi débuté dans leur exploitation. Quant à la reproduction du cheval, elle est laissée au hasard, et sauf dans le voisinage des grandes villes où le goût des courses et des attelages de luxe est répandu, on s'en inquiète peu. Jusqu'ici les chevaux de prix ont été, à peu d'exception près, des produits importés d'Europe; cependant quelques propriétaires s'occupent d'améliorer la race indigène par le croisement avec les produits européens ; mais, de longtemps, l'élevage des chevaux ne devra avoir d'autre prétention que de suffire à la consommation indigène; les risques du transport en Europe, son prix, le régime tout différent permettent difficilement l'exportation et les tentatives faites jusqu'ici n'ont pas produit des résultats encourageants.

Quand le terrain de la Pampa est suffisamment foulé, on y introduit le bœuf. L'élevage du bœuf, bien que plus productif que celui du cheval, n'est qu'une préparation nécessaire à l'élevage du mouton. Arrivé à un certain âge, le bœuf sert, pour une faible partie, à la consommation indigène, généralement il est livré au saladero. L'industrie du saladero a pris depuis quelques années un grand développement; les bœufs sont abattus par milliers, salés, préparés et envoyés en Espagne, au Brésil ou à la Havane et ils forment l'appoint très apprécié et très économique du menu des classes besoigneuses. Actuellement on commence à substituer à la salaison de la viande la conservation par le froid. Plusieurs établissements fonctionnent avec succès et, pour encourager cette industrie nouvelle le parlement vient de voter une loi autorisant le pouvoir exécutif à accorder une garantie d'intérêt de 5 0/0 à tout capital employé par les entreprises particulières pour la préparation et l'exportation des viandes conservées par le froid.

Les autres produits de l'élevage du gros bétail sont les cuirs, les os, les boyaux, les cornes et le suif. Ils sont tous exportés en Europe et constituent une part importante des bénéfices.

Mais l'élevage le plus productif est incontestablement celui du mouton. Il fut longtemps dédaigné; les premières laines et les premières peaux furent, vers 1845, payées 0 fr. 05 le kilogramme. Aujourd'hui la laine ne se vend jamais moins de un franc et parfois même de deux francs; 70,000,000 de moutons fournissent 190,000,000 de kilogrammes de laines valant ensemble plus de 200,000,000 de francs. La laine de la République Argentine s'exporte presque toute en France et en Belgique, l'Angleterre recevant surtout ses laines d'Australie. Pendant longtemps Anvers fut le grand port importateur des laines de la Plata pour ces deux pays, mais depuis le mouvement s'est déplacé et un port français, Dunkerque, est en train de conquérir la première place, s'il ne l'a déjà.

Le tableau suivant montre d'une façon frappante cette déchéance du port d'Anvers pour l'importation des laines de la Plata.

Années	Importation en Europe (balles)	A Anvers (balles)	Proportions p. 100
1875	222.069	158.144	71.21
1876	248.790	157.128	63.11
1877	271.685	166.198	61.54
1878	258.671	138.100	53.29
1879	244.161	122.989	50.35
1880	257.815	136.331	52.11
1881	286.999	126.609	44.11
1882	326.850	160.855	46.16
1883	336.803	131.311	38.98
1884	349.486	122.969	35.18
1885	395.030	127.014	33.15
1886	368.168	125.543	34.15
1887	329.303	118.440	35.97
1888	377.590	115.598	30.61

En 1888, il a été importé par Dunkerque 126,671 balles soit plus du tiers de l'importation totale en Europe.

A côté de l'élevage du bétail et de l'exportation de ses produits, la République Argentine développe, depuis quelques années, la culture des céréales. Nous empruntons au message du Président que nous avons déjà cité plus haut, l'indication des terres cultivées en 1888.

Maïs	832.604	hectares.
Blé	824.000	—
Luzerne.	379.816	—
Avoine	36.650	—
Lin	117.237	—

Chaque année de nouveaux terrains d'une étendue considérable sont livrés à la culture. Actuellement la superficie totale cultivée atteint à peine 1 0/0 de la superficie générale du pays, et l'on peut, dès à présent, prévoir quelle influence aura prochainement sur les marchés européens la production de la République Argentine. Déjà les exportations de blé, de maïs, de lin, qui étaient presque nulles, il y a dix ans, ont pris une réelle importance et vont s'accroissant rapidement. Voici quelques chiffres des années comprises entre 1878 et 1887 :

Années	Blé	Maïs	Lin
	kil.	kil.	kil.
1878	109.600	19.064.600	104.200
1881	1.165.600	25.052.100	6.391.600
1882	157.000	107.327.100	23.351.700
1883	1.705.200	10.034.300	23.061.700
1884	60.754.600	113.710.000	33.991.600
1885	108.499.300	197.859.600	69.426.100
1886	37.864.400	231.660.300	31.989.900
1887	237.865.800	361.457.700	81.183.700

En dix ans l'exportation du blé est passée de 109,600 kilogrammes à 237,165,800 kilogrammes, celle du maïs de 19,000,000 à 361,000,000 de kilogrammes et celle du lin de 104,000 à 81.000,000 de kilogrammes. Ces chiffres n'ont pas besoin de commentaires.

La production agricole de la République Argentine augmente avec une rapidité inouïe. Chaque année voit inaugurer de nouvelles cultures jusqu'alors inconnues dans cette partie de l'Amérique. Tel est l'olivier d'Italie et du midi de la France qui a très bien réussi dans le bassin de la Plata, où il porte des fruits après trois ans et donne une huile excellente.

Les essais de viticulture ont produit également des résultats encourageants. En 1887 les plantations de vignobles ont pris un développement considérable et le nombre des sarments introduits n'est pas moindre de 4,500,000. En 1888, 27,000 hectares étaient plantés.

La canne à sucre est en plein rapport dans la province de Tucuman ; enfin le coton est cultivé avec succès dans plusieurs provinces du Nord.

Quant à l'industrie extractive, elle a, jusqu'à ce jour, été presque nulle. Bien que la partie montagneuse de la République Argentine renferme des richesses minérales assez variées, notamment de l'or, de l'argent et du cuivre, on peut dire qu'elles sont à peu près inexploitées. Il en est de même des gisements houillers qui existent dans le sud de la Patagonie. Une société a entrepris l'exploitation des mines de charbon découvertes dans la province de San Juan, mais cette exploitation n'a pas encore jusqu'ici donné de sérieux résultats.

L'industrie forestière est encore également à la période de début. Le manque de bois est d'ailleurs un des caractères distinctifs de la Pampa.

Les établissements industriels proprement dits que l'on pourrait citer ont presque tous pour objet la transformation des produits de l'agriculture : moulins à vapeur, distilleries, fabriques d'huile d'olive, de lin, d'arachide, de colza, amidonneries, brasseries, tuileries, etc.

Aussi ce sont les produits de l'élevage et de l'agriculture qui forment presque exclusivement les éléments du commerce d'exportation de la République Argentine. Cette exportation progresse chaque année. Nous avons déjà donné quelques chiffres à ce sujet, le tableau suivant montrera quelle a été, dans son ensemble, l'exportation de ce pays pendant les douze dernières années (1878 à 1889), non compris les métaux précieux.

Années	Valeur totale de l'importation en piastres	Années	Valeur totale de l'importation en piastres
1878	36.213.000	1885	83.879.000
1879	47.765.000	1886	69.835.000
1880	56.497.000	1887	82.827.000
1881	56.069.000	1888	99.556.000
1882	58.441.000	1889	126.000.000 (1)
1883	60.208.000		
1884	68.030.000		

(1) Chiffres provisoires.

En douze ans les exportations de la République Argentine ont quadruplé ; elles ont presque doublé pendant les trois dernières années, de 1886 à 1889.

Importation. On sait que la République Argentine constitue pour certaines parties de notre commerce un précieux débouché, aussi allons-nous étudier ses importations avec quelques détails :

Elles se sont élevées, en 1887, à une somme de 117,352,125 piastres. En 1878, elles avaient été de 43,759,125 piastres ; en 1883, de 80,435,828 piastres, ce qui représente une augmentation de 73,988,533 piastres pendant cette période de dix années, de 36,916,297 piastres pendant les cinq dernières années. En 1878, 1883 et 1887, les importations des principales nations ont été les suivantes :

Pays	1878	1883	1887
	piastres	piastres	piastres
Allemagne. . . .	2.203.873	7.028.051	12.108.456
Angleterre. . . .	11.901.499	30.695.960	34.779.219
Belgique.	2.805.373	3.261.077	10.947.955
Espagne.	2.528.989	3.790.760	5.005.699
Etats-Unis. . . .	2.866.047	4.933.054	11.004.553
France.	8.985.110	15.418.997	22.743.550
Italie.	2.611.763	3.480.321	7.037.741

De 1878 à 1883, la progression a surtout été sensible pour l'Allemagne (4,824,178 piastres). L'Angleterre (18,794,471 piastres) et la France (6,433,887 piastres).

De 1883 à 1887, la proportion s'est un peu ralentie. L'Angleterre gagne à peine 4,000,000 de piastres, alors que l'importation de la France et celle de la Belgique augmentent de plus de 7,000,000.

Pendant l'année 1887, les diverses branches du commerce ont représenté à leur importation dans la République Argentine, la valeur suivante :

Substances alimentaires.	15.924.843	piastres.
Boissons.	15.488.437	—
Fils et tissus.	22.230.090	—
Linge ouvré et confections. . . .	7.433.951	—
Bois et ses applications	8.741.000	—
Fer et ses applications.	14.359.360	—
Matériel divers p^{r} constructions.	5.039.093	—

Pour les substances alimentaires l'importation s'est augmenté de 1883 à 1887 de près de 4,000,000 de piastres. Cette progression s'explique par l'augmentation de la population ; néanmoins elle est appelée à ne plus suivre la méme marche ascensionnelle, la République Argentine devant trouver chez elle le moyen de ne pas rester tributaire de l'étranger pour divers de ces articles, dont plusieurs font déjà l'objet de l'industrie locale et sont favorisés d'une protection douanière.

C'est ainsi que les fécules, les fruits secs, les confitutures, les farines de blé et leurs similaires, les biscuits, les figues et raisins secs, le fromage, l'huile d'olive, etc., sont appelés à disparaître peu à peu de l'importation grâce à la production locale.

En ce qui concerne le sucre, malgré l'établissement de fabriques à Santiago del Estero, dans le Chaco et à Tucuman, où l'on poursuit la culture de la canne, l'importation du sucre raffiné n'avait diminué qu'à la fin de 1887. Ces fabriques en effet ne produisent que le sucre brut et trouvent un écoulement dans les provinces où elles sont établies. Elles sont parvenues néanmoins à éloigner du marché argentin les sucres bruts du Brésil qui y venaient autrefois en grandes quantités.

Boissons. Parmi les boissons importées dans la République Argentine, nous devons une attention spéciale aux vins qui intéressent particulièrement la production française. Le commerce bordelais y trouve un débouché très important et en 1887, l'importation des vins français ne s'est pas élevée à moins de 4,800,000 piastres. Or, nous avons vu que la culture de la vigne s'était développée dans les provinces de Mendoza et de San Juan, elle a été récemment introduite sur les bords de l'Uruguay. La production locale est favorisée par la législation douanière, et il est probable que les nombreux vignerons italiens qui ont émigré pendant ces dernières années dans la République Argentine chercheront à profiter de leur spécialité et pousseront plus activement dans l'avenir la culture de la vigne, autant toutefois que le permettra la nature du terrain qui, dans certaines régions, est propice et dans d'autres l'est beaucoup moins. Il convient d'ajouter que le phylloxera, le mildew, l'oïdium et le blackrot ont fait leur apparition sur le territoire argentin.

Le vin que l'on fabrique dans les provinces de Mendoza et de San Juan est chargé en alcool, peu coloré et se rapproche assez des vins inférieurs d'Espagne ; généralement il ne se conserve pas. Ceux de la côte de l'Uruguay s'annoncent comme plus légers et meilleurs. Ces vins indigènes ne sont guère encore entrés dans la consommation à Buenos-Ayres et dans la province de ce nom, qui est la plus peuplée de la République, par suite de la cherté des transports par chemins de fer et de l'insuffisance de la production. Ils trouvent leur écoulement sur place, cet écoulement étant facile et rémunérateur.

Il est certain que l'industrie vinicole est encore dans la République Argentine, à la période de formation. Mais la culture de la vigne se développe chaque jour davantage. Les nombreux vignerons venus d'Italie et ceux que l'on cherche à appeler de France, amélioreront la production. Il faut donc s'attendre à ce que, dans un délai difficile à déterminer, la production locale diminue l'importation étrangère. Comme la République Argentine ne produira pas de longtemps de vins fins, c'est l'introduction des vins communs qui sera tout d'abord atteinte. Quant à nos vins fins, ils n'ont à y redouter, d'ici longtemps, aucune concurrence sérieuse.

Il résulte des chiffres que nous avons donnés plus haut que sur une importation de 117,352,000 piastres, les fils et tissus représentent comme valeur la part la plus importante. Viennent ensuite les substances alimentaires, les boissons, le fer et ses applications, le bois et ses applications, le linge ouvré et les confections, etc. L'Angleterre importe plus de la moitié des fils et tissus et du fer, les deux tiers du matériel pour constructions et du combustible. La France importe principalement des boissons, des substances alimentaires, et, dans une proportion bien moindre que l'Angleterre, mais plus forte que celle des autres nations, des fils et tissus divers, de la cristallerie et dee produits céramiques.

Les principaux articles de l'importation allemande sont tout d'abord les fils et tissus, pour les confections et le linge ouvré, le fer et ses applications, les boissons et alcools, les produits chimiques, la porcelaine et la cristallerie.

Les Etats-Unis importent principalement et presque exclusivement des bois, ensuite des produits de l'industrie métallurgique, de la houille, des cotonnades et des produits chimiques.

La Belgique importe surtout des produits métallurgiques, puis des fils et tissus, des conserves alimentaires, de la cristallerie et des produits céramiques.

Les branches principales de l'importation italienne sont les substances alimentaires et les boissons ; celles de l'Espagne, les boissons diverses.

En 1887, l'Angleterre figurait au premier rang dans le commerce d'importation de la République Argentine (34,779,200 piastres) ; la France au second rang (22 millions 743,500 piastres) ; puis à une certaine distance de ces deux pays viennent, au troisième rang, l'Allemagne (12,108,400 piastres) ; au quatrième rang, les Etats-Unis (11,004,550 piastres) ; au cinquième rang, la Belgique (10,947,900 piastres) ; au sixième rang, l'Italie (7 millions 37,700 piastres) et au septième, l'Espagne avec 5,005,700 piastres. En 1888, l'Allemagne a presque conquis le deuxième rang.

Cette classification ne répond pas au chiffre de la population que ces divers pays ont envoyé, par l'émigration, dans la République Argentine. Les Italiens sont numériquement de beaucoup les plus nombreux ; viennent ensuite les Espagnols, puis les Français et, enfin, bien au-dessous, les Anglais, les Allemands et les Belges. Les causes de cette situation commerciale des diverses nations sont multiples.

En dehors de la puissance commerciale que possède l'Angleterre et qui lui assure, pour les causes que nous avons exposés à l'art. ANGLETERRE, une primauté jusqu'à présent incontestée dans le monde en ce qui concerne certaines branches de l'industrie comme les cotons, les fers, le charbon, cette puissance a, dès l'origine, pris place sur le marché de la République Argentine. Dès le commencement de ce siècle, à peine sortait-elle d'un conflit armé avec les provinces du Rio de La Plata qu'elle y installait, la première, des comptoirs. De plus. jusqu'à ces derniers temps, le marché financier de Londres a été seul ouvert à la République Argentine. Depuis l'époque de l'émancipation jusque récemment, les emprunts de la République Argentine étaient tous émis en Angleterre où le gouvernement argentin trouvait seulement des capitaux prêts à se charger de ses travaux publics. Plusieurs chemins de fer, diverses autres entreprises se trouvent entre les mains de sociétés anglaises qui ont eu longtemps un monopole de fait, en trouvant un

placement d'autant plus fructueux qu'elles avaient moins de concurrents. Par une conséquence naturelle, elles ont fait venir d'Angleterre le matériel dont elles avaient besoin et ont ainsi constitué à son industrie métallurgique un important débouché qu'elle possède encore aujourd'hui.

Il n'en a pas été ainsi pour la France. Pendant longtemps, les capitaux de notre pays n'osaient s'expatrier dans une région encore mal connue et livrée aux agitations politiques ; le commerce éprouvait les mêmes appréhensions; il redoutait d'engager des marchandises dont le recouvrement lui paraissait difficile. Néanmoins, malgré ces résistances, les Français, émigrés dans La Plata pour la plupart du midi de la France, se livraient au commerce et établissaient d'abord avec les ports de France et notamment avec Bordeaux, un courant d'affaires qui est allé toujours grandissant.

Depuis, des nations nouvelles comme l'Allemagne, les Etats-Unis et l'Italie sont venues participer au mouvement d'importation que l'Angleterre et la France pour la plus grande part, et bien après elles l'Espagne et la Belgique, étaient seuls à partager. En même temps, la République Argentine sortait des luttes politiques; son crédit s'affermissait au dehors; sa richesse augmentait d'une façon surprenante, à la suite de l'immigration une quantité de maisons de commerce se fondaient à côté de celles déjà existantes qui, relativement peu nombreuses, étaient jusque-là maîtresses des prix de vente et pouvaient faire leurs affaires dans les pays où elles le jugeaient bon sans trop tenir compte du bon marché.

Néanmoins, ainsi qu'on l'a vu, la France a, jusqu'à ce jour, conservé dans la République Argentine un commerce d'importation relativement considérable qu'il faut maintenir et même étendre.

Les chiffres que nous avons donnés montrent l'extension du commerce de la République Argentine. Son mouvement maritime a naturellement suivi le même progrès. Voici de 1879 à 1888, le tableau des entrées et sorties dans l'ensemble de ses ports :

Années	Entrées		Sorties	
	Bâtiments	Tonnage	Bâtiments	Tonnage
		tonneaux		tonneaux
1879	3.385	1.060.052	2.515	977.434
1880	4.835	1.187.302	3.280	1.056.280
1881	5.934	1.318.700	4.800	1.166.236
1882	6.071	1.528.054	4.765	1.448.139
1883	7.071	1.964.088	5.435	1.741.325
1884	10.986	3.012.363	8.187	2.852.292
1885	11.579	3.601.309	8.690	3.340.661
1886	11.015	3.515.290	8.243	3.153.389
1887	12.301	5.471.601	9.524	3.723.969
1888	13.700	5.500.000	10.810	4.329.439

Pour aider au prodigieux développement dont la République Argentine donne actuellement l'exemple, pour faciliter la mise en valeur des immenses parties de son territoire encore improductives, le gouvernement central et les administrations des provinces ont senti la nécessité de créer de nombreuses voies de communications, routes, ponts, chemins de fer, à côté de celles que lui fournissent déjà ses fleuves et leurs affluents pour la plupart navigables très loin dans l'intérieur des terres.

Le premier chemin de fer construit, celui de Buenos-Ayres à Chivilcoy fut exécuté en 1857. Depuis lors, la construction de nouvelles lignes ne s'est pas ralentie. D'après l'état qui vient d'être publié par le gouvernement argentin, il y avait au 31 décembre 1889, 11,700 kilomètres de chemins de fer en exploitation.

Ajoutez à cela de nombreux ports creusés, des routes tracées de toutes parts, des ponts jetés sur les grands fleuves qui traversent le territoire, des édifices publics construits, en un mot tout l'outillage économique et intellectuel d'un peuple, créé en quelques années alors que, dans les pays européens, il est la résultante des travaux accumulés de nombreuses générations.

Tout cela a nécessité et nécessite encore des capitaux considérables. Pour se les procurer, la confédération argentine et les provinces ont contracté sur les marchés de l'Europe de nombreux emprunts et leur dette publique s'en est trouvée considérablement accrue. La dette de l'Etat qui, en 1884, n'était que de 37,236,000 piastres, atteignait en 1888, 57,110,000 piastres. Dans ce chiffre ne figurent pas les emprunts des provinces qui, de leur côté, s'élèvent à une somme considérable.

Il en est résulté pour la République Argentine une crise financière qui menace de prendre des proportions inquiétantes. La « piastre nationale » c'est-à-dire la monnaie de papier qui ne perdait que 35 0/0 sur l'or il y a dix-huit mois est arrivée à perdre jusqu'à 55 et 60 0/0. Si le gouvernement argentin montre pendant quelque temps un peu plus de prudence dans son administration financière, s'il sait retarder à une époque plus prospère les travaux publics les moins nécessaires et s'il renonce pour quelques années à tout emprunt nouveau, la crise sera, croyons-nous, rapidement enrayée. Quelle que soit d'ailleurs sa durée elle ne peut que retarder et non compromettre irrémédiablement le développement d'un pays dont nous avons montré les merveilleuses ressources. La République Argentine paraît appelée à prendre, dans l'Amérique du Sud, la situation prépondérante que les Etats-Unis ont conquis dans l'Amérique septentrionale. — L. B.

La République Argentine à l'Exposition de 1889. Le magnifique palais en fer destiné à l'exposition des produits occupait au Champ de Mars une superficie de 1,600 mètres carrés. Son architecte, M. Ballu, choisi par la commission argentine, n'avait pas eu à se préoccuper de l'architecture nationale ni du passé historique de ce pays absolument neuf, il a donc eu toute latitude d'appliquer les derniers perfectionnements de l'art du fer dans la construction. On lui a donné 1,200,000 francs avec la mission de faire grand et beau; quant à l'exécution, on s'en est rapporté à l'artiste français, et l'attente des membres de la commission a été surpassée. Rappelons que ce pavillon a obtenu une des premières récompenses accordées aux constructions si remarquables de l'Exposition, et qu'il a été copié plusieurs fois par ses voisins, au moins dans ses dispositions principales.

L'aspect général est plutôt léger qu'élégant. Les lignes droites dominent; c'est un long parallélogramme surmonté d'un toit triangulaire, et flanqué aux quatre coins de tours carrées. A la partie centrale, faisant face à l'exposition, un triple portail couronné de frontons aigus, donne accès à l'intérieur ; au-dessus, une coupole de grande dimension, accompagnée de quatre petites, sert de couronnement à tout l'édifice. C'est bien le cadre qui convient aux produits de ce peuple essentiellement pratique qui se passionne davantage pour les résultats solides du travail agricole que pour les spéculations purement artistiques. Et cependant le côté de l'art n'a pas été négligé à l'intérieur, loin de là! Dans cette immense cage de fer ajouré on a accumulé les terres cuites de Lœbnitz, les faïences de Parvillée, les grès d'Emile Muller, les mosaïques, les verres opaques et les vitraux, les porcelaines et les pierres de couleur, on a eu recours à nos peintres et à nos sculpteurs les plus renommés : Jules Lefebvre, T. Robert Fleury, Cormon, Gervex, St-Pierre, L.-O. Merson, Duez, Leroux, Montenard, Barrias, même aux modernistes tels que Roll et Besnard. La République est ouverte à tous ! L'œuvre ainsi comprise a été intéressante à tous les points de vue; et il eut été

regrettable de la voir disparaître. Mais, heureusement, le pavillon a été démonté, et doit servir à Buenos-Ayres d'exposition permanente.

Nous n'omettrons pas de mentionner l'éclairage extérieur du palais, à l'aide de mille petits globes lumineux qui en dessinaient toutes les arêtes, et lui donnaient un aspect réellement féerique.

Si on pénétrait à l'intérieur, par ces portes flanquées de chats archaïques sur fond d'émail vert du plus joli effet, tout d'abord une femme en marbre, personnifiant la République Argentine, gardée par un lion et un soldat, accueillait le visiteur avec sa devise *Làbor*, et une carte de dix mètres de long, adoptant la courbe du globe terrestre, montrait la configuration générale du pays; c'était l'œuvre du docteur Brackebusch de l'université de Cordova. A droite, dans les vitrines et dans des kiosques élégants, se trouvaient les productions qui peuvent intéresser davantage le gros public, tabacs, cigares et cigarettes, bonbons et fruits confits, liqueurs, céréales, cotons, sucres et cafés, et çà et là de grosses billes de bois attiraient l'attention par leurs dimensions et par la finesse du grain, notamment une grande table de 6 mètres de long sur 2 mètres de large, d'une seule pièce; mais cette partie de l'Exposition argentine était évidemment supérieure aux envois du Brésil, du Mexique et de quelques autres pays plus riches en forêts, la République Argentine étant surtout un pays de production agricole.

On le voit bien un peu plus loin aux céréales, blé, orge, maïs dans toutes ses variétés; il ne faut pas oublier que l'Amérique du Sud exporte des céréales, depuis quelques années, dans une progression inquiétante; enfin on avait consacré la plus grande partie de la travée de gauche à l'exposition des viandes fraîches et des procédés d'extraction de jus de viande ou de conserves.

C'était le gros attrait de l'exposition argentine. Dans un pavillon carré était installé un compartiment frigorifique, tel qu'on en a installé sur des navires spéciaux qui apportent la viande fraîche en Europe. Des moitiés de moutons, des quartiers de bœuf entiers, suspendus au plafond, étaient baignés dans une atmosphère raréfiée et maintenue constamment au-dessous de zéro. L'éclairage électrique donnait un jour mystérieux à cet intérieur de cabine, dans lequel on pouvait jeter un coup d'œil par un hublot ménagé dans la cloison.

C'est avec ces procédés frigorifiques que la République Argentine compte inonder l'Europe de viandes à bon marché. Sa production est considérable; aux dernières statistiques, elle possédait 70,000,000 de moutons et 22,000,000 de bœufs; ses prairies interminables permettraient d'en nourrir bien davantage encore si réellement ces débouchés lui restaient comme elle l'espère. Il faut noter néanmoins que le prix de la terre a décuplé en quatre ans, et que les difficultés matérielles et financières qui sont toujours à craindre après une prospérité aussi rapide, ne permettront plus sans doute les extraordinaires succès des premiers occupants.

Au premier étage, on accédait par un escalier élégant, à double rampe, en fer et bois peints aux couleurs nationales, blanc et bleu; un vaste vitrage, peint par MM. Toché et Oudinot, et représentant la *République Française et la Ville de Paris recevant la République Argentine*, en occupait le fond, et au-dessous étaient disposés les portraits des présidents qui ornent les vignettes des billets de banque.

Au premier étage, le visiteur était frappé tout d'abord par le superbe plan de la nouvelle capitale : la Plata, fondée en 1884 au bord de la mer, et qui, aujourd'hui, après sept ans à peine d'existence, compte plus de 50,000 habitants. A part ce petit côté pittoresque, qui donne bien la mesure de l'extraordinaire développement des créations nouvelles dans ce riche pays, les objets exposés à cet étage étaient surtout disposés en vue d'intéresser les spécialistes et les hommes d'étude. Tout d'abord une bibliothèque garnie de livres non luxueux pour la plupart, mais instructifs pour l'histoire politique et économique du pays, et des albums de photographies où l'on peut se rendre compte de la physionomie du territoire de la République, qui, à dire vrai, semble offrir peu d'attrait au touriste amateur de jolis paysages et de points de vue pittoresques. Puis, le long des parois, des pelleteries, des cuirs superbes avec leurs applications pratiques ou luxueuses (c'est une des coquetteries de toute l'Amérique Nord et Sud), malles, ceintures, cordonnerie, selleries et harnais, gants, etc.; dans des vitrines quelques échantillons curieux de minerais et de marbres, mais ces richesses sont encore à développer; des plumes d'autruche et quantité de laines superbes, laines de mouton, de lama, de vigogne et d'alpaca. Le cuir, la laine, la viande, voilà évidemment les principales ressources de ces régions fertiles en pâturages. Aussi, sur les murs, des compositions artistiques rappelaient les plus importants de ces travaux des colons argentins : l'abattage des bœufs et la tonte des moutons.

Autour de ce premier étage, d'une étendue superficielle de 1,400 mètres, courait à l'extérieur une galerie-promenoir fort agréable pendant les soirs d'été, et qui a été fort appréciée des visiteurs.

L'exposition de la République Argentine a été une des plus justement remarquées pour la beauté de son cadre, pour l'intelligence de sa disposition intérieure et pour l'importance de ses produits agricoles. Quand on la comparait au petit pavillon de 1878, on ne pouvait que s'étonner de la prospérité extraordinaire de cette contrée libre d'occupants indigènes, et qui pourrait recevoir et nourrir dix fois encore sa population actuelle.

ARGILE. Nous empruntons au *Dictionnaire des Arts et Manufactures* les tableaux qui suivent et qui donnent les résultats des analyses, faites au laboratoire de Sèvres par MM. Laurent, Malaguti, Marignac et Salvétat, sur certaines argiles qu'on est convenu de considérer comme types. Le premier tableau de la page 228 donne les analyses des argiles de France.

Voici, d'après le même auteur, les caractères et les usages de ces diverses argiles :

« *Argile d'Abondant* près Dreux (Eure-et-Loir), blanche, plastique, très estimée, sert à faire des hydrocérames, des grès, des cazettes à porcelaine, des creusets pour fondre l'acier, très réfractaire. On peut supposer que, dans cette argile, une partie de l'alumine est à l'état d'hydrate d'alumine et mélangé avec le silicate alumineux hydraté.

Argile d'Arcueil (Seine), noirâtre, plastique, inférieure au calcaire grossier; utilisée dans la fabrication des poteries de Paris.

Argile de Belin (Ardennes), grise, plastique, infusible, mais se frittant légèrement au grand feu de porcelaines; on l'emploie dans les faïenceries de Douai.

Argile d'Echassières (Allier), blanche et plastique, sert à la confection des creusets à fondre l'antimoine; on la fait entrer aussi dans la composition de quelques porcelaines dures.

Argile d'Etrépigny (Jura), grasse, verdâtre, chargée de grains de quartz, infusible; employée dans les faïenceries du Doubs.

Argile de Forges (Seine-Inférieure), plastique, grise, supérieure à la craie; très estimée pour la fabrication des pots de verrerie, pour la faïence fine et la faïence commune.

Argile de Gaujac (Landes), plastique et blanche;

Argiles de France.

Localités	Pour 100 parties d'argile séchée à + 100° centigrades					
	Eau	Silice	Alumine	Oxyde de fer	Chaux	Magnésie
Abondant	13.10	50.60	35.20	0.40	»	»
Arcueil	11.01	62.14	22.00	3.09	1.68	traces
Belin	8.64	63.57	27.45	0.15	0.55	traces
Echassières	16.40	49.20	34.00	»	»	»
Etrépigny	9.96	70.00	18.50	0.50	0.75	traces
Forges	11.00	65.00	24.00	traces	»	»
Gaujac	14.50	46.50	38.10	»	traces	»
Hayanges	7.50	66.10	19.80	6.30	»	»
Labouchade	12.00	55.40	26.40	4.20	»	»
Leyval	12.60	52.00	31.60	4.40	»	»
Livernon	18.00	49.00	24.00	6.26	2.00	»
La Malaise	15.00	52.55	26.50	0.55	3.00	1.50
Montereau	10.00	64.40	24.60	traces	»	»
Provins	»	57.00	4.00	1.70	1.70	»
Retourneloup	16.96	42.00	0.85	1.04	1.04	0.17
Salavas	11.05	58.76	2.50	traces	traces	2.51
Savaignies	»	65.00	1.00	traces	traces	2.00
Vaugirard	14.58	51.84	4.91	2.25	2.25	0.23

sert à faire les cazettes de la manufacture de Villedieu.

Argile de Hayanges (Moselle), jaunâtre, sableuse; employée à la fabrication des briques réfractaires.

Argile de Klingenberg (Vosges), plastique, grise; sert à faire les pots de verrerie, cuvettes; pour les glaces coulées, etc.

Argile de Labouchade, près de Montluçon (Allier), dure, blanc-jaunâtre, sert à faire les pots de verrerie.

Argile de Leyval (Charente-Inférieure), blanche, marbrée de rouge; employée dans la fabrication des pots de verrerie.

Argile de Livernon (Lot), rouge, sert dans la fabrication des poteries faites en imitation des poteries étrusques.

Argile de la Malaise (Haute-Vienne), plastique, veinée de rouge, infusible au grand feu; sert à la confection des cazettes pour les porcelaines de Limoges.

Argile de Montereau (Yonne), plastique, d'un gris clair; très estimée dans la fabrication des terres dites « anglaises » à Creil, Montereau, Rubelles, Courbeton, Salins, etc. Les variétés communes donnent des briques réfractaires dites « de Bourgogne. »

Argile de Provins (Seine-et-Marne), plastique, blanchâtre; employée pour la fabrication des briques réfractaires et momentanément à Sèvres pour les cazettes à porcelaine.

Argile de Retourneloup (Seine-et-Marne), plastique, grise mêlée de veines rouges, infusible; sert à fabriquer actuellement des cazettes dont fait usage la manufacture de Sèvres.

Argile de Salavas (Ardèche), plastique, rosâtre, avec paillettes de mica, infusible; devenant grise au grand feu des fours à porcelaine; employée pour faire les creusets à fondre l'acier de Saint-Etienne.

Argile de Saveignies (Oise), plastique, noirâtre,

Argiles étrangères.

Localités	Ponr 100 parties d'argile séchée à + 100° centigrades					
	Eau	Silice	Alumine	Oxyde de fer	Chaux	Magnésie
Klingenberg	16.00	48.32	32.48	1.52	1.64	traces
Strasbourg	12.00	66.70	18.20	1.60	»	0.60
Bornholm	5.92	72.50	19.50	1.00	0.50	0.50
Helsingborg	9.00	60.70	20.45	7.93	0.55	0.47
Gloukoff	16.50	46.35	37.00	»	»	0.15
Devon	11.20	49.60	37.40	»	»	»
Longport	10.60	54.50	16.50	3.13	3.37	»
Stourbridge	17.34	45.25	28.77	7.72	0.47	»
Andennes	19.00	52.00	27.00	2.00	»	»
Antragues	9.00	71.00	19.00	»	»	»
Lautersheim	13.56	49.00	39.09	2.00	2.00	0.20
Valendar	6.75	65.27	24.19	1.00	»	2.02
Gross-Almerrode	14.00	47.50	34.37	1.24	0.50	1.00
Loshhayan	11.70	61.52	20.92	0.50	0.02	4.97
Theuberg	10.00	58.39	27.94	traces	0.74	1.00
Gottweith	10.00	65.60	20.75	2.00	1.55	traces

supérienre à la craie; employée dans la fabrication des grès et poteries du pays.

Argile de Strasbourg, plastique, grise ; employée dans la fabrication des terres de pipe de Strasbourg.

Argile de Vaugirard (Seine), noirâtre, plastique, veinée ; sert à faire la poterie commune de Paris. »

Les dépôts argileux ne sont pas rares ; d'autres contrées que la France en possèdent des amas qui sont renommés ; nous donnons à la page 228 le tableau des analyses faites sur quelques argiles étrangères.

• **ARRACHEUR.** *Instr. d'agr.* L'arrachage mécanique de certains produits de la terre s'impose chaque jour davantage, en raison de la cherté de la main-d'œuvre et de la nécessité de produire plus rapidement. L'*arracheur de betteraves* laisse au corps de la betterave toutes les racines adhérentes, ce qu'on ne peut jamais obtenir avec l'arrachage à la main, qui laisse en terre une partie des racines, et froisse ou blesse la plupart des betteraves. Cet appareil, monté sur un grand train articulé, est composé d'un âge d'acier, à la partie postérieure duquel se trouve une tige supportant les couteaux arracheurs. Ces couteaux, d'acier de première qualité, sont disposés de manière à donner le moins de traction possible ; leur pénétration dans le sol se fait sans déplacement de la masse de terre, une légère inclinaison de la lame pour le soulèvement de la betterave, dont l'arrachage est complété par deux queues à section ellipsoïdale, formant pulsateur. Aussitôt après le passage des couteaux, la betterave retombe dans son trou, de sorte qu'on peut attendre plusieurs jours pour la ramasser, sans craindre la perte de sa richesse saccharine. Cet instrument est d'une grande légèreté et d'un maniement facile ; un charretier intelligent, conduisant bien ses chevaux, et sachant diriger le levier de direction des couteaux arracheurs, fournit un travail excellent. L'arracheur de betteraves, avec une légère modification, peut être transformé en *arracheuse* ou en *bineuse de pommes de terre*. Au moyen de deux socs fouilleurs, très minces, et variables d'écartement, substitués aux couteaux arracheurs, on obtient la *fouilleuse à betteraves*. Les *arracheuses de chicorée* ne diffèrent des *arracheurs de betteraves* que par la forme des couteaux qui sont plus cintrés.

ARSÉNIATE. *T. de Chim.* (*V. Dictionnaire*). Nom des sels obtenus par la substitution des métaux à un, deux ou trois des atomes d'hydrogène basiques de l'acide arsénique

$$AsO\begin{matrix}OH\\OH\\OH\end{matrix}$$

Les arséniates sont isomorphes avec les phosphates ; ils répondent aux formules générales :

$AsO^4M'H^2$ arséniate monométallique acide.
$AsO^4(M')^2H$ — bimétallique acide.
$AsO^4(M')^3$ — trimétallique neutre.

Les arséniates monométalliques sont très solubles dans l'eau ; soumis à l'action de la chaleur, ils perdent une molécule d'eau et se transforment en métaarséniates.

$$AsO^4M'H^2 = H^2O + AsO^3M'$$

Les arséniates bimétalliques sont tous insolubles sauf ceux des métaux alcalins ; soumis à l'action de la chaleur ils se transforment en pyroarséniates, deux molécules se condensent en une seule avec élimination d'une molécule d'eau.

$$O=As\begin{matrix}OM'\\OM'\\OH\end{matrix} \quad O=As\begin{matrix}OM'\\OM'\end{matrix}$$

$$= \quad \begin{matrix}\diagdown\\O\\\diagup\end{matrix} \quad +H^2O$$

$$O=As\begin{matrix}OH\\OM'\\OM'\end{matrix} \quad O=As\begin{matrix}\diagup\\OM'\\\diagdown\end{matrix}$$

Les arséniates trimétalliques sont en général insolubles ; ils correspondent aux métaux lourds.

CARACTÈRES ANALYTIQUES. Les arséniates solubles donnent avec le chlorure de baryum un précipité blanc d'arséniate de baryte $AsO^4Ba''H$ soluble dans l'acide azotique et les sels ammoniacaux.

L'azotate d'argent donne avec les arséniates solubles, un précipité rouge brique d'arséniate d'argent trimétallique AsO^4Ag^3 soluble dans l'acide azotique et dans l'ammoniaque.

Les sels de cuivre donnent un précipité bleu sale. Le sulfate de magnésie trouble à peine les arséniates en dissolution dans l'eau, mais la mixture magnésienne, c'est-à-dire la liqueur obtenue en ajoutant à une dissolution magnésienne (sulfate ou chlorure) assez de chlorhydrate d'ammoniaque pour qu'elle puisse contenir en outre de l'ammoniaque libre, donne avec les arséniates solubles un précipité cristallin très caractéristique d'arséniate ammoniaco-magnésien.

$$AsO^4\begin{matrix}Mg\\\diagup\!\!\diagdown\\AzH^4\end{matrix}$$

La dissolution de molybdate d'ammoniaque dans l'acide azotique, additionnée d'une petite quantité d'arséniate en dissolution et légèrement chauffée, donne un abondant précipité jaune d'arsénio-molybdate d'ammoniaque.

Ces deux dernières réactions se produisent également avec les phosphates qui donnent un précipité blanc cristallin de phosphate ammoniaco-magnésien, et un précipité jaune de phosphomolybdate d'ammoniaque tout à fait semblables d'aspect aux précipités d'arséniate. La réaction suivante distingue nettement les deux sortes de sels.

Si dans une dissolution neutre et froide d'un arséniate on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré, il se produit à peine une faible coloration jaune, mais, si l'on acidule fortement par l'acide chlorhydrique et surtout si l'on chauffe vers 90°, on obtient un précipité abondant renfermant tout l'arsenic sous forme de trisulfure jaune mélangé de soufre produit par réduction. Avec les phosphates il ne se produit absolument rien.

Les arséniates, introduits dans l'appareil de Marsh donnent naissance à l'hydrogène arsénié et peuvent être reconnus aux taches noires d'ar-

senic que laisse déposer la flamme de ce gaz sur les corps froids.

Réactions par la voie sèche. Les arséniates chauffés au rouge dans un petit tube fermé par un bout ne se décomposent pas. Chauffés avec l'acétate de sodium sec, ils donnent le cacodyle à odeur infecte. Enfin ils dégagent l'odeur alliacée caractéristique lorsqu'on les projette sur les charbons ardents.

Dosage de l'acide arsénique dans les arséniates. *Dosage par pesées.* On peut doser l'acide arsénique à l'état d'arséniate ammoniaco-magnésien $AsO^4MgAzH^4+H^2O$, ou bien à l'état de pyroarséniate de magnésium obtenu par calcination du précédent.

Précipitation. On rend la liqueur ammoniacale puis on ajoute, jusqu'à excès, la mixture magnésienne. Il se forme le précipité cristallin d'arséniate double qui devient complet après un repos de douze heures environ. On décante alors le liquide clair sur un filtre sans plis; on y fait tomber ensuite le précipité et on le lave complètement à l'aide d'une dissolution ammoniacale (1/3 ammoniaque 2/3 eau distillée). On dessèche à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant et on pèse l'arséniate double. Le filtre a été taré d'avance ou bien on a préparé un filtre témoin, de sorte que l'on peut déduire le poids de l'arséniate double. Soit p ce poids, le poids correspondant d'anhydride arsénique sera :

$$x=p\times\frac{1/2\,As^2O^5}{AsO^4MgAzH^4+H^2O}=p\times 0{,}57789$$

On peut encore et même il vaut mieux détacher le précipité du filtre et le calciner, très lentement d'abord pour éviter l'action réductrice de l'ammoniaque qui se dégage; on élève progressivement la température jusqu'au rouge sombre et on obtient finalement le pyroarséniate, soit p' son poids, le poids d'anhydride arsénique correspondant sera :

$$x=p'\times\frac{As^2O^5}{As^2O^7Mg^2}=p\times 0{,}74193$$

Si l'on a à doser l'acide arsénique libre on peut prendre un *volume connu de sa dissolution* qui ne doit contenir aucune autre matière fixe, puis verser ce volume connu 50 centimètres cubes, par exemple, dans une petite capsule tarée contenant environ 2 grammes d'oxyde de plomb. On évapore lentement puis on calcine le produit sec au rouge faible; on pèse après refroidissement; l'augmentation de poids indique la quantité d'anhydride As^2O^5 que renfermait la solution. — R.

ARSENIC. *T. de chimie.* Corps simple. Symbole As^4. Poids atomique = 75. Equivalent = 75. Poids moléculaire = 300. Densité de vapeur prise à 860° par rapport à l'air = 10,6. Densité de vapeur prise par rapport à l'hydrogène = 153. Densité théorique par rapport à l'hydrogène = 150. Chaleur spécifique — 0 081. L'arsenic, par ses propriétés chimiques, se rapproche du phosphore; il présente donc les caractères d'un métalloïde. Par ses propriétés physiques, au contraire, il apparaît comme un métal il est pentavalent et fonctionne cependant souvent comme trivalent.

L'arsenic est solide à la température ordinaire. Sous l'influence de la chaleur et à l'air libre, il se volatilise sans fondre vers 180°; si l'on opère en tube scellé, maintenu dans un canon de fusil, c'est-à-dire sous pression, on peut l'obtenir fondu, son point de fusion est un peu au-dessous du rouge sombre. Récemment sublimé, l'arsenic est brillant, mais il se ternit rapidement à l'air par suite d'une oxydation superficielle; on peut lui rendre son éclat en le lavant à l'eau de chlore ou, ce qui revient au même, à l'eau de Javel. On l'obtient encore très brillant en le chauffant dans un tube ou dans un ballon avec une petite quantité d'iode; il se forme des vapeurs d'iodure d'arsenic qui empêchent l'oxydation ultérieure.

L'arsenic peut se rencontrer sous trois modifications allotropiques différentes : 1° *arsenic cristallisé* en rhomboèdres très brillants, densité 5,75, c'est l'arsenic sublimé ordinaire qui s'est condensé sur une paroi relativement chaude; 2° *arsenic vitreux* noir, densité 4,713, obtenu par condensation des vapeurs d'arsenic au voisinage de 220°. Cette modification, chauffée vers 360°, dégage de la chaleur en se transformant en arsenic cristallisé; 3° *arsenic pulvérulent* gris, densité 4,710 sublimé sur les parties les plus froides de la paroi. Comme le précédent, si on le chauffe vers 360°, il se transforme en arsenic cristallisé en dégageant de la chaleur.

L'arsenic est insoluble dans l'eau; il est inodore et insipide; par lui-même il ne serait pas vénéneux à cause de son insolubilité qui est complète, mais il le devient au plus haut degré dans toutes les conditions qui peuvent favoriser son oxydation. De là son emploi, sous forme de poudre fine, baignée d'eau, pour la destruction des mouches.

L'arsenic s'oxyde très facilement, préalablement chauffé, il brûle dans l'oxygène ou même dans l'air, en donnant de l'anhydride arsénieux As^2O^3. Il se combine aussi directement avec le chlore, le brome, l'iode, le soufre, le sélénium, le tellure et un grand nombre de métaux.

A l'abri de l'air, l'acide chlorhydrique est sans action sur l'arsenic, mais si l'oxygène peut intervenir, il se forme de l'eau et du chlorure d'arsenic. L'acide sulfurique concentré agit comme oxydant à chaud; il se forme de l'anhydride arsénieux As^2O^3 et de l'anhydride sulfureux qui se dégage. L'acide azotique attaque facilement l'arsenic en le faisant passer immédiatement à son maximum d'oxydation, l'acide arsénique AsO^4H^3.

Fondu avec la potasse caustique, l'arsenic donne une masse noire formée d'un mélange d'arsénite de potassium et d'arséniure du même métal; ce mélange, traité par l'eau dégage de l'hydrogène arsénié, gaz très vénéneux; c'est en faisant l'étude de l'arséniure de potassium que le chimiste suédois Gehlen trouva la mort pour avoir respiré quelques bulles d'hydrogène arsénié. Si l'on fait bouillir avec de l'arsenic une lessive concentrée de potasse caustique, il se dégage de l'hydrogène et il se forme de l'arsénite de potassium.

Préparation de l'arsenic. Dans l'industrie on obtient l'arsenic à l'aide du minerai désigné sous le nom de *mispickel* (arsénio-sulfure de fer naturel). Ce minerai est simplement chauffé avec une faible addition de riblons de fer ou de fonte, dans des cornues en terre; tout le soufre se porte sur le fer pour donner du protosulfure, tandis que l'arsenic se dégage et se sublime.

$$FeAsS = FeS + As.$$

On obtient encore l'arsenic par réduction de l'acide arsénieux par le charbon ou par l'action à haute température de la chaux sur les sulfures d'arsenic naturels (réalgar, orpiment).

Dans les laboratoires, on obtient l'arsenic très pur en faisant passer des vapeurs d'acide arsénieux sur du charbon chauffé au rouge. — R.

ARSÉNITE. *T. de chim.* (*V. Dictionnaire.*) Nom des sels obtenus par la substitution des métaux à un, deux ou trois des atomes d'hydrogène basiques de l'acide arsénieux théorique

$$As\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}$$

Les arsénites s'obtiennent directement par action de l'anhydride arsénieux sur les bases fortes alcalines ou bien par double décomposition des arsénites alcalins avec les sels solubles des métaux lourds.

Les arsénites alcalins sont seuls solubles dans l'eau; tous sont solubles dans les acides.

Caractères analytiques. Les arsénites solubles donnent avec le chlorure de baryum, un précipité blanc, soluble dans les acides et les sels ammoniacaux.

L'azotate d'argent donne avec les arsénites solubles un précipité d'arsénite d'argent jaune clair, soluble dans les acides; soluble aussi dans la potasse caustique. Cette dernière solution laisse déposer par l'ébullition l'argent à l'état métallique sous forme de miroir.

Les sels de cuivre donnent un beau précipité vert clair (vert de Schèele) d'arsénite de cuivre; il se dissout en bleu par addition d'un excès de potasse et la solution laisse déposer à chaud un précipité pulvérulent d'oxyde cuivreux rouge.

La mixture magnésienne ne donne rien avec les arsénites, de même le molybdate d'ammoniaque, cependant ce dernier pourrait précipiter l'acide arsénieux, transformé en acide arsénique, par l'excès d'acide azotique qu'il contient.

Les arsénites acidulés par l'acide chlorhydrique donnent immédiatement, même à froid, un précipité de trisulfure d'arsenic, jaune, par l'action de l'hydrogène sulfuré.

Les arsénites introduits dans l'appareil de Marsh donnent naissance à l'hydrogène arsénié qui produit sur un corps froid les taches noires d'arsenic caractéristiques.

Voie sèche. Les arsénites chauffés dans un petit tube à essai, se décomposent et donnent lieu à un sublimé blanc d'anhydride arsénieux qui se dépose sous forme d'anneau blanc dans les parties froides du tube. Chauffés avec l'acétate de sodium sec, ils donnent lieu au dégagement de vapeur de cacodyle à odeur infecte. Ils dégagent l'odeur alliacée lorsqu'on les projette sur des charbons ardents.

Dosage de l'acide arsénieux dans les arsénites. 1° *Dosage par pesées.* On dissout 0gr,5 à 1 gramme d'arsénite dans l'eau pure, puis on acidule fortement par l'acide chlorhydrique et on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré. Dans ces conditions, tout l'arsenic se précipite à l'état de trisulfure jaune. On chauffe légèrement pour rassembler le précipité, puis on le recueille sur un filtre taré; on lave à fond, puis on sèche à 100° et on pèse jusqu'à poids constant; du poids p on déduit le poids x d'anhydride arsénieux par la formule :

$$x = p \times \frac{As^2O^3}{As^2S^3} = p \times 0{,}80488$$

2° *Méthode volumétrique.* Elle repose sur ce fait que, en solution alcaline, l'acide arsénieux des arsénites est transformé en acide arsénique par une solution d'iode, selon la réaction :

$$As^2O^3 + 2I^2 + 2H^2O = As^2O^5 + 4HI$$

Cette réaction montre que 4 atomes d'iode oxydent exactement une molécule d'anhydride arsénieux.

Si donc on a une solution $\frac{N}{10}$ (normale décime) d'iode, c'est-à-dire contenant dans un litre le dixième du poids atomique évalué en grammes soit 12gr,7. On saura que chaque litre de cette liqueur est capable d'oxyder le quarantième d'une molécule, c'est-à-dire $\frac{198}{40} = 4^{gr},95$ d'anhydride arsénieux. Chaque centimètre cube vaudra donc 0gr,00495.

On dissoudra donc l'arsénite en poids connu, dans l'eau; on ajoutera un excès de carbonate, d'ammoniaque, puis goutte à goutte la solution d'iode titrée. Si l'on a pris la précaution de mettre dans la solution d'arsénite un peu d'empois d'amidon, le moindre excès d'iode sera accusé par une coloration bleue intense. On arrêtera aussitôt l'addition d'iode, et le volume total écoulé indiquera la quantité d'anhydride arsénieux qui se trouvait dans la liqueur. Si l'on a versé n centimètres cubes, le poids d'anhydride correspondant est évidemment :

$$x = n \times 0^g,00495$$

2me *Méthode.* On pourrait encore doser l'acide arsénieux en dissolution, acide ou alcaline, par le procédé inverse de la chlorométrie, c'est-à-dire à l'aide d'une solution titrée d'hypochlorite alcalin. — V. *Dictionn.*, Chlorométrie. — R.

ARSÉNIURE. On appelle ainsi les combinaisons ou plutôt les alliages de l'arsenic avec les métaux. On les obtient en général par fusion directe de l'arsenic avec le métal dans un courant d'hydrogène et en présence d'acide borique employé comme fondant. M. Descamps est parvenu à obtenir certains arséniures par réduction des arséniates correspondants, au moyen du cyanure de potassium; les autres réducteurs tels que

l'hydrogène, l'oxyde de carbone, etc., n'agissent que très imparfaitement. En général on n'obtient pas de composés définis, mais simplement des alliages de composition variable.

Arséniure d'antimoine (antimoine arsénical). On le trouve dans la nature, principalement en Californie ; sa composition est très variable. Il est d'un gris d'acier; sa cassure est tantôt grenue, tantôt lamelleuse ; sa dureté est supérieure à celle de l'antimoine natif.

Arséniure de cobalt (Cobalt arsénical ou smaltine). Il se rencontre en masses cristallisées, blanc d'argent, ou en blocs amorphes, couleur gris de fer (Saxe, Vosges, Dauphiné). On doit y rattacher le sulfo-arséniure de cobalt que l'on trouve en Suède et que l'on nomme aussi *cobalt gris* ou *cobaltine*. Ces minéraux renferment presque toujours de notables proportions de fer et de nickel, quelquefois du manganèse.

Arséniure de cuivre. On connaît un arséniure de cuivre naturel, la domeykite, minéral blanc d'étain découvert par M. Domeyko dans les mines de Calabazo au Chili; il est amorphe, compact, à cassure grenue ; sa composition répond à la formule Cu^3As^2. On obtient artificiellement plusieurs alliages dont le plus important est le *tombac* ou cuivre blanc. Pour le préparer on réduit l'acide arsénieux par le charbon en présence du cuivre métallique ; à cause de la volatilité de l'acide arsénieux et de l'arsenic lui-même, la composition de cet alliage est forcément variable; toutefois elle se rapproche en général de celle qui correspond à la formule Cu^4As^2. Le tombac est gris, très cassant, à cassure cristalline; on l'ajoute par petites portions dans les laitons pour les blanchir et surtout pour les rendre plus durs et susceptibles de prendre un plus beau poli. Par voie humide on peut obtenir deux autres arséniures définis répondant aux formules $CuAs^2$ et Cu^3As^2.

Arséniure d'étain. Par fusion directe de l'arsenic et de l'étain, on obtient de véritables alliages plus durs que l'étain, plus blancs et plus sonores, les alliages paraissent se former en toutes proportions. Ils s'oxydent par le grillage; on peut aussi leur faire perdre leur arsenic par simple distillation. L'acide chlorhydrique les attaque en dégageant un mélange d'hydrogène et d'hydrogène arsénié.

Bronze arsénié. L'arsenic entre en faible proportion dans le bronze blanc susceptible d'un beau poli dont on se sert pour la fabrication des miroirs de télescope. Ce bronze contient 33 0/0 d'étain et 67 0/0 de cuivre avec quelques millièmes d'arsenic en plus.

Arséniure de fer. L'arsenic se combine au fer en plusieurs porportions pour former des alliages plus durs, plus cassants et plus fusibles que le fer. Dans la nature on rencontre les divers arséniures répondant aux formules

$$FeAs^2,\ Fe^2As^3 \text{ et } FeAs^4.$$

A ces arséniures proprement dits, se rattache le mispickel ou pyrite arsénicale; c'est un arséniosulfure de fer répondant à la formule FeAsS. Il constitue l'un des plus importants minerais d'arsenic.

Arséniure de nickel. Par fusion du mélange des deux éléments, on obtient directement plusieurs alliages ; en général, ils sont plus fusibles que le nickel pur. Dans la nature on trouve plusieurs composés d'arsenic et de nickel ; entre autres le monoarséniure Ni As appelé aussi nickéline ou kupfernickel, le diarséniure $NiAs^2$ (nickéline blanche ou chlorantite). Ces minéraux renferment souvent du cobalt; ils sont surtout utilisés comme minerais de nickel.

Arséniure de platine. Le platine chauffé avec l'arsenic s'y combine avec incandescence en donnant un arséniure $PtAs^2$ fusible et cassant. De là le danger qu'il y a à calciner dans un creuset de platine, les composés de l'arsenic avec des matières réductrices. Le creuset est presque infailliblement attaqué ; il peut être même percé de part en part et mis complètement hors de service.

Arséniure de plomb. Arsenic et plomb forment directement par fusion, un alliage lamelleux et cassant renfermant environ 20 0/0 d'arsenic. Cet alliage sert à introduire environ 0,2 0/0 d'arsenic dans le métal destiné à la fabrication du plomb de chasse; cette addition lui donne plus de dureté et facilite la granulation.

Hydrogène arsénié (Arséniure d'hydrogène, hydrure d'arsenic gazeux). C'est un gaz. Densité de vapeur par rapport à l'hydrogène = 39. Poids moléculaire = 78. Il répond donc à la formule AsH^3 analogue à celle de l'ammoniaque et à celle de l'hydrogène phosphoré. On peut considérer le corps comme le type des diverses combinaisons que l'arsenic forme avec les radicaux alcooliques, combinaisons que l'on a désignées sous le nom générique *arsines* et qui, par leurs propriétés basiques, se rapprochent beaucoup des *amines* dont l'ammoniaque AzH^3 est le type. L'hydrogène arsénié diffère de l'ammoniaque par sa solubilité dans l'eau qui est faible et surtout en ce qu'il est neutre par rapport à la teinture de tournesol et par rapport à tous les acides. L'hydrogène arsénié a été découvert par Schèele ; c'est un gaz incolore, d'une odeur fortement alliacée et très désagréable; comme on l'a dit déjà plus haut il est extrêmement vénéneux et, à très faible dose, il occasionne déjà des vertiges et des vomissements.

On prépare ce corps par l'action de l'acide chlorhydrique sur les arséniures d'étain ou de zinc ; il contient toujours plus ou moins d'hydrogène libre. Il se forme encore chaque fois que l'hydrogène naissant se trouve en présence d'une combinaison d'arsenic susceptible de réduction (les acides de l'arsenic, par exemple) ; c'est la réaction que l'on utilise en toxicologie pour la recherche de l'arsenic par l'appareil de Marsh. La chaleur et l'électricité décomposent l'hydrogène arsénié en ses éléments. Si on l'enflamme, il brûle au contact de l'air en excès en donnant de l'eau et de l'anhydride arsénieux.

$$2AsH^3 + 3O^2 = As^2O^3 + 3H^2O$$

Mais si l'oxygène n'arrive pas en quantité assez abondante, ou bien si on vient à refroidir la flamme en l'écrasant à l'aide d'une corps froid, l'hydrogène brûle seul, et il se forme de l'arsenic en vapeur qui vient se condenser sur le réfrigérant en formant des taches noires.

L'hydrogène arsénié pur est complètement absorbé par la dissolution de sulfate de cuivre; il se précipite de l'arséniure de cuivre :

$$2AsH^3+3SO^4Cu=3SO^4H^2+Cu^3As^2$$

L'hydrogène arsénié réduit l'azotate d'argent en solution ammoniacale; il se forme de l'acide arsénieux et de l'acide azotique qui sont tous deux neutralisés par l'excès d'ammoniaque.

$$AsH^3+6AzO^3Ag+3H^2O$$
$$=6AzO^3H+AsO^3H^3+3Ag^2$$

C'est sur ces deux réactions que l'on fonde l'emploi des dissolutions de cuivre ou d'argent pour la purification de l'hydrogène préparé par l'acide sulfurique et le zinc ordinaire susceptibles tous deux de renfermer de l'arsenic.

Hydrure d'arsenic solide, As^4H^2. Ce corps se forme dans plusieurs circonstances; en particulier il pourrait se former dans l'appareil de Marsh en l'absence de matières organiques et en présence d'acide azotique.

Chlorure d'arsenic, $AsCl^3$. Poids moléculaire 181,5. Il est liquide; il ne bout qu'à 134° mais il est néanmoins très volatil.

Ce corps n'est pas employé dans l'industrie, mais il est intéressant à connaître, car on doit éviter sa formation par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'arsenic en présence de l'air; à cause de sa volatilité il exposerait en effet à des pertes dans les dosages; il est de plus très dangereux car, s'il était absorbé, il se transformerait dans l'organisme en anhydride arsénieux et en acide chlorhydrique.

$$2AsCl^3+3H^2O=As^2O^3+6HCl$$

Bromure d'arsenic, $AsBr^3$. Il est solide, facilement fusible et volatil.

Iodure d'arsenic, AsI^3. Solide rouge, également fusible à basse température et très volatil.

Composés oxygénés de l'arsenic. L'arsenic se combine avec l'oxygène en donnant deux composés importants : l'anhydride arsénieux As^2O^3 et l'anhydride arsénique As^2O^5.

Anhydride arsénieux. L'anhydride arsénieux, improprement appelé *acide arsénieux* a pour densité de vapeur 13,85; si l'on en déduit son poids moléculaire, on trouve que la formule de ce composé doit s'écrire As^4O^6; malgré cela, on a coutume de conserver l'ancienne formule As^2O^3 qui permet de mieux mettre en évidence les analogies de l'arsenic avec l'azote et le phosphore.

On a décrit au *Dictionnaire*, les divers états allotropiques sous lesquels peut se présenter l'anhydride arsénieux; on a décrit également sa préparation industrielle et ses diverses applications; nous n'avons pas à y revenir.

L'anhydride arsénieux en solution aqueuse est un réducteur énergique, grâce à sa tendance à se transformer en acide arsénique; il agit comme tel, instantanément sur les solutions d'iode, de brome, de chlore, etc. Aussi est-ce un réactif très précieux pour l'analyse quantitative par liqueurs titrées.

Acide arsénieux. L'acide arsénieux devrait se produire par l'action de l'eau sur l'anhydride arsénieux

$$As^2O^3+3H^2O=2As(OH)^3$$

On ne connaît pas l'acide libre; il est probable qu'il existe dans la solution aqueuse de l'anhydride, mais dès qu'on veut l'isoler par évaporation de l'excès d'eau, il se deshydrate complètement.

Avec les bases, l'anhydride arsénieux donne des sels mono, di ou trimétalliques qui correspondent à la formule générale donnée pour l'acide AsO^3H^3. On peut donc dire que l'acide arsénieux est tribasique. — V. Arsénite.

Anhydride arsénique. Il a pour formule As^2O^5; on l'obtient par oxydation de l'anhydride arsénieux à l'aide du chlore ou de l'acide azotique; on évapore à sec puis on calcine au rouge naissant.

C'est une masse amorphe, blanche, déliquescente à l'air et se dissolvant lentement dans l'eau pour donner l'acide arsénique normal.

$$As^2O^5+3H^2O=2AsO^4H^3$$

En outre de cet acide normal, tribasique, l'anhydride arsénique, comme son analogue l'anhydride phosphorique, peut donner avec l'eau deux autres acides, savoir : l'acide pyroarsénique $As^2O^7H^4$, tétrabasique et l'acide métaarsénique AsO^3H, monobasique.

Acide arsénique normal. Sa formule AsO^4H^3 est tout à fait analogue à celle de l'acide phosphorique ordinaire PhO^4H^3; c'est toujours lui qui se forme par oxydation de l'anhydride arsénieux en solution aqueuse. La solution d'acide arsénique est très acide, elle est caustique et attaque énergiquement la peau. Les divers usages de l'acide arsénique ont été décrits au *Dictionnaire*, Caractères analytiques. — V. Arséniate.

Sulfure d'arsenic. On connaît un grand nombre de combinaisons définies de l'arsenic avec le soufre. Les plus importantes sont les sulfures As^2S^3 et As^2S^5 correspondant aux oxydes, anhydride arsénieux et anhydride arsénique. Tous ces sulfures peuvent être préparés directement;

Le trisulfure As^2S^3 se trouve dans la nature. il est employé comme couleur jaune on le connaît sous les noms d'*orpin jaune* ou *orpiment*. — V. ce mot.

On trouve dans la nature un bisulfure As^2S^2 connu sous le nom de *réalgar* (V. ce mot au *Dictionnaire*); c'est une belle couleur rouge utilisée dans la peinture à l'huile.

Recherche et dosage de l'arsenic. *Par voie sèche*. Tous les composés renfermant de l'arsenic, projetés sur les charbons ardents ou chauffés seuls sur le charbon à la flamme réductrice du chalumeau, dégagent l'odeur alliacée bien connue et très caractéristique.

Tous les composés qui renferment de l'arsenic, chauffés dans un petit tube fermé par un bout avec du carbonate de soude (fondant) et du cya-

nure de potassium (réducteur), abandonnent de l'arsenic qui se sublime sous forme d'un anneau noir miroitant.

Les composés oxygénés de l'arsenic réduits en poudre fine et sèche et mêlés à l'acétate de sodium fondu et pulvérisé, donnent lieu, si on les chauffe dans un petit tube à essai, au dégagement d'une odeur infecte. Le corps qui se forme est le cacodyle (de κακος mauvais et ὄζειν sentir). Ce corps est très vénéneux; il s'enflamme spontanément à l'air en répandant des vapeurs d'anhydride arsénieux. Le cacodyle est une arsine. Sa formule de constitution peut s'écrire :

$$\begin{matrix} As{=}(CH^3)^2 \\ | \\ As{=}(CH^3)^2 \end{matrix}$$ c'est la diméthylarsine.

Cette réaction est extrêmement sensible et très caractéristique.

Voie humide. Tous les composés qui renferment de l'arsenic, traités avec précaution par l'acide azotique ou l'eau régale produisent de l'acide arsénique qui, introduit dans l'appareil de Marsh donne l'hydrogène arsénié et les taches d'arsenic caractéristiques.

Appareil de Marsh (V. *Dictionnaire*). Dans l'appareil de Marsh, pour la production de l'hydrogène naissant, on doit employer du zinc pur et de l'acide sulfurique pur pour pouvoir tirer de l'essai des conclusions certaines. Or, dans ces conditions le zinc est très lentement attaqué; on arrive très aisément à rendre l'action de l'acide plus vive en ajoutant dans le flacon d'attaque quelques fils de platine ou bien quelques gouttes d'une dissolution de chlorure platinique.

Dosage de l'arsenic par l'appareil de Marsh. On a vu dans le *Dictionnaire* que l'on pouvait doser l'arsenic sortant de l'appareil de Marsh sous forme d'hydrogène arsénié, en décomposant ce

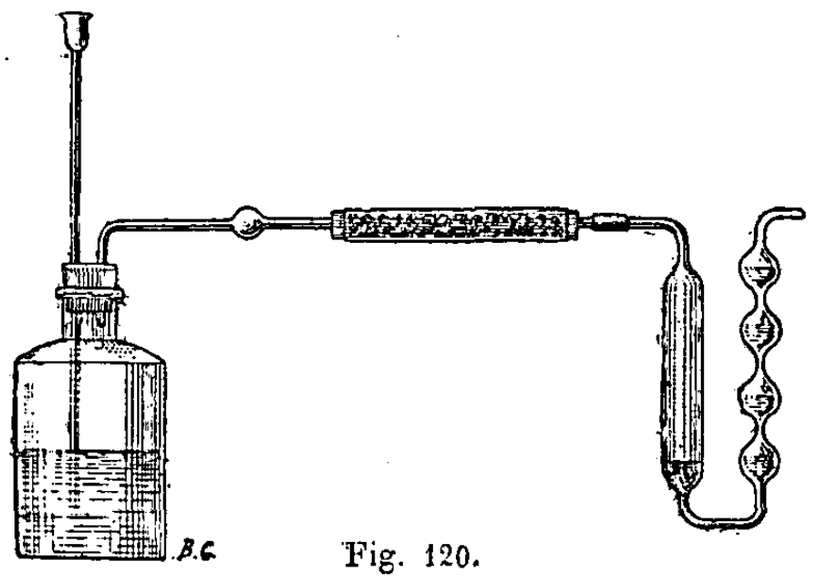


Fig. 120.

dernier par la chaleur et pesant le sublimé d'arsenic métallique déposé sous forme d'anneau. On peut encore opérer autrement et de façon plus exacte en se basant sur la réaction du gaz hydrogène arsénié sur l'azotate d'argent :

$$AsH^3 + 6AzO^3Ag + 3H^2O = 6AzO^3H + AsO^3H^3 + 3Ag^2$$

Par cette réaction on voit que chaque atome d'arsenic précipite 6 atomes d'argent métallique; en d'autres termes, à chaque atome d'argent précipité, correspond 1/6 d'atome soit $\frac{75}{6} = 12^{gr},5$ d'arsenic.

Si donc on place à la suite de l'appareil de Marsh (fig. 120) un tube à boules contenant 50 centimètres cubes d'azotate d'argent $\frac{N}{10}$ (normal décime) additionné d'ammoniaque (5 centimètres cubes environ) et d'un peu d'eau, puis, si après la réaction on détermine par liqueur $\frac{N}{10}$ de chlorure de sodium l'excès d'argent non réduit, égal par exemple à m centimètres cubes liqueur normale décime, la quantité d'arsenic dégagé de l'appareil de Marsh sera donnée par la formule :

$$x = (50 - m) \times 0^{gr},00125$$

Séparation de l'arsenic d'avec les métalloïdes et les métaux. Tous les composés d'arsenic se dissolvent dans l'acide azotique en donnant de l'acide arsénique; on évapore à sec, puis on reprend par l'eau fortement acidulée par l'acide chlorhydrique pur; dans la dissolution ainsi obtenue, on fait passer à chaud un courant d'hydrogène sulfuré jusqu'à refus et l'on obtient un précipité qui, avec le sulfure As^2S^3 peut contenir tous les sulfures des métaux des deux premières sections. Si l'on fait digérer le précipité dans le sulfure ammonique, on sait que les sulfures de la première section se dissolvent seuls avec le sulfure d'arsenic; après filtration, destruction du sulfure ammonique par l'acide chlorhydrique et enlèvement de l'excès de soufre par le sulfure de carbone, il ne reste plus à séparer l'arsenic que des quatre métaux, or, platine, antimoine et étain. On redissout les sulfures dans l'eau régale; on neutralise par la soude puis, à l'aide de l'acide oxalique on réduit l'or à l'état métallique, à l'aide du chlorure de potassium on précipite le platine à l'état de chloroplatinate K^2PtCl^6; on filtre et on reprécipite par l'hydrogène sulfuré; on dissout le mélange de sulfures par du sulfure de potassium et on sature la liqueur par un courant d'anhydride sulfureux; on chauffe ensuite au bain-marie jusqu'à expulsion complète de l'anhydride sulfureux, enfin on filtre pour séparer le précipité formé, qui contient tout l'étain et l'antimoine, tandis que la liqueur renferme la totalité de l'arsenic à l'état d'arsénite de potassium.

ASCENSEUR. L'Exposition universelle de 1889 a donné l'occasion d'établir des ascenseurs de divers systèmes qui présentent un intérêt particulier et que nous allons décrire. Le problème à résoudre consistait à rendre à la fois rapide l'ascension de la tour Eiffel et l'accession à un nombreux public.

Trois sortes d'ascenseurs ont été appliquées à la tour de 300 mètres : 1° deux ascenseurs du système Roux, Combaluzier et Lepape, dit *à piston articulé*, allant du sol au premier étage; 2° deux ascenseurs du *système américain Hotties*, à câbles en acier et poulies mouflées, allant du sol au second étage, avec arrêt au premier; 3° l'ascenseur du système Edoux, *à piston plongeur* et à cabines équilibrées, allant du second étage au sommet de la tour.

Voici les dispositions principales de ces trois installations remarquables.

Ascenseur Roux, Combaluzier et Lepape (fig. 121 à 127). Deux ascenseurs de ce système sont installés dans les piliers est et ouest de la tour Ils ont été étudiés par M. Guyenet, ingénieur, et construits par MM. Carion-Delmotte, d'Anzin.

Ces ascenseurs sont appliqués depuis le sol jusqu'au premier étage de la tour en suivant la courbure variable des montants inclinés du monument et en faisant parcourir aux cabines une hauteur verticale de 54m,25, comptée depuis le plancher de départ inférieur, situé à 3m,38 du sol (fig. 1).

Le principe du système à piston articulé consiste à substituer, au piston rigide d'un ascenseur ordinaire, un piston fractionné en petits éléments articulés entre eux, le tout pouvant suivre le chemin courbe des montants de la tour. A cet effet, le piston ou l'organe qui le remplace a eté

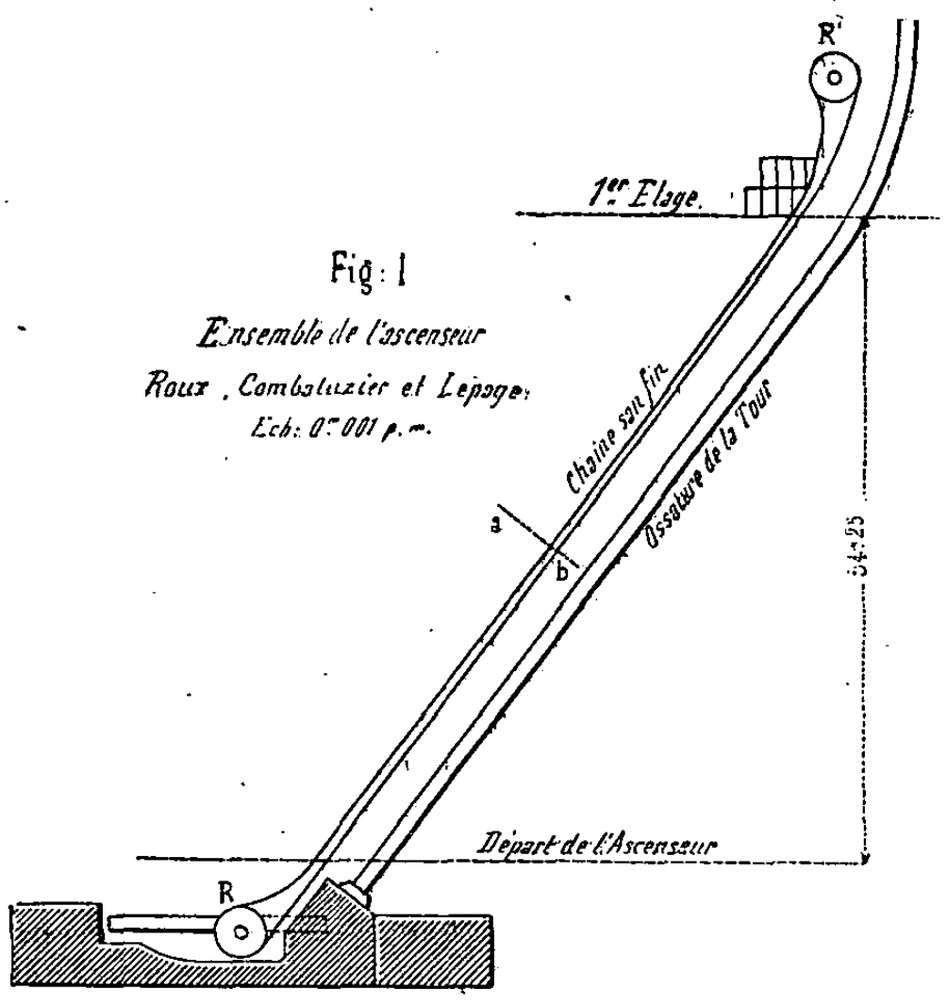
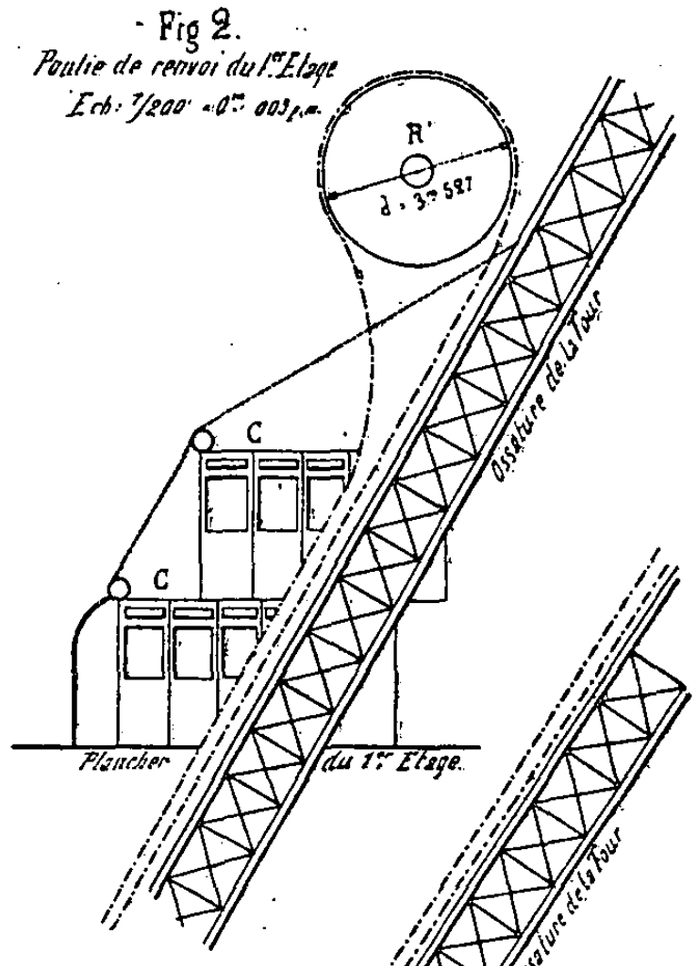


Fig: 1
Ensemble de l'ascenseur Roux, Combaluzier et Lepape.
Ech: 0m 001 p. m.



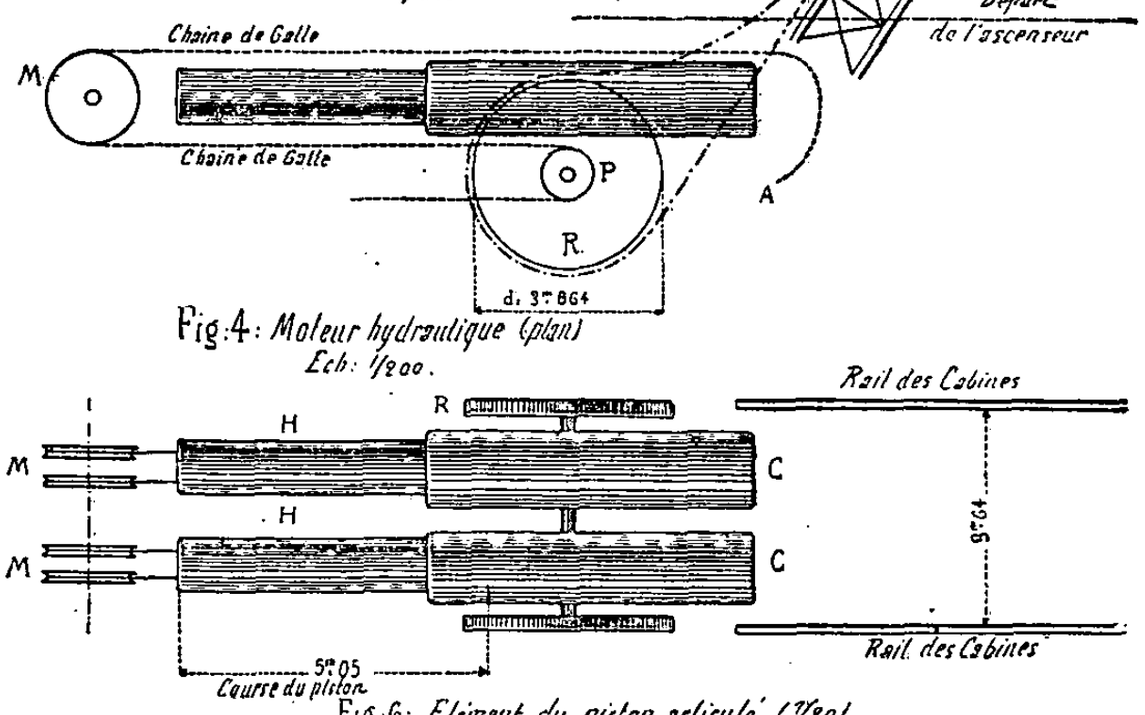


Fig: 3: *Moteur hydraulique (Elévation)*
Ech. 1/200

Fig: 4: *Moteur hydraulique (plan)*
Ech: 1/200.

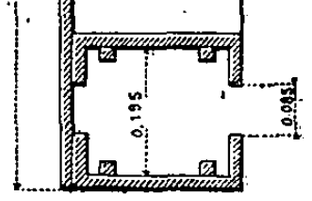


Fig: 5. *Ech: 1/15*
Coupe sur ab de la fig: 1
Les deux gaines métalliques juxtaposées.

Fig 6: *Element du piston articulé. (1/20)*

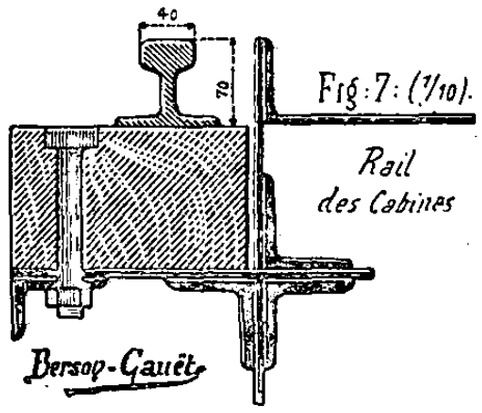


Fig: 7: (1/10).
Rail des Cabines

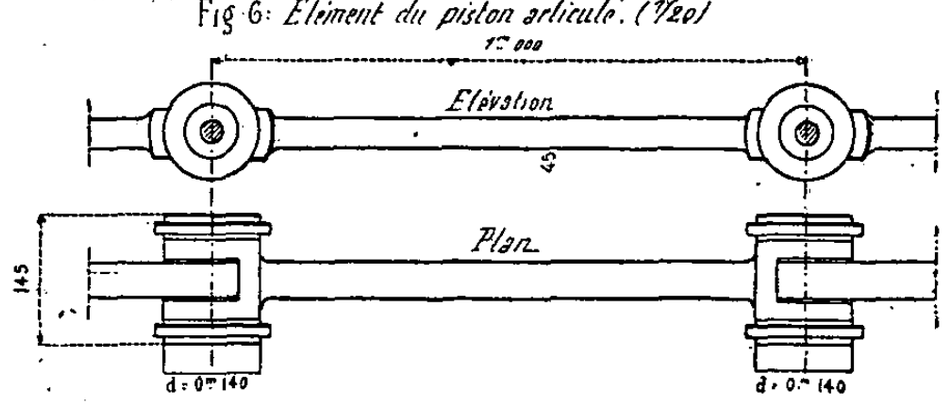


Fig. 121 à 127. — *Ascenseur Roux, Combaluzier et Lepape*

formé par des barres cylindriques rigides d'un mètre de longueur et de 45 millimètres de diamètre (fig. 6), articulées entre elles bout à bout et maintenues dans une gaine métallique rectangulaire, présentant une très grande résistance et reliée très solidement aux montants courbes de la tour. Dans ces conditions, ce piston articulé peut travailler à la compression comme le fait le piston rectiligne d'un ascenseur ordinaire et, dès lors, si ce piston articulé est poussé et mis en mouvement, il pourra entraîner une cabine à voyageurs à laquelle il sera relié mécaniquement. De plus, en réunissant les deux extrémités d'un tel système articulé, on en fait une chaîne sans fin qui peut se mouvoir sur deux poulies, R et R' (fig. 1), comme la chaîne d'une drague. Il suffit pour compléter le mécanisme d'imprimer, par un moyen quelconque, à l'une de ces poulies, un mouvement de rotation pour entraîner le circuit et produire l'ascension de la cabine. Cette installation a été réalisée de la manière suivante :

Les figures 2 à 4 rendent compte des dispositions adoptées, qui comprennent deux systèmes de pistons articulés semblables, placés parallèlement et appliqués sur les montants de la tour, ainsi que le montrent les figures 2 et 3. Une cabine C C, à deux étages (fig. 2), est placée entre ces deux systèmes de chaînes sans fin. Cette cabine repose au moyen de deux galets de 60 centimétres de diamètre, sur deux rails en acier, distants de 3m,64, qui sont fixés à l'ossature métallique de la tour (fig. 4).

La figure 3 montre que chacune des chaînes sans fin est enroulée, à la partie inférieure, près du sol, sur une grande roue R (3m,864 de diamètre), qui est la roue motrice du système, et à la partie supérieure (fig. 2), c'est-à-dire au premier étage de la tour, sur une poulie de renvoi R', Quant à la gaine métallique qui sert de guide et de passage à la chaîne sans fin, c'est un tube rectangulaire de 0m,250 de largeur sur 0m,195 de hauteur (fig. 5). Cette gaine, qui est continue comme la chaîne sans fin, entoure la roue motrice inférieure R et la roue de renvoi supérieure R' ; mais dans toute l'étendue correspondante à la course de la cabine, les deux parties de la gaine sont juxtaposées ainsi que le montre la figure 5, et forment deux guides parallèles emprisonnant les deux brins de la chaîne sans fin. C'est le brin inférieur qui est relié à la cabine et l'accompagne dans son déplacement. D'autre part, la chaîne sans fin est, comme il a été dit, formée de barres rigides d'un mètre de longueur; ces barres sont articulées bout à bout au moyen d'un axe horizontal, muni à ses deux extrémités de galets de roulement de 0m,140 de diamètre (fig. 6). Ces galets roulent sur des rails formant les nervures intérieures de ladite gaine (fig. 5). Il y a quatre files de rails, deux en haut de la gaine, deux en bas; c'est sur ces files de rails que roulent les galets de la chaîne sans fin, ces galets touchant les files de rails, soit en haut, soit en bas de la gaine.

La cabine est reliée par ses deux faces latérales à chacun des brins inférieurs des deux chaînes sans fin entre lesquelles elle est placée. Les gaines inférieures présentent chacune une fente longitudinale de 85 millimètres de hauteur (fig. 5), laissant passer les tôles reliant la cabine à un piston hydraulique d'attache faisant partie de la chaîne sans fin. Ce piston hydraulique a pour objet de tendre plus ou moins le circuit ou chaîne rigide; et, de plus, afin de répartir les efforts sur les deux chaînes ou circuits sans fin, les deux cylindres hydrauliques d'attache, qui font partie de ces circuits, sont mis en communication.

Les deux chaînes rigides sont actionnées par un moteur hydraulique, constitué par deux pistons horizontaux H H, d'un mètre de diamètre chacun et de 5m,05 de course (fig. 4). La pression est communiquée à ces deux cylindres par l'action de l'eau emmagasinée dans des réservoirs placés à 115 mètres de hauteur au-dessus du sol, au deuxième étage. La course de 5m,05 des pistons plongeurs représente le parcours réduit de la cabine à voyageurs ; c'est-à-dire que cette dernière parcourt le chemin vertical de 54m,25 pendant que les deux pistons se déplacent horizontalament de 5m,05. L'extrémité libre de chacun de ces deux pistons porte deux poulies de mouflage sur chacune desquelles passe une chaîne de Galle, amarrée en A (fig. 3 et 4). Ces chaînes actionnent des pignons P, montés sur l'arbre portant les roues motrices inférieures R du circuit continu.

Pour mettre en mouvement les circuits sans fin et effectuer la montée de la cabine, on fait communiquer les deux cylindres H, H (fig. 4) avec l'eau venant des réservoirs supérieurs. Les pistons de ces cylindres entraînent les chaînes de Galle (fig. 3 et 4) qui actionnent directement l'arbre moteur et les grandes roues motrices inférieures. Alors, ces dernières mettent en mouvement les deux circuits continus. Pour effectuer la descente de la cabine, il suffit de faire communiquer les cylindres hydrauliques avec l'échappement.

Il est facile de reconnaître que cette installation présente une grande sécurité, due à l'emprisonnement des circuits continus. En effet, dans le cas d'une rupture de l'un ou même de ces deux circuits, leurs éléments constitutifs étant jointifs se trouveraient encore maintenus dans les gaines métalliques, et le contact de l'un à l'autre, ne pouvant cesser, empêcherait toute chute de se produire. La cabine serait donc suspendue comme avant la rupture des circuits.

La cabine comprend deux étages pouvant contenir chacun cinquante personnes. Elle a 3m,20 de largeur, tandis que la largeur de la voie ferrée, installée sur les montants de la tour, est de 3m,64 (fig. 4). Cette disposition a pour effet d'augmenter la stabilité de la cabine sur la voie ferrée. Le poids de la cabine est de 8,200 kilogrammes; et en admettant que le poids moyen d'un voyageur soit de 70 kilogrammes, il en résulte pour les cent voyageurs un poids de 7,000 kilogrammes. C'est donc, y compris la charge de la cabine, un poids total de 15,200 kilogrammes qui est élevé à la hauteur de 54m,25, à la vitesse d'un mètre par seconde. Ajoutons que le chemin parcouru par la cabine, suivant la courbure du monument, est de

66m,60. La figure 7 montre la disposition des rails des cabines sur l'ossature de la tour.

Les deux ascenseurs peuvent élever ensemble à l'heure, 2,400 personnes, à raison de 12 voyages chacun.

En résumé le nouveau système d'ascenseur, dit à *piston articulé*, n'est pas constitué (comme sa dénomination pourrait le faire croire) par un piston proprement dit se mouvant dans un cylindre; il en diffère essentiellement et est caractérisé par une *chaîne sans fin*, formée de barres rigides articulées. Cette chaîne est assujettie à se mouvoir dans une gaine ou coffre dans lequel elle est pour ainsi dire emprisonnée. Cette chaîne est mise en mouvement au moyen de deux roues sur lesquelles elle s'enroule, et l'une de ces roues est actionnée par un système de deux pistons hydrauliques, système qui constitue le moteur de l'ascenseur. La chaîne sans fin ou circuit continu est donc l'organe caractéristique de ce nouvel ascenseur et la gaine métallique de ce circuit constitue la sécurité de cette installation considérable, dont l'ensemble est représenté par la vue perspective (fig. 128). Sur la droite se trouve un détail perspectif du piston articulé et de la gaine métallique dudit piston.

Ascenseur américain, système Hotties. Deux ascenseurs de ce système sont installés dans les deux piliers nord et sud de la tour Eiffel Ils vont directement du rez-de-chaussée au second étage

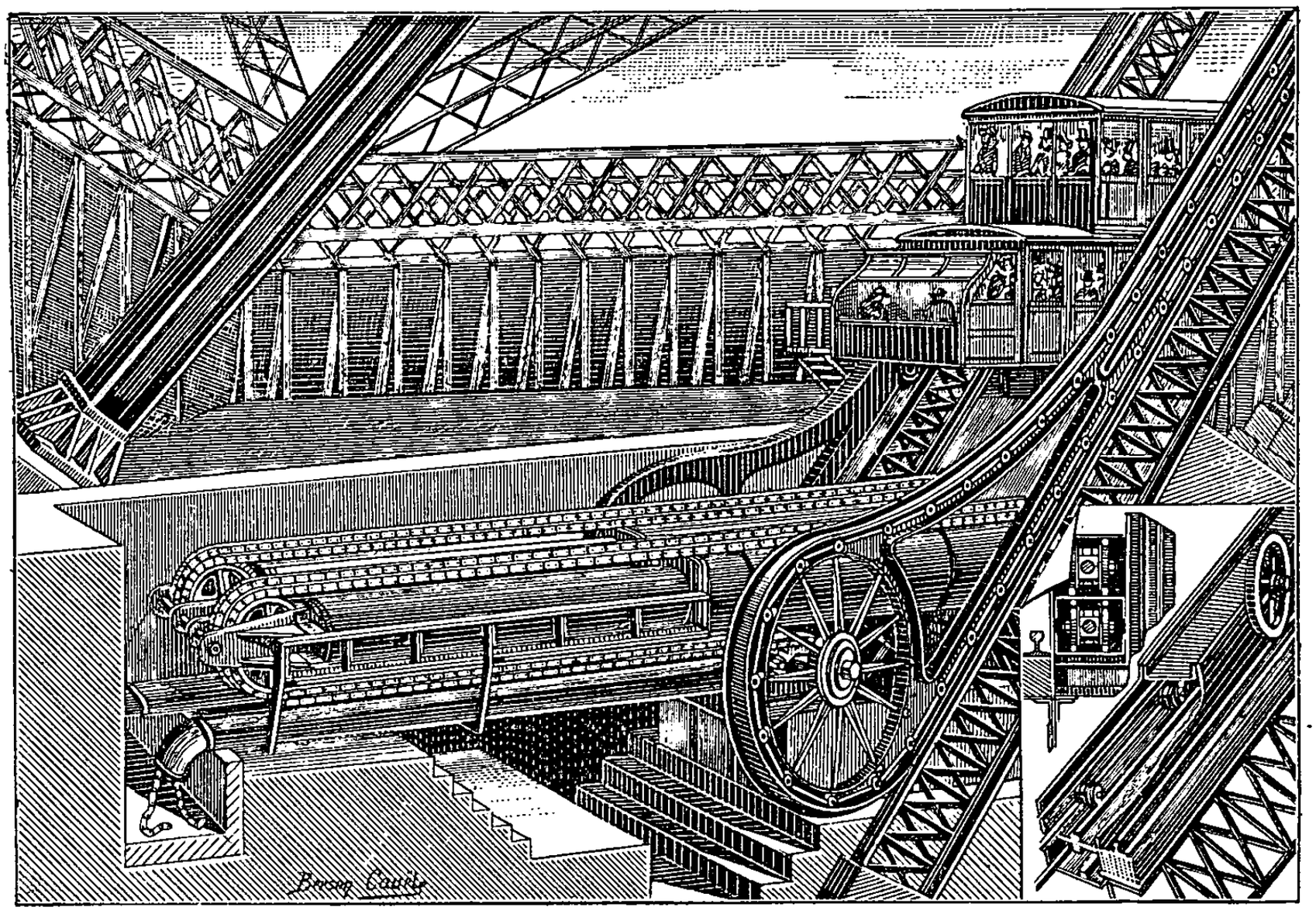


Fig. 128. — *Ensemble du mécanisme de l'ascenseur Roux, Combaluzier et Lepape.*

(fig. 8 de la p. 238), avec arrêt facultatif au premier étage. Ils font ainsi parcourir aux cabines une distance verticale de 113m,40; mais le chemin courbe suivi est de 150 mètres.

Le système Hotties, qui est appliqué depuis longtemps, consiste en un piston hydraulique actionnant un système de poulies mouflées. Dans l'application de ce système à la tour Eiffel, le cylindre a 11 mètres de longueur et 0m,95 de diamètre. Il est placé parallèlement à l'un des montants de la tour auquel il est fixé. Le piston de ce cylindre est actionné par l'eau des réservoirs, installés au second étage (à la hauteur de 113m,40). Il résulte de cette disposition une pression qui dépasse onze atmosphères La tige de ce piston agit sur un chariot portant six poulies mobiles de 1m,50 de diamètre, montées sur un même axe. Ces six poulies correspondent à un système analogue de six autres poulies, le tout formant une moufle très puissante à douze brins. Le garant ou brin libre de cette moufle s'élève un peu plus haut que le second étage de la tour, et là, après s'être enroulé sur une poulie de renvoi, ce garant redescend et vient s'amarrer à la cabine. D'après la disposition, un déplacement d'un mètre du piston dans le cylindre correspond à une élévation de 12 mètres de la cabine.

Une partie du poids de la cabine est équilibrée au moyen d'un contrepoids roulant sous le chemin de l'ascenseur.

La cabine est suspendue par six fils d'acier. Un seul de ces fils est assez résistant pour porter, en toute sécurité, le poids de la cabine.

Les câbles travaillent au maximum au 1/10 de la rupture, c'est-à-dire à 8 kilogrammes par millimètre carré de section transversale, tandis que

ces fils d'acier présentent une résistance à la traction de 80 kilogrammes par millimètre carré.

Sous cette cabine est placée un frein de sûreté qui fonctionnerait automatiquement en cas de rupture de l'un des câbles ou même si l'un de ces câbles subissait une extension dangereuse. Le contrepoids de la cabine est également pourvu d'un appareil de sûreté.

Chaque cabine Hotties peut prendre seulement cinquante personnes, c'est-à-dire moitié des cabines de l'ascenseur Roux ; mais la vitesse est de deux mètres par seconde ; l'ascenseur Hotties peut donc faire le même service que l'ascenseur Roux, Combaluzier et Lepape, décrit ci-dessus.

Fig. 8

Distribution des Etages.

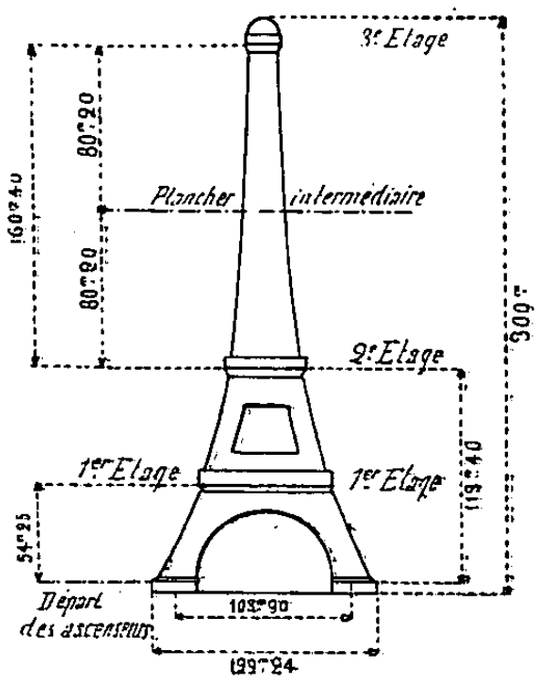


Fig. 11

Détail des Cabines.

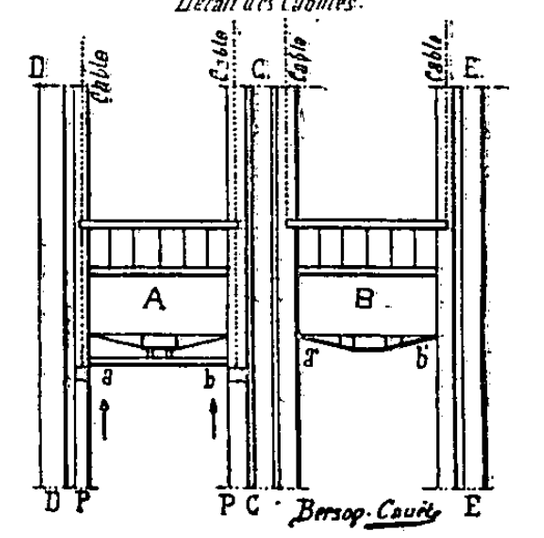


Fig. 9

Coupe sur la diagonale M N du plan (Fig. 10).

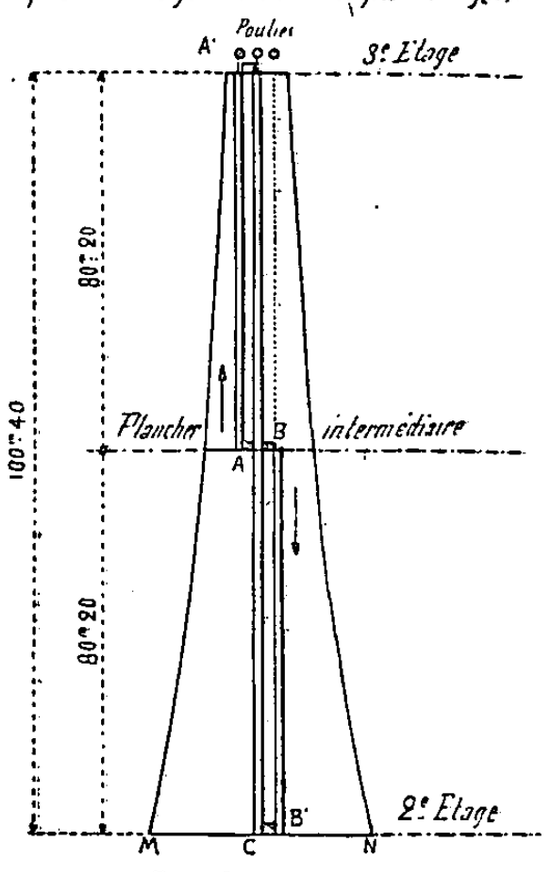


Fig. 10

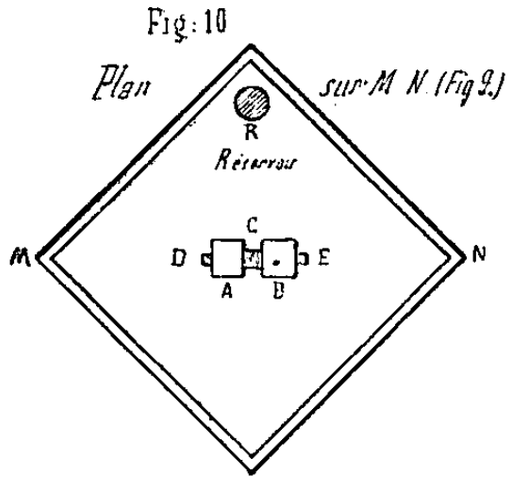


Fig. 129 à 132. — *Ascenseur Edoux à la Tour Eiffel.*

Ascenseur du systéme Edoux (fig. 129 à 132). Cet ascenseur à piston plongeur est appliqué à la tour Eiffel sur une hauteur de 160m,40, depuis le second étage (ou seconde plate-forme) jusqu'au sommet de la tour (fig. 8 et 9).

Le principe de cet ascenseur est le même que celui de l'ascenseur du Trocadéro, établi dès l'année 1878 par l'inventeur M. Edoux (voir la description donnée de cet ascenseur au 1er vol. du *Dictionnaire*). Mais à la Tour Eiffel, la disposition de l'ascenseur est absolument nouvelle et consiste principalement en ce que le système se compose de deux cabines se faisant équilibre ; l'une de ces cabines est actionnée par deux pistons hydrauliques.

La distance à franchir entre le second étage et la plate-forme supérieure de la tour étant de 160m,40, cet intervalle a été divisé en deux parties égales au moyen d'un plancher intermédiaire (fig. 8 et 9). Cela étant, on comprendra la réalisation du système en admettant que les deux cabines A et B de même poids (fig. 9), actuellement sur le plancher intermédiaire, se fassent équilibre au moyen de câbles s'élevant un peu plus haut que la plate-forme supérieure de la tour en passant sur des poulies établies à cette hauteur. Cela étant, pendant que la cabine A s'élèvera pour occuper la position A', la cabine B descendra en B' sur le plancher M N du deuxième étage. Les voyageurs quitteront cette cabine B' au deuxième étage et seront remplacés par d'autres voyageurs que l'on élèvera jusqu'à l'étage intermédiaire en B. Pendant la même période de temps, les voyageurs arrivés au sommet de la tour, en A', seront remplacés par d'autres qui descendront de A' en A sur le plancher intermédiaire. A ce moment, les deux cabines seront donc sur le plancher intermédiaire et les voyageurs changeront de cabines : ceux de la cabine A passeront en B pour descendre en B', au second étage, tandis que les voyageurs de B passeront en A pour être élevés jusqu'au sommet de la tour, en A', et ainsi de suite. Ainsi au moyen d'un transbordement, effectué sur le plancher intermédiaire, les voyageurs parcourront, soit en montant, soit en descendant, l'intervalle de 160m,40 qui sépare le deuxième étage de la tour de sa plate-forme finale.

L'ossature, servant de guide aux cabines, se compose : 1° d'une poutre verticale en tôle rivée, en forme de caisson C (fig. 9 et 10), occupant l'axe de la tour, ayant une longueur de 160m,40 et 2° de deux autres poutres D E, de 80m,20 de longueur, placées l'une à gauche, l'autre à droite de la poutre centrale. L'une de ces poutres s'étend du second étage au plancher intermédirire et l'autre de ce plancher au sommet de la tour (fig. 9). Les deux cabines A et B, guidées par ces trois poutres verticales, se meuvent dans les deux intervalles déterminés par ces poutres.

Quant à l'installation hydraulique actionnant le système des deux cabines équilibrées, elle est la suivante : la cabine A (fig. 11) est portée et

poussée de bas en haut par des pistons P, P, de presses hydrauliques. Ces pistons agissent directement sur les extrémités d'un palonnier *a b*, ou pièce horizontale placée sous la cabine. De plus, cette cabine est soutenue, à sa partie supérieure, par deux câbles passant sur des poulies, installées un peu plus haut que la plate-forme du troisième étage (fig. 9) ; ces câbles redescendent pour venir s'amarrer à la partie supérieure de la cabine B. De même, les extrémités du palonnier *a b* (fig. 11) de la cabine A sont soutenues par des câbles qui, après avoir passé sur des poulies, au sommet de la tour, redescendent et viennent s'amarrer aux extrémités du palonnier *a' b'* de la cabine B.

Une seule cabine A est actionnée directement et l'ascension de la cabine B, qui se fait en même temps que la descente de la cabine A, s'obtient par l'évacuation plus ou moins rapide de l'eau des cylindres.

Dans la disposition précédente, on a admis que les deux cabines chargées de voyageurs se faisaient équilibre. Dans ce cas, les pistons n'auront qu'à vaincre les frottements dans les cylindres; mais, au début, il faudra nécessairement soulever une cabine chargée, ce qui exigera une certaine puissance que les pistons devront fournir. Les ascenseurs ont été calculés en conséquence.

L'ascenseur Edoux élève 750 voyageurs à l'heure, de la deuxième plate-forme au sommet de la tour, à raison de 12 voyages comprenant chacun 60 à 65 voyageurs. La durée de chaque voyage est de cinq minutes, y compris le temps du transbordement des voyageurs à l'étage intermédiaire.

Les deux cylindres moteurs sont alimentés par un réservoir de 20 mètres cubes, placé au sommet de la tour. Cette eau est fournie par deux pompes placées au bas de la tour et élevant l'eau à 276 mètres au-dessus du sol.

Les trois systèmes d'ascenseurs qui desservent la tour Eiffel ont nécessité l'installation de diverses pompes à vapeur dans les caves réservées aux pieds de la tour. Ces pompes exigent une puissance de 300 chevaux, lorsque tous les ascenseurs fonctionnent simultanément comme cela s'est réalisé pendant la période de l'Exposition de 1889. — L.-A. B.

• **Ascenseur électrique.** L'ascenseur électrique dont la description suit a fonctionné pendant l'Exposition universelle, pour monter les voyageurs jusqu'au sommet de l'un des deux pylones situés aux angles du palais des machines. La conception et la construction de cet ascenseur sont dues à M. Chrétien. Nous pouvons ajouter que l'appareil a donné pleine satisfaction pendant toute la durée de l'Exposition.

Voici le problème que M. Chrétien s'est posé : utiliser le courant d'une machine dynamo-électrique, située à distance, à la manœuvre d'une cabine d'ascenseur; sans que les voyageurs ressentent aucun malaise ou subissent des effets de vertige, même les plus anodins. Cette condition nécessaire et suffisante exige qu'au démarrage, qu'il s'agisse de l'ascension ou de la descente, la vitesse croisse insensiblement jusqu'à un certain maximum où elle se maintiendra pendant la plus grande partie du trajet, pour diminuer ensuite progressivement et devenir nulle à la fin de la course.

Aucun appareil n'est plus apte que le moteur électrique à se prêter à ce régime intermittent de vitesse et de travail variable.

La machine Gramme génératrice, débitant 50 ampères, sous un potentiel de 200 volts, était située dans la galerie des machines, dans l'emplacement dévolu à l'exposition de la Compagnie électrique, à une distance d'environ 250 mètres du pylone. Deux autres machines Gramme, placées en série et se trouvant au sommet de l'édifice, reçevaient le courant électrique émanant de la génératrice.

L'appareil imprimant les mouvements alternatifs d'ascension et de descente à la cabine, était composé de deux parties identiques, commandées symétriquement par les deux réceptrices.

En cas d'accident affectant une des deux parties, l'autre est capable de subvenir aux besoins de fonctionnement de l'ascenseur.

Chacun des moteurs électriques (fig. 133 et 134) actionnait un arbre horizontal, *a*, par l'intermédiaire d'un manchon d'accouplement spécial, qui consistait en demi-plateaux en fonte, calés, l'un sur l'extrémité de l'axe des moteurs, l'autre sur l'extrémité de l'arbre *a*.

Chacun des plateaux portait des saillies enveloppées d'une bande de caoutchouc, s'emboîtant exactement dans les intervalles qui séparaient les saillies de l'autre plateau. Ces matelas de caoutchouc souple ont deux destinations : ils concourent à isoler les machines électriques du reste de l'appareil; en outre, ils transmettent graduellement et sans secousses brusques, inquiétantes, le mouvement des moteurs à l'arbre horizontal.

Celui-ci portait deux vis sans fin à trois filets et une poulie de frein. Les vis engrenaient avec de grandes roues dentées, *b*, de deux cents dents chacune, fixées sur des arbres horizontaux, dont le sens était perpendiculaire à la direction de l'arbre des moteurs et qui portaient des poulies à gorge *c*.

Dans les gorges de ces poulies passaient des câbles en fil d'acier, s'attachant par une de leurs extrémités au sommet de la cabine et supportant à l'autre extrémité, un contre-poids de tension pour chaque poulie. Ces contre-poids, formés par deux plaques de fonte boulonnées sur les câbles, se mouvaient verticalement entre les flancs de la cabine et les parois métalliques du puits du pylône, guidonnées par les ailes d'un fer à double T.

Les contre-poids étaient calculés de façon à équilibrer à eux deux le poids de la cabine, et ceux du pilote accompagné de quatre voyageurs, de telle sorte que, sous cette charge, les résistances passives seules étaient à surmonter. Avec moins de quatre passagers, le travail nécessaire pour la montée devenait négatif.

A la descente, on retrouvait les mêmes conditions

d'équilibre avec quatre personnes ; un nombre inférieur, au contraire, réclamait une dépense de force, tandis qu'un plus grand nombre procurait une restitution d'énergie.

La puissance du moteur correspondait donc à la moitié du travail maximum, et, en présence de la récupération d'énergie, le travail mécanique fourni est ramené à son minimum.

Nous attirons l'attention sur le caractère particulier de cette élégante combinaison.

Nous avons dit précédemment que la vitesse de translation de la chaîne est variable.

La variation graduelle de la vitesse est obtenue par l'introduction ou la suppression de résistances échelonnées en haut et en bas de la course. Pour cela, quatre fils conducteurs étaient tendus dans toute la hauteur du pylône ; l'un venait de la génératrice, deux autres étaient reliés aux balais des moteurs, et le quatrième communiquait avec leurs électro-inducteurs.

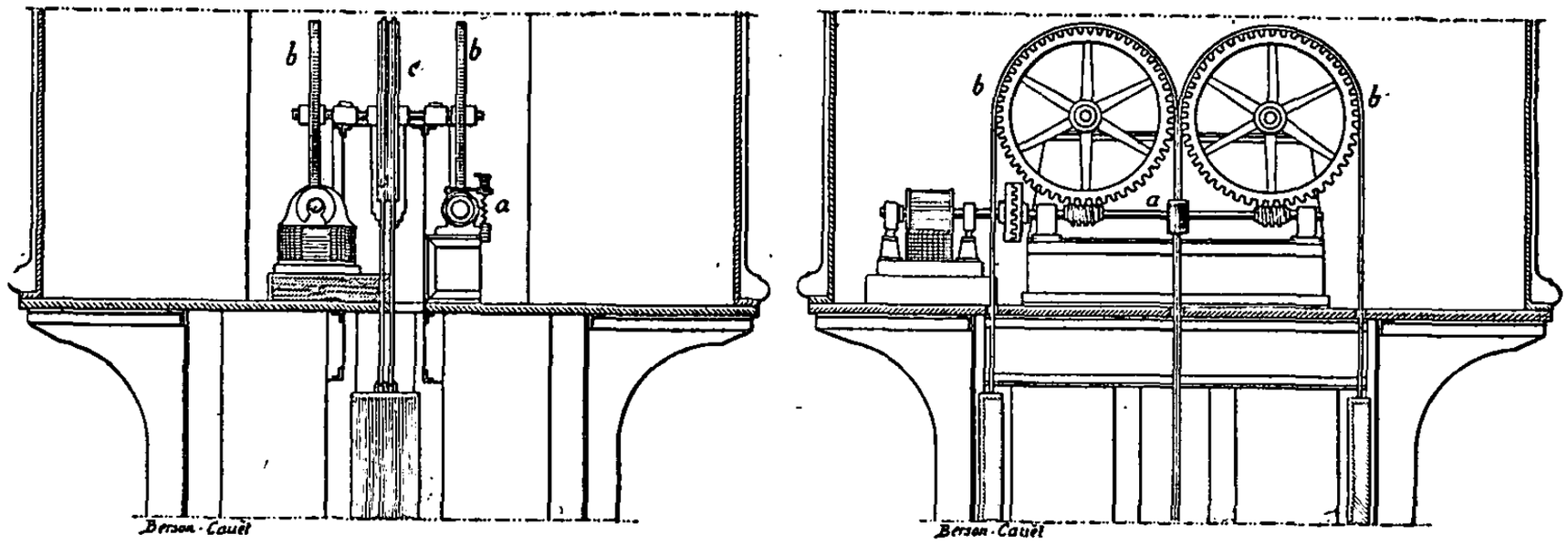


Fig. 133 et 134. — *Ascenseur Chrétien.*

était de 1m,20 par seconde ; sa vitesse maxima était de 1m,40.

Il est facile de calculer les résistances successives qu'il faut intercaler à la fin d'une course, pour réduire à zéro la vitesse de la cage, correspondant à un maximum de 1m,15 par seconde. Il y a dix interruptions, sur lesquelles neuf sont remplacées par des spires de maillechort ; nous ne ferons pas ce calcul ; la première résistance doit être le neuvième de la résistance totale du circuit, et la dernière doit atteindre cinq fois cette résistance.

L'intensité du courant est de 50 ampères, la force électro-motrice de 200 volts ; on en déduit que le travail correspondant est de

$$\frac{200 \times 50}{9,81} = 1020 \text{ kilogrammètres.}$$

Pour élever à la vitesse de 1m,40 par seconde le poids de 400 kilogrammes, il faut produire un travail de $400 \times 1,40 = 560$ kilogrammètres. Il faut donc que le moteur donne un rendement de

$$\frac{560}{1028} = 0,55.$$

La cage était équilibrée par deux contre-poids, lorsqu'elle contenait, en outre du pilote, quatre voyageurs ; dans ces conditions, il suffisait pour

Le conducteur venant de la génératrice était morcelé vers le haut et vers le bas, sur une hauteur de 4 mètres. Les fragments étaient réunis entre eux par des résistances en maillechort ; le dernier fragment, seul, offrait une isolation complète où le circuit était rompu quand les frotteurs portés par la cabine y arrivaient.

C'était le moment de l'arrêt ; les prises de courants sur les conducteurs se faisaient par l'intermédiaire de frotteurs situés sur le côté et en haut de la cabine. Un autre rhéostat à la disposition du pilote, permettait de faire varier la vitesse du parcours en proportionnant la puissance du courant à la charge à soulever. Celle-ci restant constante durant le trajet, le travail de la machine était proportionnel à la vitesse d'ascension ou de descente. Par suite, l'introduction de résistances dans le circuit diminuait l'intensité du courant et la vitesse de marche dans le même rapport.

La vitesse moyenne de déplacement de la cage faire monter ou descendre la cage, de vaincre les résistances de frottement. La charge maxima de l'ascenseur correspondait à huit voyageurs ; il fallait, en outre, pouvoir régler la vitesse lorsque la cage était vide ; il est donc aisé de trouver entre quelles limites le travail de la dynamo devait varier. Nous n'entrerons pas dans les détails de ce calcul ; nous dirons seulement que, lorsque la cage descendait à vide, les freins dont la description suit modèraient l'allure de l'ascenseur. Les freins, au nombre de deux, étaient situés sur chacun des arbres horizontaux, *a* Voici le mode de fonctionnement.

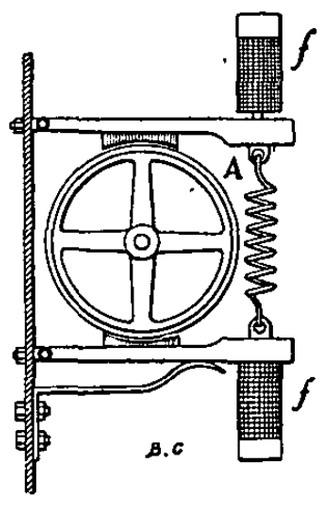


Fig. 135. — *Frein.*

Au-dessus et au-dessous de la poulie du frein A se trouvent deux leviers horizontaux en fer (fig. 135), munis intérieurement de sabots en bois, frottant sur la jante.

A l'une des extrémités, ces leviers sont articulés, et à l'autre, ils sont réunis entre eux par un ressort ayant une tension suffisante pour arrêter l'appareil sous sa seule action. Deux électro-aimants, *f*, disposés au-dessus et au-dessous exté-

rieurement à ces leviers, sollicitent l'armature qui fait corps avec chacun de ces leviers. Ils la sollicitent, quand le courant électrique qui les anime vient de la génératrice, à une intensité telle que, durant le plus grand parcours de la cabine, lorsque la vitesse doit être maxima, l'attraction sur les leviers est suffisante pour tendre les ressorts et écarter les sabots de la poulie.

L'intensité du courant diminuant, par suite de

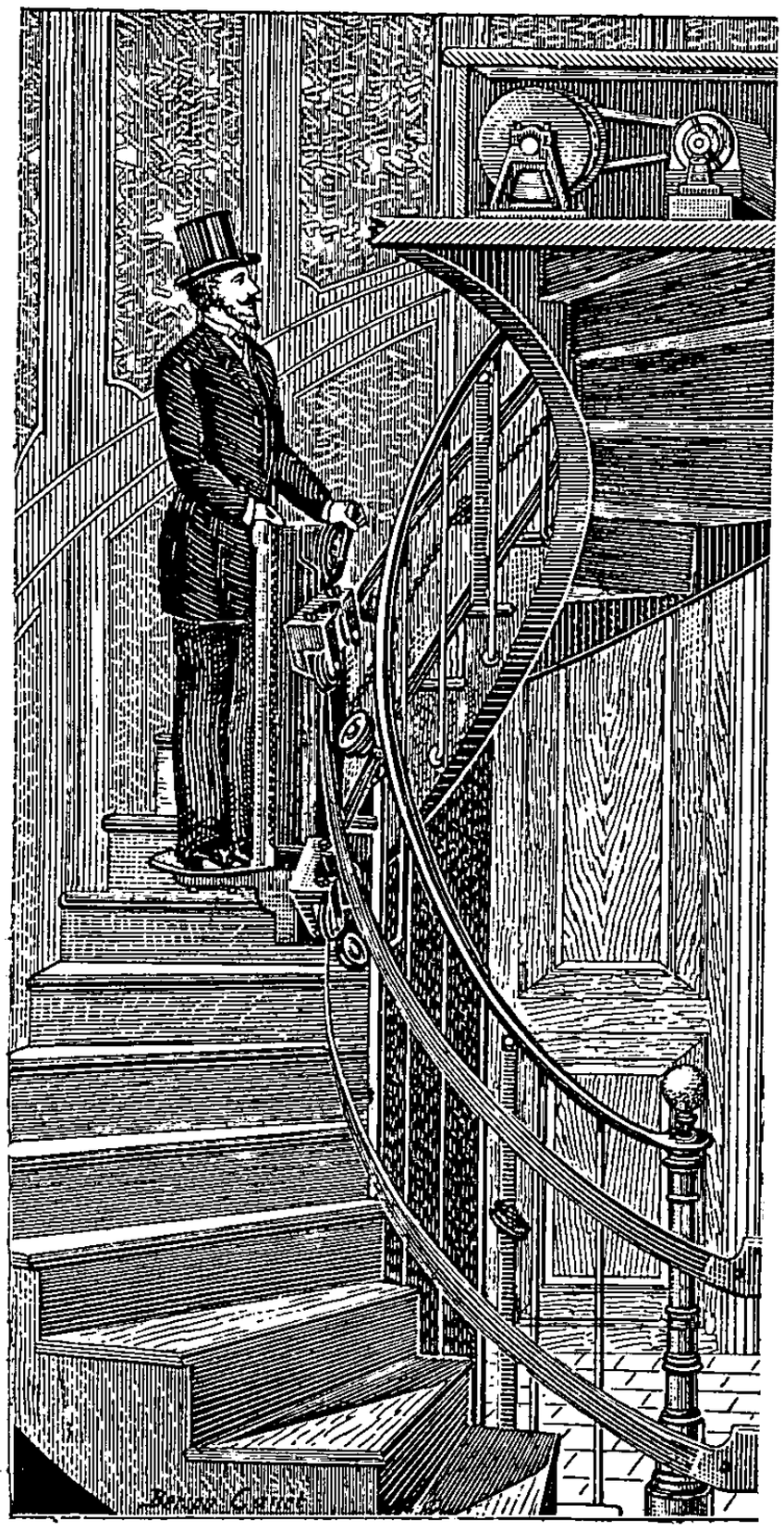


Fig. 136. — *Monte-escalier.*

l'introduction des résistances dans le circuit, l'attraction des armatures s'affaiblit, la tension du ressort prédomine et fait serrer les sabots d'une quantité correspondante.

Si l'intensité du courant s'annule, pour un motif quelconque, les armatures ne sont plus attirées, le frein libéré agit sous la seule influence du ressort, le frottement développé sur les sabots enraye le mouvement de la cage.

Un des principaux avantages de l'ascenseur électrique par rapport à l'ascenseur hydraulique, plus répandu aujourd'hui, c'est que dans le premier on n'a pas besoin de creuser un puits pour loger l'axe qui supporte la cage.

Nous dirons un mot, en parlant d'ascenseur électrique, d'un autre genre d'ascenseur appelé par son auteur, M. Amiot, *monte-escalier* actionné également par l'électricité, et qui a figuré à l'Exposition de 1889 (fig. 136).

Cet appareil repose en principe sur l'adaptation aux escaliers existants d'une sorte de siège mobile qui peut transporter les personnes d'un palier à l'autre, en suivant la même évolution que l'escalier lui-même, sur lequel l'appareil en service n'occupe pas beaucoup plus de place que ne le ferait la personne elle-même en montant ou en descendant comme d'habitude ; au repos, le siège se relève automatiquement le long de la rampe ou le long du mur.

Pour réaliser ce principe, on fixe le *guide,* constitué par deux fers plats et supporté de place en place par des colonnettes, le long de la rampe de l'escalier. Un strapontin sur lequel s'est placée la personne se déplace en roulant le long des fers plats, la force ascensionnelle étant donnée par une chaîne ou par un câble. Un moteur électrique (on pourrait également prendre un moteur hydraulique) enroule la chaîne sur un tambour et monte ainsi le strapontin.

On se propose d'adapter ces appareils d'étage en étage. Le moteur employé à l'Exposition était une machine dynamo-électrique, système Miot. Ce moteur commande, par l'intermédiaire d'une vis sans fin, un arbre portant une noix sur laquelle s'enroule la chaîne de traction. La marche avant ou arrière et l'arrêt du moteur sont obtenus à la volonté de la personne placée sur le strapontin, par la simple manœuvre, dans un sens ou dans l'autre, d'un petit levier de commutateur, relié à la machine par un conducteur souple, et qui permet de renverser le sens du courant dans l'induit sans changer le calage des balais. Les inducteurs étant alimentés par une dérivation spéciale toujours de même sens, le moteur tourne à volonté dans un sens ou dans l'autre, pour la montée ou la descente.

Ce monte-escalier ne peut transporter qu'un seul voyageur à la fois, mais comme il y a un appareil fonctionnant isolément pour chaque étage, les visiteurs peuvent monter successivement d'étage en étage.

II. • **ASCENSEUR.** On désigne encore sous le nom d'*ascenseurs* les appareils élévatoires employés dans les canaux de navigation pour remplacer les écluses, lorsque la hauteur à racheter est considérable et qu'elle exige un grand nombre d'écluses très rapprochées. Deux applications très importantes en ont été faites très récemment à la Louvière (Belgique) et aux Fontinettes (France).

On trouvera au mot Canal du *Supplément,* la description de ces appareils qu'il convient de rapprocher des autres solutions réalisées ou proposées, *Ecluses à grande chute* et *plans inclinés.*

ASSAINISSEMENT. Ce terme général comprend un ensemble de dispositions concourant vers un

but commun qui constitue l'une des branches les plus importantes de l'hygiène.

On peut envisager l'assainissement à divers points de vue, qui forment autant de questions distinctes par leur principe essentiel et par les moyens mis en œuvre pour les résoudre.

Ainsi, l'*assainissement des villes*, dont nous avons parlé au *Dictionnaire,* comprend l'ensemble des travaux exécutés, et des mesures administratives édictées, en vue d'assurer constamment la propreté et la salubrité publiques. L'établissement d'un réseau d'égouts, le lavage des ruisseaux et l'arrosage des chaussées rentrent dans cette catégorie.

L'*assainissement des habitations* et locaux divers embrasse un assez grand nombre de questions parmi lesquelles se rangent la ventilation, l'installation des appareils sanitaires, siphons pour les eaux ménagères, cuvettes mobiles et appareils à effets d'eau pour les cabinets d'aisance, et l'application du système désigné sous le nom du « tout à l'égout. » — V. *Dictionnaire*, EGOUT.

L'assainissement des tranchées et des remblais de chemins de fer trouvera sa place au mot TERRASSEMENT.

L'assainissement des objets ayant servi aux personnes atteintes de maladies contagieuses se rattache tout spécialement aux procédés de désinfection (V. *Dictionnaire,* DÉSINFECTANT, DÉSINFECTION). Chacune de ces questions devant être traitée dans le *Supplément* comme elle l'a été dans le *Dictionnaire*, à la place spéciale que lui assigne l'ordre alphabétique, nous n'entrerons pas ici dans d'autres détails sur l'assainissement en général qui sera plus spécialement traité au mot HYGIÈNE. — G. J.

ASSOCIATION. L'association, c'est-à-dire le groupe collectif librement constitué, accordant l'intérêt individuel avec l'intérêt collectif et concourant à une œuvre commune, est une des manifestations les plus considérables de notre époque. Dans les siècles passés, l'association prenait la forme corporative; mais c'était là un foyer de privilèges entouré de mesures défensives et protectrices, que l'esprit scientifique du XVIII^e^ siècle devait détruire. Le principe de l'association est né des dangers de l'individualisme que la Révolution avait substitué au régime absorbant, étouffant, des corporations; les réformateurs de la moitié de ce siècle, pénétrés de cette vérité que le besoin de sociabilité est une nécessité humaine, ont préconisé de nouveau le principe de l'association dans la pensée qu'il pouvait s'appliquer à toutes les manifestations de la vie.

Tous ceux qui se préoccupaient du progrès social furent bientôt gagnés au principe de l'association sous toutes ses formes et Louis Reybaud, dans ses *Etudes sur les réformateurs contemporains*, avait eu le sentiment très précis de l'évolution qui se manifestait sous ses yeux, lorsqu'il écrivit les lignes suivantes :

L'avenir, c'est du moins notre espoir, appartiendra à l'association. Seule elle pourra apporter un remède efficace aux vices de la culture morale, à l'éparpillement des forces sociales, aux chocs quotidiens dans lesquels elles s'accumulent et s'absorbent, aux sacrifices que conseille une concurrence déréglée. Elle aura seule la puissance de terminer la longue querelle qui se perpétue entre le principe de la liberté et le principe de l'autorité. Dans le monde des passions, dans le monde des intelligences, dans le monde des intérêts, l'harmonie ne se fondera que par l'association. Rien n'est encore prêt pour son avènement; gouvernements et peuples, personne n'est mûr; tout résiste et pourtant un besoin d'union, de concert, se fait sentir de mille côtés. Partout où l'association a offert quelque sécurité, quelques garanties, on est allé vers elle sans effort, avec abandon. La dette publique, les banques, les grandes entreprises commerciales et industrielles sont le produit de cet intérêt, de ce besoin... Les symptômes sont donc constants, et, si notre cœur ne nous trompe, l'avenir sera beau. Dans cette marche des principes et des faits, il n'y a rien d'ailleurs qui ne soit rigoureusement logique et qui ne s'entraîne invariablement. Les abus de l'autorité ont dû conduire à la liberté, c'est-à-dire à l'expression la plus élevée de force individuelle, les abus de la liberté conduisent à l'association qui doit être la manifestation la plus complète de la force collective...

Aussi la science économique a deux buts à poursuivre, l'un immédiat, l'autre médiat. Par la pratique intelligente de la liberté, il faut qu'elle arrive à l'association. C'est le pôle auquel on doit tendre, alors même qu'on désespérerait d'y atteindre...

Cette page éloquente fut écrite en 1840; l'éminent écrivain avait eu la perception très nette du vaste mouvement qui s'est créé depuis en faveur de l'association sous toutes ses formes, et que Stuard Mill avait entrevu, lorsqu'il écrivait : « Je crois que l'association coopérative finira par régénérer les masses populaires, et, par elles, la société elle-même. » Ce progrès si bien pressenti, nous le voyons aujourd'hui couronner les efforts des hommes qui, dédaigneux des doctrines révolutionnaires, ont eu confiance dans la puissance de l'association pour assurer les réformes sociales.

L'association est le principe d'un nombre considérable de sociétés coopératives, encouragées, aidées, soutenues par les efforts de l'initiative individuelle; elles sont d'autant plus fortes, plus indépendantes, qu'elles ne réclament rien à l'Etat, ni protection, ni subvention; elles ne veulent que la liberté dans le droit commun, laissant à chacun de ses membres la libre disposition de ses facultés sans les absorber dans un collectivisme tyrannique. La coopération est l'expansion la plus saine du socialisme pratique. Nous lui consacrerons une étude spéciale au double point de vue de la consommation et de la production. — V. COOPÉRATION.

ASSURANCES. Nous avons donné au *Dictionnaire,* un exposé important des différentes natures d'assurances qu'il importe de connaître.

Nous avons aujourd'hui le devoir de nous compléter, et, en certains points, de mentionner les modifications qui ont été introduites dans le régime des assurances, notamment en ce qui concerne l'*Assurance contre les accidents.*

ASSURANCES CONTRE LES RISQUES MATÉRIELS

ASSURANCE CONTRE L'INCENDIE

Il y a en France deux systèmes d'assurances contre l'incendie : L'un est représenté par des

compagnies anonymes à prime fixe, autorisées par l'Etat; l'autre est l'association d'un certain nombre de propriétaires d'un ou de plusieurs départements pour se garantir mutuellement contre les risques d'incendie.

La préférence à donner à l'un ou l'autre de ces deux systèmes a été, depuis leur origine, l'objet de vives discussions, et la lutte tend à devenir de plus en plus active entre les *Compagnies à prime fixe* et les *Sociétés mutuelles*. Nous les avons résumées à l'article ASSURANCE du *Dictionnaire*.

Nous ajouterons, d'après les partisans des Compagnies à prime fixe : que le système de la mutualité a été appliqué en France avant le système de la prime fixe; qu'agissant sans entraves et sans concurrence, il pouvait se développer à son aise et affirmer son utilité. Le contraire s'est produit. Un grand nombre de sociétés mutuelles a succombé, et celles qui ont survécu ont fait peu de progrès, car les capitaux qu'elles assurent représentent à peine le *cinquième* des valeurs garanties par les Compagnies à prime fixe;

Que le système de la mutualité est donc jugé irrévocablement et que s'il fallait d'autres arguments pour démontrer son insuffisance et sa défectuosité, on les trouverait dans ce fait que certaines sociétés mutuelles, déjà anciennes, se sont transformées en *Compagnies à prime fixe*.

Nous n'interviendrons toutefois dans cette discussion que par cette seule observation : les deux systèmes ont, comme toute institution humaine, leurs avantages et leurs inconvénients ; mais, en définitive, ils sont tous les deux en faveur, et la concurrence qui en résulte tend à populariser l'assurance et à en développer les opérations.

Les Compagnies qui ne font partie ni du syndicat ni du comité, dont nous avons parlé déjà au *Dictionnaire*, ont le même tarif que les deux groupes, mais elles sont libres d'y déroger. L'expérience a démontré toutefois le danger qu'il y avait pour leurs intérêts et pour leur vitalité de réduire les primes de ces tarifs, primes qui sont basées sur les résultats d'une longue statistique et qui sont à peine rémunératoires.

Si, en effet, on remonte à une vingtaine d'années on remarquera qu'un assez grand nombre de Compagnies d'assurances à prime fixe, dont la loi du 24 juillet 1867 avait facilité la création, ont dû se mettre depuis en liquidation parce que, voulant avoir promptement un portefeuille, elles ont assuré toutes sortes de risques à des primes inférieures à celles des tarifs du syndicat ou du comité. Mais si la dépréciation des primes peut devenir funeste pour les assureurs, elle n'est pas moins dangereuse pour les assurés.

Ceux-ci ont en effet intérêt à ce qu'une association qui tient, en cas d'incendie, leur fortune entre ses mains, soit toujours en mesure de l'indemniser de ses pertes, d'une manière prompte et généreuse; ce qu'elle ne peut faire que si les recettes sont en rapport avec les risques couverts, en d'autres termes, si la caisse est remplie.

Si donc, la concurrence des Compagnies qui opèrent à primes réduites est appréciée par les uns parce qu'elle aurait une influence favorable sur le taux des primes, elle peut être considérée par d'autres comme étant funeste à tous les intérêts en jeu.

Nous n'avons pas à nous prononcer sur cette question : c'est aux assurés à la juger.

Aux indications que nous avons déjà données, nous devons ajouter ce qu'on entend par le *recours des voisins*. L'assurance du recours des voisins a pour objet de relever l'assuré, jusqu'à concurrence de la somme déterminée, du recours que les voisins pourraient être fondés à exercer contre lui en vertu des articles 1382, 1383 et suivants du Code civil, en cas d'incendie qui, prenant naissance chez lui, causerait des dommages aux propriétaires ou locataires des maisons voisines ou aux personnes occupant la même maison que l'assuré.

Ces articles disposent :

« Art. 1382. Tout fait quelconque de l'homme qui cause à autrui un dommage oblige celui par la faute duquel il est arrivé à le réparer. »

« Art. 1383. Chacun est responsable du dommage qu'il a causé non seulement par son fait, mais encore par sa négligence ou son imprudence. »

Il résulte encore des articles précités et de ceux 1384, 1385, 1386, qui en développent la pensée, que « chacun » répond, non seulement des dommages causés par sa faute, mais encore des dommages causés par la faute des personnes dont il est responsable. Ainsi, le père est responsable de ses enfants mineurs, le maître, l'artisan, l'industriel, de leurs domestiques, ouvriers et employés lorsqu'ils sont dans l'exercice de leurs fonctions.

Recours des locataires contre leurs propriétaires. L'assurance du risque des propriétaires, ou, autrement dit, du recours des locataires contre les propriétaires, a pour objet de garantir ceux-ci de l'action que leurs locataires pourraient avoir à exercer contre eux, aux termes de l'article 1721 du Code civil, en cas de dommages causés aux mobiliers et marchandises desdits locataires, par suite d'un incendie qui aurait pour cause un vice de construction ou un défaut d'entretien de l'immeuble loué. Cet article est ainsi conçu :

« Art. 1721. Il est dû garantie au preneur pour tous les vices ou défauts de la chose louée qui en empêchent l'usage, quand même le bailleur ne les aurait pas connus lors du bail. S'il résulte de ces vices ou défauts quelque perte pour le preneur, le bailleur est tenu de l'indemniser. »

La somme à assurer doit être basée approximativement sur la valeur des objets mobiliers et marchandises dont le propriétaire peut avoir à répondre envers ses locataires dans les cas indiqués par l'article précité.

Les Compagnies répondent des dommages causés aux locataires, jusqu'à concurrence de la somme assurée et sans application de la règle proportionnelle.

ASSURANCE DES BOIS ET FORÊTS

Malgré les grands défrichements qui ont eu lieu

depuis le commencement du siècle, la France possède encore de nombreuses et belles forêts dont l'étendue est évaluée à 9,000,000 d'hectares environ, se répartissant de la manière suivante :

L'Etat, les communes et les établissements publics.	3.000.000 d'hectares.
Les particuliers.	6.000.000 —

Les bois se distinguent non seulement par leur âge en taillis et hautes futaies, mais surtout par leurs essences résineuses et non résineuses.

La prime est très faible pour les essences non résineuses ; elle est plus élevée pour les essences résineuses, et elle varie pour ces dernières essences suivant l'âge des bois.

Il peut arriver que l'incendie qui se déclare dans un bois y prenne de grandes proportions ; le propriétaire a donc intérêt à faire assurer son bois. Il a également intérêt à faire assurer son recours des voisins, s'il existe des bois appartenant à autrui, en contiguïté ou dans le voisinage, attendu que si l'incendie se communiquait aux bois de ses voisins, il pourrait être exposé à un recours de la part de ces derniers ou de la part des Compagnies les assurant (art. 1382 et suivants du Code civil déjà cités).

Voici quelques-uns des moyens les plus efficaces pour éteindre le feu, ou en arrêter les progrès, quand il se déclare dans un bois :

1° Faire annoncer l'incendie dans le voisinage par le son des cloches ;

2° Inviter les habitants à se rendre sur le lieu du sinistre, armés de haches, de pelles, de bèches et de seaux ;

3° Diviser les travailleurs en plusieurs colonnes destinées : les unes à faire des abattis sous le vent, les autres à nettoyer le bois proche de l'incendie, en rejetant les herbes, les gazons, les broussailles, du côté opposé au feu ;

4° Pratiquer, quand l'incendie prend trop d'intensité, des tranchées à une certaine distance du feu, employer les pompes, s'il y en a dans le voisinage et que l'eau ne manque pas ; jeter des pelletées de terre sur le feu ;

5° Enfin, quand l'incendie paraît éteint, faire veiller, pendant quelques jours et quelques nuits, et charger les personnes préposées à cette garde de parcourir les endroits sinistrés et les environs, afin d'étouffer, avec de l'eau ou de la terre, le feu qui menacerait de se rallumer.

CRÉANCES HYPOTHÉCAIRES

Cette assurance a pour but de garantir au créancier, inscrit en ordre utile, le payement de la somme dont il pourrait se trouver à découvert par suite de l'incendie du bâtiment servant de gage à sa créance.

L'expérience a démontré que cette assurance donne lieu à de nombreuses difficultés dans la pratique et qu'elle peut susciter de sérieuses complications judiciaires, en cas d'incendie.

Nous savons cependant que quelques Compagnies consentent à garantir ce risque, moyennant une prime et des conditions spéciales.

RISQUE DE CHÔMAGE EN CAS D'INCENDIE

L'assurance contre le chômage résultant de l'incendie a été introduite récemment dans les garanties de quelques Compagnies nouvelles. On peut reprocher à ce genre d'opération de ne reposer sur aucune base certaine, et de ne couvrir, en général, l'assuré que très incomplètement sur un risque pour lequel il paie une prime élevée ; mais il ne faut pas perdre de vue que ce mode d'assurance est encore à ses débuts.

S'il est reconnu qu'il répond à un besoin réel, il n'est pas douteux qu'il acquerra, avec le temps, tous les perfectionnements qui seront de nature à concilier tous les intérêts en jeu.

Des Primes. Du Tarif. La prime est le coût de l'assurance. Le taux de la prime varie suivant la nature des risques, leur gravité, leur situation, etc.

Cette variation a donné lieu à la confection d'un tableau sur lequel figurent tous les objets assurables et qui s'appelle « *Tarif* ».

Le Tarif indique le prix qu'il faut payer annuellement pour chaque mille francs d'assurances.

Les principales Compagnies ont deux tarifs principaux.

L'un s'applique aux risques auxquels on donne la désignation de *risques simples* ou *ordinaires*, tels que maisons d'habitation de ville et de campagne, mobiliers, marchandises, professions diverses, exploitations rurales, etc.

L'autre est spécial aux fabriques et usines, appelées, d'une manière générale, *risques industriels*.

Le tarif des risques simples est divisé en deux classes, qui comportent chacune, sauf quelques exceptions (*tarifs spéciaux*), 2 subdivisions selon les constructions et couvertures des bâtiments.

Les objets à assurer y sont classés par catégories et tarifés selon leur nature plus ou moins inflammable et fragile, selon leur usage et suivant les professions et industries dont ils sont le siège, les agents ou les produits.

Le tarif des risques simples se divise en plusieurs tarifs désignés les uns par des lettres — A, B — les autres par des numéros d'ordre — 1, 2, 3, 4, 5, — les derniers par les noms des départements.

Quelquefois le même département est régi par plusieurs tarifs, et certaines villes même jouissent d'un tarif autre que le reste de l'arrondissement.

Ces distinctions de tarif ont généralement pour cause le nombre plus ou moins grand de sinistres.

Le tarif des fabriques et usines ne comprend qu'une seule classe et un seul risque comprenant les bâtiments de toute construction couverts en tuiles, ardoises, pannes ou métaux.

L'application du tarif donne lieu à de nombreuses règles ; en voici quelques-unes :

Tous les objets qui forment un seul et même risque paient la même prime, celle du risque le plus grave, attendu qu'ils subissent tous l'influence de ce dernier.

Toutefois, pour les risques simples, la prime du contenu est presque toujours supérieure à celle du contenant ; mais, dans aucun cas, le

contenu, c'est-à-dire les objets mobiliers et marchandises renfermés dans un bâtiment, ne peut être tarifé à une prime inférieure à celle dudit bâtiment.

Une profession augmentant les risques ou une industrie exercée dans un bâtiment rend généralement, et sauf quelques exceptions, la totalité de ce bâtiment et des objets qu'il contient, passibles des primes fixées au tarif pour cette profession ou industrie.

L'existence de marchandises hasardeuses, doublement hasardeuses ou très dangereuses, impose, de même, au bâtiment qui les renferme, et à tout son contenu, les primes fixées au tarif, sauf également quelques exceptions.

Lorsqu'une assurance porte sur divers risques distincts, on perçoit pour chaque risque la prime qui lui est propre, l'application d'une prime moyenne pour le tout étant formellement interdite.

Statistique. Nous avons, au *Dictionnaire*, résumé les opérations depuis 1871 jusqu'au 31 décembre 1878, nous donnons ci-dessous le tableau comparatif des opérations des compagnies d'assurances contre l'incendie en 1887 et 1888 :

Tableau I.

Noms des Compagnies	Primes encaissées			
	1887		1888	
	fr.	c.	fr.	c.
Assurances générales.	9.659.061	94	9.642.020	64
Le Phénix.	8.863.912	31	8.542.108	57
La Nationale	8.164.526	20	8.164.094	44
L'Union.	8.767.285	10	8.982.435	49
Le Soleil.	7.831.127	38	7.759.631	42
La France.	5.697.877	23	5.686.731	81
L'Urbaine.	5.444.398	44	5.577.503	01
La Providence.	3.199.085	96	3.253.105	21
L'Aigle.	3.941.457	13	3.905.247	49
La Paternelle.	4.426.913	19	4.370.286	97
La Confiance	7.598.016	39	6.768.720	22
L'Abeille	3.924.143	77	3.948.578	75
Le Monde.	2.543.154	22	2.522.966	24
La Foncière.	4.040.046	42	3.864.450	90
La Métropole	4.125.146	63	3.924.034	95
La Rouennaise	533.247	83	619.729	53
La Clémentine	1.235.808	01	1.244.364	59
L'Union génle du Nord	339.197	53	249.110	24
La Nation.	687.594	01	686.458	82
La Commerciale . . .	447.026	62	562.962	55
L'Eternelle.	435.495	03	709.401	09
	91.904.521	34	90.983.942	93

Le tableau II ci-dessous donne la comparaison des sinistres avec le chiffre des primes encaissées, pendant les dix dernières années, par les compagnies indiquées au tableau.

Le tableau III donne le parallèle des sinistres des deux derniers exercices (1887-1888).

On peut évaluer comme suit le chiffre des impôts payés au fisc, dans l'exercice 1888, par les compagnies d'assurances :

Patente, impôts sur valeurs diverses, envir.	630.000
Impôt sur les bénéfices distribués	422.000
Timbre des polices et avenants, environ. .	3.000.000
Enregistrement, environ.	9.000.000
Ensemble.	13.052.000

Tableau II.

Exercices	Primes encaissées, nettes de réassurances et d'annulations	Sinistres	
		Montant	Pourcentage par rapport aux primes
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1879	97.721.329 67	50.504.381 09	51 67
1880	109.979.537 14	68.025.629 09	61 75
1881	98.262.544 10	66.751.055 10	67 93
1882	104.982.380 90	69.492.010 21	66 19
1883	93.390.091 02	58.560.079 99	62 70
1884	89.473.453 93	51.214.711 71	57 24
1885	90.571.191 07	48.719.313 29	53 79
1886	89.957.270 72	51.317.318 58	57 02
1887	91.904.521 34	53.107.614 44	56 72
1888	90.983.942 93	47.284.694 15	51 97

Tableau III

Noms des Compagnies	Sinistres	
	1887	1888
	fr. c.	fr, c.
Assurances générales	5.484.331 95	4.422.729 53
Le Phénix.	5.736.461 84	4.658.565 85
La Nationale	4.263.153 66	3.885.122 92
L'Union.	4.921.005 11	4.890.254 36
Le Soleil.	4.693.956 92	3.983.825 43
La France.	3.223.133 88	3.034.269 82
L'Urbaine.	2.886.121 80	2.941.859 39
La Providence. . . .	1.794.357 23	1.496.874 12
L'Aigle	2.381.210 25	1.996.904 24
La Paternelle. . . .	1.807.844 31	1.708.514 88
La Confiance	4.740.059 87	4.801.986 46
L'Abeille.	2.103.970 70	1.726.918 99
Le Monde	1.605.885 99	1.374.903 71
La Foncière.	1.815.654 40	1.784.131 55
La Métropole	2.520.915 82	2.345.206 75
La Rouennaise	245.703 70	285.556 70
La Clémentine. . . .	727.712 50	721.192 13
L'Union génle du Nord	166.496 86	91.066 25
La Nation.	291.530 34	331.791 09
La Commerciale . . .	156.838 64	291.203 49
L'Eternelle	444.148 41	511.816 47
	52.010.494 18	47.284.694 15

Dans les dix dernières années, la somme totale versée au Trésor s'établit de la manière suivante :

Tableau IV.

Années	Il a été payé	
	Aux actionnaires	Au fisc
	francs	francs
En 1879	14.452.000	14.030.000
1880	11.192.000	14.614.000
1881	8.544.050	14.108.000
1882	9.882.750	13.788.500
1883	9.877.000	12.632.000
1884	10.492.500	12.948.000
1885	11.876.000	12.989.000
1886	11.998.000	12.992.550
1887	11.946.000	13.007.300
1888	13.660.000	13.052.000
Ensemble.	113.920.300	134.161.350

Le fisc a donc reçu dans les dix dernières années, de 1879 à 1888 inclus, 20 millions de plus que les actionnaires des vieilles compagnies. D'où il résulte que l'État participe, dans une très large mesure, aux bénéfices, sans prendre part aux pertes.

ASSURANCE PAR L'ÉTAT

La question de l'assurance contre l'incendie par l'État a été souvent agitée en France et elle a donné lieu à des écrits remarquables en faveur de l'assurance par l'industrie privée, telle qu'elle existe aujourd'hui.

On peut citer entre autres auteurs Grün et Joliat (*Journal des Assurances*), Persil (*Traité des Assurances*), Sébille et Carteret (*Encyclopédie du Droit*), Quenault (*Traité des Assurances*), Louis Pouget (*Journal des Assurances*). Ce dernier s'élève avec vigueur contre l'assurance par l'État. Les passages suivants de son introduction au *Dictionnaire des Assurances terrestres* méritent d'être cités :

« On a fait de nos jours aux Compagnies d'assurances certains reproches.

« Ainsi l'on a dit que le bien produit par l'institution de l'assurance était compensé par les malheurs qu'elle occasionne.

« Certes, si les assurances ont été l'occasion de quelques mauvais actes, il ne faut pas oublier que l'on n'apprécie pas une institution par les abus qu'en peuvent faire certains esprits mal inspirés; l'assurance doit être jugée à un point de vue plus élevé, par les résultats utiles de son application sincèrement pratiquée. Les assurances contre l'incendie, malgré les vices auquels peut donner lieu leur application, doivent être considérées comme des bienfaits. (*Dictionnaire du commerce et des marchandises*, tome Ier, page 156.)

« Qui pourrait, en effet, contester l'heureuse influence des assurances, sources si puissantes de crédit?

« Les publicistes, les économistes, les jurisconsultes éminents qui ont écrit en faveur de l'assurance sont très nombreux. Le très petit nombre d'écrivains qui l'ont attaquée appartiennent à cette classe d'esprits chagrins et d'imaginations malades dénigrant par tempérament toute invention sérieuse et pratique, et qui n'ont de sympathie que pour les théories nuageuses et les réformes impraticables.

. . . . . .

« Presque tous les écrivains qui ont rejeté les assurances par l'Etat, en les examinant au point de vue de l'assureur et de l'assuré, prétendent qu'il ne convient pas à la dignité d'un gouvernement de se faire assureur : l'Etat, disent-ils, ne doit pas s'immiscer comme acteur dans les intérêts privés. Le pouvoir ne doit pas se mettre journellement en contact avec les citoyens pour débattre avec eux des questions d'intérêt.

« Notre conviction profonde, bien arrêtée, dit M. Dubroca (*Revue des assurances*, t. IV, p. 74), c'est que l'assurance par l'Etat est une chose mauvaise à tous les points de vue, complètement inapplicable ; c'est que l'Etat y perdrait la force morale, le prestige, qui doivent rehausser son autorité, et les citoyens, les garanties qu'ils sont en droit d'exiger quand leur fortune est en jeu.

En matière d'assurance, MM. Bastine et Vanhoorebeke (page 20) déclarent :

« Qu'il y a antagonisme d'intérêt entre l'assureur et l'assuré plus encore qu'en matière d'impôts. Il y a antagonisme entre l'Etat et chaque contribuable. Constituer l'Etat assureur, c'est donc le placer vis-à-vis de chaque citoyen assuré dans une position anormale et difficile. Comment concilier les devoirs naturels qui lui incombent à l'égard de tous les citoyens, avec les sentiments qui sont propres à un assureur vis-à-vis d'un assuré? »

« La tutelle, dit Rossi (*Cours d'économie politique*, cité par M. Delangle; *Traité des Sociétés*, T. Ier, introd. p. 60), finit par rendre incapables les nations dont elle proclame l'éternelle minorité. C'est ainsi que l'association supérieure et générale, au lieu de féconder le principe de sociabilité et de lui faire porter tous ses fruits, l'absorbe et le fait oublier.

« Si l'homme social n'est qu'un mineur, ou plutôt un de ces êtres incomplets auquel la loi prévoyante ravit la liberté de peur qu'il n'en mésuse à son détriment ou à celui des autres, il lui faudra un guide revêtu d'une autorité assez absolue pour se faire obéir. Il lui faudra un curateur quand même. (Bastine et Vanhoorebeke, p. 21, *loco citato.*) »

Si le gouvernement doit être la Providence de la grande famille nationale, ce même gouvernement, suivant les adversaires des assurances par l'État, ne doit pas concentrer en lui toute l'activité industrielle de la nation. Son rôle doit se borner à éclairer ses sujets, à les pousser dans la voie de progrès la plus grande, à favoriser les grandes entreprises qui peuvent mener à ce but ; mais que sa mission s'arrête là. M. Comte l'a dit avec raison : « Il est une multitude de circonstances où les hommes n'ont besoin pour bien agir que d'être éclairés et d'être livrés à l'impulsion que leur donnent leurs sentiments ou leurs intérêts. (*Traité de législation*, liv. XI, chap. XV, p. 113.) »

A ceux qui présentent un nouveau motif en faveur du monopole, en prétendant que l'assurance par l'État aurait un caractère d'utilité très grand, les adversaires du monopole répondent que l'intervention de l'État dans les assurances ne peut avoir le caractère d'utilité qu'elle présente dans l'entretien des routes, le transport des lettres. En effet, il y a utilité publique dans l'entretien des routes, le transport des lettres, parce que ce mode d'organisation est lié à l'intérêt général; l'assurance ne saurait être comparée à de telles entreprises ; elle n'intéresse principalement que les intérêts privés, et les intérêts privés, quoique se rattachant aux intérêts généraux, ne commandent pas forcément l'assurance qui n'est que la garantie d'un accident, c'est-à-dire d'un événement incertain et qui peut se présenter rarement.

Enfin, pour contredire les partisans du système du monopole, on a soutenu, qu'au point de vue de l'intérêt particulier, l'assurance par l'État est moins avantageuse que celle faite par les Compagnies :

« Si la torche de l'incendiaire se promenait dans les campagnes comme en France en 1846 ; si quatre-vingts villages brûlaient dans la même saison, est-ce que le gouvernement, qui doit avant tout veiller au salut de l'Etat, rechercher jusqu'aux apparences du crime, ne s'oublierait pas dans ces interminables enquêtes et contre-enquêtes, au lieu de faire régler, dans le mois au plus tard, les sinistres, à l'exemple des Compagnies d'assurances. (Bastine et Vanhoorebeke, *Observations sur les assurances par l'Etat.*) »

Qui ne sait, en effet, avec quelle lenteur l'État fait certains paiements, par quelles formalités il faut passer pour arriver à la conclusion d'une affaire? Dans l'assurance privée, au contraire, la célérité la plus grande se fait remarquer. Les Compagnies

ont intérêt à conquérir par leur bonne administration l'estime du public; leurs agents ont, dans bien des cas, plein pouvoir de régler un sinistre; ils peuvent même transiger. L'État pourrait-il donner une telle faculté, ou, du moins, cette faculté ne serait-elle pas encore soumise à de tels préliminaires qu'il s'en suivrait des lenteurs toujours fâcheuses pour l'assuré?

L'assurance par l'État est pratiquée, il est vrai, chez quelques peuples, au moins pour les immeubles; mais voici, en général, dans quelles circonstances :

Un gouvernement, à défaut d'assurances par le recours de l'industrie privée, crée des établissements d'assurance. Ainsi, en Suisse, il existe dans tous les cantons un établissement d'assurance pour les immeubles placés sous la surveillance du gouvernement, et dont l'administration et la direction dépendent du ministère de l'intérieur. Encore faut-il ajouter que ces cantons, en vue de dégager leur responsabilité, cèdent en réassurance, à des Compagnies à prime fixe, locales ou étrangères, la majeure partie des risques en cours. Cet exemple est un plaidoyer éloquent contre l'assurance par l'Etat.

Il convient de reconnaître d'ailleurs que si dans quelques pays, l'État s'est fait assureur, il ne l'est devenu qu'après avoir longtemps et vainement appelé les capitaux, même étrangers, pour créer un système d'assurance.

Nul ne sait, en France, quel avenir est réservé à l'institution des assurances pas plus qu'à toute autre institution. Mais ce qui doit inspirer des scrupules sérieux aux hommes d'ordre que l'idée des assurances aux mains de l'État aurait séduits, c'est l'exemple des peuples dont l'organisation puissante semble défier les révolutions. Or, l'Angleterre et les Etats-Unis ont repoussé comme un danger public la pensée du monopole des assurances attribué à l'Etat.

Il faut que les gouvernements de ces États aient donc reconnu la mesure impraticable, nuisible à la solidité de leur constitution, et qu'ils aient refusé, pour ce motif, de s'engager dans une réforme que les économistes ont étudiée, en ne tenant pas compte des moyens d'application, des chiffres, des résultats probables, des mécontentements incessants auxquels expose cette industrie.

M. de Planhol, qui a particulièrement étudié le système et l'organisation des assurances contre l'incendie, fit paraître, en 1852, un mémoire très remarquable, traitant de la reprise des assurances par l'État. Voici quelques extraits des conclusions de ce mémoire :

« Les monopoles de l'Etat ne sont pas un progrès. Ils sont contraires à tous les principes de l'économisme moderne, et aux enseignements que nous donnent sur ce point les constitutions des deux grands pays les plus libres du monde, l'Angleterre et l'Amérique. Un gouvernement ne peut ni ne doit descendre comme acteur dans la sphère où s'agitent les intérêts privés; son action, pour être utile sans être oppressive, doit se borner à donner l'impulsion, à planter des jalons qui doivent guider et soutenir le travail dans sa marche et dans son développement; l'intervention de l'Etat, lorsqu'elle est nécessaire, doit encore se faire sentir le moins possible; elle doit venir en aide à la faiblesse industrielle par l'encouragement de l'esprit d'association, et à son perfectionnement par l'enseignement : mais toute autre intervention que celle-là, toute initiative qui, au lieu de suppléer seulement à l'absence, ou à la faiblesse de l'industrie privée, substituerait l'action du pouvoir à l'action individuelle en lui enlevant son droit au travail, et à la conservation de son industrie, serait une atteinte à la liberté, au droit, à la propriété.

« Car, un gouvernement vraiment libéral n'admet le despotisme au profit de personne, pas même au profit de l'Etat; il repousse comme incomplet le droit, comme mensongère la liberté, qui auraient d'autres servitudes que le respect de la liberté et du droit d'autrui.

« C'est dans ce respect de la liberté et du droit qu'il retrouve le travail et l'association comme moyens de production et de richesse, la propriété comme but immuable vers lequel il doit nous guider tous.

« Or, comment allier le respect de la liberté, du droit et de la propriété avec l'absorption, même partielle des activités individuelles? Comment défendre à un citoyen de diriger ses pensées, ses actions, vers un but ou une profession, sans gêner la liberté, sans limiter son droit? Comment lui enlever son invention, son industrie, son commerce, son travail, ce qui sert à son existence enfin, sans violer son droit de propriété?...

« Ce ne furent pas des hommes d'une nature ordinaire, croyons-le bien, qui organisèrent les grandes combinaisons d'assurances, et qui en dirigèrent le développement en France. Au milieu des obstacles, il fallut à la fois science et courage pour féconder ce germe bienfaisant, il fallut être doué d'une force immense de persévérance et d'une foi ardente pour propager le système de secours chez nous, peuple insouciant, qui limite son avenir aux affections, aux plaisirs, aux craintes, aux besoins du jour. Ce fut une rude tâche que de convertir l'esprit national à la prévoyance d'un sinistre.

« La persévérance des fondateurs d'assurances contre l'incendie résolut le problème; elle est arrivée à réparer dans un espace de trente-trois ans plus de 200 millions de dommages, à la satisfaction de tous, et tout cela s'est accompli au milieu de l'indifférence du gouvernement. Il dormait sur cette amélioration sociale, d'autres l'ont réalisée, et maintenant que la grande machine fonctionne aux applaudissements de tous, maintenant que la matière assurable est acquise à tout établissement qui offre la triple garantie de solvabilité, de capacité et de moralité, le gouvernement s'éveillerait comme en sursaut avec des appétits de dépossession, et il décréterait non plus l'expropriation de la propriété, mais l'expropriation du travail!..... »

De nos jours, M. de Courcy a traité avec sa haute compétence la même question de l'assurance par l'État et l'a repoussée énergiquement comme les précédents auteurs déjà cités.

L'honorable directeur d'une ancienne Compagnie, qui s'occupe des questions économiques avec une grande autorité, a dit, dans une récente allocution adressée au personnel de sa Compagnie que, si l'assurance contre l'incendie qui fait vivre plus de 200,000 familles venait à disparaître ou à être absorbée par l'État, ce serait une grande catastrophe pour la France.

Enfin, l'argument le plus sérieux à invoquer contre le monopole de l'assurance par l'État et qui doit faire considérer cette utopie comme définitivement enterrée, c'est que l'État reçoit annuellement un chiffre considérable résultant de l'impôt sur les assurances, chiffre sur lequel il ne pourrait jamais compter s'il devenait lui-même assu-

reur (V. page 245, tableau IV, la somme annuellement versée au Trésor pour impôts, par les compagnies d'assurances).

Nous avons résumé, avec impartialité, les arguments pour et contre qui ont été invoqués depuis un demi-siècle sur cette grave question.

Nous laissons le public juge d'apprécier de quel côté se trouvent ses intérêts. — A. F.

ASSURANCES CONTRE LES ACCIDENTS.

Depuis la dernière édition de ce *Dictionnaire*, des modifications et des innovations importantes ont été ou sont à la veille d'être introduites dans les principes et les règles qui intéressent ces assurances. Nous allons passer les principales en revue.

Nous donnerons aussi de succinctes monographies pour quelques branches spéciales d'assurances contre les accidents, qui, par le développement qu'elles ont pris dans ces dernières années, ont démontré leur raison d'être et leur utilité.

ASSURANCE COLLECTIVE.

Cette assurance, telle que nous allons en résumer l'économie, est presque exclusivement exploitée par des Compagnies privées constituées sous la forme mutuelle ou anonyme.

Elle a pour but de réparer les conséquences pécuniaires des accidents qui atteignent les ouvriers durant leur travail.

Sous l'empire de notre législation actuelle (art. 1382 et suivants du Code civil), deux cas peuvent se présenter : ou bien l'accident est imputable à la faute du patron ou de ses préposés, et alors l'ouvrier blessé, ou ses ayants-droit, est fondé à lui demander la réparation du dommage qu'il a souffert ; ou bien l'accident a eu pour cause une témérité de la victime ou un événement fortuit et, dans ce cas, la loi ne crée pour elle ni pour les siens, aucun droit à une indemnité. C'est ce double risque que l'assurance collective se propose de couvrir.

Dans le cas de non responsabilité du chef d'entreprise, la Compagnie paie à tout ouvrier atteint d'accident ou à ses ayants-droit une indemnité prévue par le contrat d'assurances. Elle est généralement ainsi fixée : en cas de mort, deux années du salaire annuel de la victime payables à la veuve ou aux enfants mineurs ; en cas d'infirmité absolue, une rente viagère, à la victime, égale au quart de son salaire annuel, cette rente étant réduite, suivant une échelle indiquée par le contrat, si l'infirmité n'est pas complète ; en cas d'incapacité temporaire, une indemnité quotidienne égale à la moitié du salaire journalier.

Si, au contraire, d'après les circonstances de l'accident, la responsabilité civile de l'industriel est engagée, la Compagnie garantit ce dernier contre les conséquences de cette responsabilité jusqu'à concurrence, suivant le taux de la prime, de 7,000, de 10,000 et même de 15,000 francs par personne atteinte d'accident.

De son côté, l'industriel s'oblige à payer à la Compagnie une prime dont le taux est déterminé d'après la profession et le quantum des indemnités assurées. Elle est calculée et payée, soit d'avance et à forfait lorsque l'assurance porte exclusivement sur un certain nombre d'ouvriers nominativement désignés, soit, lorsque l'assurance s'applique à tout le personnel de l'industriel, à l'expiration de chaque trimestre, d'après le nombre d'heures de travail effectuées ou le montant total des salaires payés. Dans ce dernier système, qui est généralement choisi, l'assurance commence à courir et la prime est due à partir du moment même où l'ouvrier est embauché et pour le temps seulement pendant lequel il est salarié. Ces indications essentielles sont fournies à l'assureur par la comptabilité et les feuilles de paye tenues par l'industriel lui-même.

La prime est due à l'assureur par l'industriel, seul signataire du contrat. Mais, dans la pratique, il arrive souvent que l'industriel fait participer son personnel, dans une proportion qu'il détermine lui-même, au paiement de cette prime. Il explique et justifie cette mesure en faisant remarquer que la plus grande partie des accidents n'engagent pas sa responsabilité et que cependant l'ouvrier bénéficie, dans tous les cas, des indemnités prévues dans le contrat d'assurance.

Telle est l'économie générale du contrat collectif.

La quotité des primes varie, suivant les professions et pour les indemnités citées plus haut, de 0 fr. 20 à 5 francs par 100 francs de salaire ou de 0 fr. 005 à 0 fr. 24 par dix heures de travail. Les professions les moins taxées sont les filatures, les tissages, les menuiseries sans outils mécaniques. Celles qui sont considérées comme les plus dangereuses sont les gros transports, les scieries mécaniques, les carrières en galeries.

Parmi les Compagnies françaises qui exploitent l'assurance collective, il faut citer, par rang d'ancienneté : « La Préservatrice » (1861), « Le Soleil » (1865), « la Compagnie Générale » (1876), « Le Secours » (1880), « L'Urbaine et la Seine » (1880), « La Prévoyance » (1880), etc.

Ces Compagnies ont encaissé, en 1888, environ neuf millions de francs et payé, en sinistres, frais médicaux et judiciaires, non compris les frais d'administration proprement dits, environ six millions, soit 66 0/0 des primes. C'est une proportion bien supérieure à celle qui est accusée dans les Compagnies d'assurances sur la vie, contre l'incendie et même dans les autres branches d'assurances contre les accidents. Aussi l'assurance collective est-elle aujourd'hui généralement peu recherchée par les Compagnies à primes fixes qui, dans le jeu de l'opération, ne trouvent pas les ressources nécessaires pour rémunérer leur capital-actions. Elle est considérée comme difficile et donne lieu, en raison de sinistres extrêmement nombreux, à une administration compliquée et par suite à des frais généraux considérables. Elle exige, pour être pratiquée avec quelques chances de succès, des statistiques sérieuses et des connaissances techniques approfondies.

En dehors des Compagnies privées, les assurances collectives sont aussi recueillies par la Caisse insti-

tuée par la loi du 11 juillet 1868 et gérée par l'Etat. L'expérience est venue démentir les espérances que les organisateurs de cette Caisse avaient fondées sur son développement. Elle ne perçoit, en effet, en primes, qu'un chiffre de recettes dérisoire. Les principales causes de cet échec peuvent être attribuées : 1° à ce que les ouvriers assurés collectivement doivent être toujours désignés nominativement. Cette formalité qui, à la rigueur, peut être remplie avec des personnels fixes et peu nombreux, devient absolument impraticable dans les usines et les entreprises importantes, où les variations de personnel sont presque quotidiennes ; 2° à ce que les primes sont uniformément fixées au même taux, quelle que soit la profession de l'assuré. La conséquence naturelle de cette singulière disposition aurait été d'amener à l'Etat tous les risques dangereux, et de laisser aux Compagnies les excellents risques, tarifés trop cher par l'Etat ; mais il est heureux pour les finances publiques que l'assurance par la Caisse offre d'autres inconvénients d'une nature telle que les industriels ne peuvent venir à elle ; 3° à ce que la Caisse n'accorde des indemnités qu'aux ouvriers blessés et ne garantit pas la responsabilité civile du patron. Celui-ci, qui est le seul souscripteur de l'assurance collective, doit donc, ses propres intérêts étant totalement négligés dans ce contrat, le défendre et le propager avec peu de zèle ; 4° à ce que les indemnités prévues en faveur des blessés sont insuffisantes : ils sont donc incités en quelque sorte à intenter des procès à leurs patrons pour obtenir des indemnités plus élevées.

Après les Compagnies d'assurances et la Caisse de l'Etat, il convient de signaler parmi les associations qui ont utilisé les règles de l'assurance collective à l'aide de combinaïsons diverses, dans l'étude desquelles il serait trop long d'entrer, certaines Chambres syndicales d'entrepreneurs, les Compagnies houillères et minières, les Compagnies de chemins de fer, les grands établissements métallurgiques, etc.

On peut évaluer à 1,500,000 environ les ouvriers auxquels s'appliquent, sous diverses formes, les bienfaits de cette assurance spéciale. Si l'on estime à 4,000,000 la population ouvrière de la France et si l'on songe que les ouvriers déjà assurés sont certainement ceux qui sont le plus exposés aux accidents, on peut affirmer que, dans notre pays et sous la seule impulsion de l'initiative privée, ce mode d'assurance a fait faire un grand pas dans la voie de la prévoyance.

S'il paraît utile, ne fût-ce qu'à un point de vue documentaire, de parler de l'assurance collective telle qu'elle est appliquée aujourd'hui par les Compagnies, les Mutualités, les Syndicats, les Caisses officielles ou privées; il convient aussi d'ajouter que cet exposé pourra bientôt ne présenter qu'un intérêt rétrospectif, car le Parlement français est à la veille d'édifier, sur des principes nouveaux, toute une législation qui bouleversera probablement l'organisation des institutions existantes.

Notre pays n'est d'ailleurs. pas le seul qui se préoccupe de la question des accidents du travail. Presque toutes les nations de l'Europe ont introduit ou se proposent d'introduire d'importants changements dans le texte de l'ancien droit régissant ces matières.

A la tête de ce mouvement se place l'Allemagne. De 1881 à 1887, elle a promulgué tout un faisceau de lois, concernant les ouvriers, sur la maladie, l'accident, la vieillesse et l'invalidité.

La loi spéciale aux accidents, qui paraît avoir un instant inspiré nos législateurs, porte la date du 6 juillet 1884. Elle a établi l'assurance obligatoire, ou plutôt l'impôt d'assurance, et alloue aux ouvriers blessés des indemnités élevées sans rechercher à qui, du patron ou de l'ouvrier, incombe la responsabilité de l'accident.

On ne saurait entrer ici dans l'examen détaillé des dispositions nombreuses de cette loi ni des rouages complexes qu'elle met en mouvement. Il suffira de dire qu'elle a été inspirée par les doctrines du socialisme d'Etat, qu'elle paraît être surtout destinée, dans les préoccupations de M. de Bismarck, à enrayer le mouvement socialiste qui menace les institutions monarchiques et militaires de l'Allemagne, que les fonctionnaires de l'Etat dirigent souverainement cette gigantesque machine, que le système corporatif a été appliqué à tout l'Empire. Ses effets s'étendent actuellement à plus de quatre millions d'ouvriers, non compris les ouvriers de l'Etat et ceux attachés à l'agriculture.

Les premières statistiques qui ont été publiées par l'Office impérial des assurances révèlent les faits suivants. « En 1887, dit M. Keller, on est frappé du faible rendement utile du gigantesque appareil mis en action : environ 1 fr. 25 de frais pour 1 fr. 75 d'indemnités payées par assuré. » En 1888, la dépense moyenne par assuré est de 8 fr. 17. En 1887, elle n'était que de 6 fr. 21 et en 1886 de 3 fr. 71. Ces résultats s'expliquent dans une certaine mesure par ce fait que, la responsabilité de l'ouvrier et du patron étant annihilée, la loi constitue un « oreiller de paresse » sur lequel viennent s'endormir l'attention et la vigilance des parties intéressées. Il faut aussi remarquer que les charges financières de l'assurance n'affectent pas seulement l'exercice qui les a vu naître ; elles sont réparties, d'après une progression déterminée, sur les années suivantes.

Quoi qu'il en soit, l'aggravation déjà signalée est grosse de périls pour l'avenir ; elle menace de faire supporter à l'industrie, car ce sont les patrons qui paient la presque totalité des primes, des charges bien lourdes. Il convient donc de faire dès aujourd'hui des réserves sur le régime allemand au triple point de vue philosophique, social et financier, et d'attendre, avant d'émettre un jugement définitif, la publication de statistiques portant sur une période plus longue.

L'Autriche a suivi la même voie que l'Allemagne ; mais elle a dû se plier aux exigences de son organisation politique et de ses mœurs séparatistes. Chez elle, ce n'est plus le système corporatif centralisé par l'administration, mais bien le système régional, qui est en usage.

La Suisse (Lois de 1875, 1877, 1881 et 1887) déclare les fabricants responsables du dommage causé aux ouvriers blessés ou tués dans les fabriques; elle semble même disposée à imposer à certaines catégories d'industriels l'assurance obligatoire.

Toutes les autres nations sont placées dans une situation identique ou analogue à celle de la France.

Dans notre pays, les droits à la réparation du dommage causé par l'accident prennent naissance dans les articles 1382 et suivants du Code civil. L'ouvrier blessé, pour obtenir cette réparation, est obligé de prouver qu'il y a eu faute commise par son patron ou par ses préposés. Aussi ne doit-il pas, en droit strict, être indemnisé lorsqu'il ne peut prouver, alors même qu'elle existe, la faute de son patron. *A fortiori* ne peut-il prétendre à une indemnité, lorsque l'accident est dû à un cas fortuit ou de force majeure, et qu'il est la conséquence en quelque sorte nécessaire de l'usage de l'outillage ou de l'exercice de la profession.

En fait, la situation de l'ouvrier n'est pas aussi précaire. L'assistance judiciaire lui est presque toujours accordée; les tribunaux se montrent en général favorables à ses demandes, jugent le plus souvent, dans le cas où la responsabilité du patron paraît non engagée, qu'il y a « faute commune » et accordent aux blessés ou à leurs ayants-droit des indemnités souvent fort élevées. Rappelons aussi que l'assurance collective, telle que nous venons de la décrire, fait bénéficier l'ouvrier blessé d'indemnités équitables. On peut donc affirmer qu'elles sont aujourd'hui bien rares les victimes des accidents du travail qui restent sans ressources.

Néanmoins, deux graves reproches ont été adressés à notre législation actuelle. En droit, l'ouvrier est, dit-on, quelquefois dans l'impossibilité de faire la preuve de la faute de son patron. En fait, il souffre des lenteurs inévitables de la procédure et ne peut être indemnisé pour les accidents dus à un cas fortuit.

Ainsi est née l'idée du « risque professionnel, » c'est-à-dire du risque que « l'ouvrier court indépendamment du fait du patron et de sa propre faute grossière. » C'est ce risque que les uns voudraient faire supporter à la fois par le patron pour la plus grande partie et par l'ouvrier, et que les autres désireraient mettre à la charge exclusive du patron.

La Chambre des députés a voulu consacrer cette dernière appréciation dans la loi préparée par M. Duché et votée, le 10 juillet 1888, à l'instigation de son rapporteur, M. Ricard. Son article premier est ainsi conçu :

Tout accident survenu dans leur travail aux ouvriers et employés occupés dans les usines, manufactures, chantiers, entreprises de transports, mines, minières, carrières, et en outre, dans toute exploitation où il est fait usage d'un outillage à moteur mécanique, donne droit, au profit de la victime ou de ses ayants-droit, à une indemnité dont l'importance et la nature sont déterminées ci-après.

Cette indemnité est à la charge du chef de l'entreprise qu'elle qu'ait été la cause de l'accident.

Toutefois, il ne sera dû aucune indemnité à la victime qui aura intentionnellement provoqué l'accident.

Les employés et ouvriers, dont les appointements dépassent 4,000 francs, ne bénéficieront que jusqu'à concurrence de cette somme des dispositions de la présente loi.

Sont également admis à bénéficier des dispositions du présent article les ouvriers et employés d'exploitation pour le compte de l'Etat, des départements, des communes ou des établissements publics, ainsi que les ouvriers ou les employés occupés dans les entreprises de chargement et de déchargement, dans les magasins publics et dans tout travail où l'on produit ou emploie des matières explosibles.

Il paraît sans grand intérêt, aujourd'hui que le Sénat semble en ces matières ne pas partager les vues de la Chambre, d'entrer dans l'analyse détaillée des articles suivants. Il suffira de rappeler que, d'après la loi votée par la Chambre, les ouvriers devenus infirmes à la suite d'accidents ont droit à une rente viagère comprise, suivant la décision des juges, entre le tiers et les deux tiers de leur salaire annuel; qu'en cas de mort, des rentes, qui peuvent atteindre la moitié du salaire de la victime, sont attribuées à la veuve et aux enfants; qu'enfin, en cas d'incapacité temporaire, le blessé touche une indemnité égale à la moitié de son salaire quotidien. Les autres dispositions de la loi ont trait à la détermination du salaire moyen; aux délais et formes à observer dans les déclarations des accidents; aux enquêtes faites par les juges de paix, médecins et experts; à l'assistance judiciaire accordée *de plano*; aux pénalités à appliquer aux chefs d'industrie qui omettraient de déclarer les accidents survenus à leur personnel; à l'assurance par les syndicats professionnels et par la caisse d'assurances de l'Etat instituée par la loi du 11 juillet 1868.

Telle est, très sommairement résumée, la loi qui est actuellement soumise aux délibérations du Sénat.

La Chambre haute a nommé une commission, dont le rapporteur, M. Tolain, a adopté dans ses grandes lignes le travail de M. Ricard. Il n'a fait quelques modifications, inspirées du reste par la prudence la plus louable, que sur l'organisation de la caisse de l'Etat.

La discussion en séance publique arriva à l'ordre du jour le 8 mars 1889. Dans cette séance et dans celles des 9, 12. 14, 19, 21, 22 et 25 mars, un grand nombre de sénateurs, parmi lesquels MM. Blavier, Lacombe, Léon Say, Bérenger, Trarieux, Bardoux, prirent part à la discussion. Manifestement le Sénat hésitait à s'engager dans la voie que lui avait tracée la Chambre. Plusieurs contre-projets furent déposés et renvoyés à la commission qui, sous l'inspiration de M. Bardoux, rédigea un nouvel article premier bouleversant l'économie du projet voté par nos députés. Voici cet article :

Dans toute industrie où le travail sera reconnu dangereux, le chef de l'entreprise est responsable de tout accident survenu, par le fait du travail ou à l'occasion du travail, à ses ouvriers ou employés, à moins qu'il ne prouve que cet accident est survenu par la faute lourde de l'ouvrier ou employé.

Ce principe est applicable aux exploitations gérées pour le compte de l'Etat, des départements, des communes et des établissements publics.

Un règlement d'administration publique déterminera les industries dans lesquelles le travail sera rendu dangereux.

Dans le cas où l'accident serait dû à la faute lourde du chef de l'entreprise ou de ses préposés, la réparation *comprendra la totalité du dommage causé, conformément* aux articles 1382 et suivants.

Si l'accident est dû à une imprudence ou à une négligence légère du patron, ou de ses préposés, ou de l'ouvrier, à un cas fortuit ou de force majeure, ou de force majeure, ou si la cause est inconnue, l'indemnité est à la charge du chef de l'entreprise, dans les conditions et suivant les distinctions qui seront déterminées ci-après.

Le Sénat se rallia à cette rédaction qu'il adopta le 1er avril 1889 à la majorité de 182 voix contre 66.

A la suite de ce grave incident, la commission fut obligée de remanier son premier travail qui revint en discussion le 2 juillet 1889. Dans cette séance, un contre-projet important de M. Félix Martin fut encore renvoyé à la commission et la *question dut être retirée de l'ordre du jour.*

Elle vient enfin de subir l'épreuve de la délibération en première lecture. Dans les séances des 6, 7 et 13 février 1890, le Sénat a adopté le projet de M. Bardoux.

D'après ce projet les accidents sont classés, suivant leurs causes, en 3 catégories : ceux qui sont imputables à la faute lourde de l'ouvrier, ceux qui proviennent de la faute lourde du patron, et enfin ceux qui sont dus à une imprudence ou à une négligence légère du patron ou de ses préposés, ou de l'ouvrier, à un cas fortuit ou de force majeure, ou à une cause inconnue.

Les premiers ne donnent pas lieu à réparation de la part du patron, à charge par lui de prouver que l'ouvrier a commis une faute lourde.

Les seconds sont réparés par le patron seul ; mais l'ouvrier doit apporter la preuve de la faute lourde du patron, et est admis à demander, conformément aux art. 1382 et suivants du Code civil, une somme non limitée à titre de dommages et intérêts.

Quant aux accidents de la 3e catégorie, ils ne peuvent donner lieu à procès sur la quotité de l'indemnité, puisque le projet la fixe lui-même. En cas d'incapacité temporaire ou d'infirmité, partielle ou permanente, la victime a droit à une rente égale à la moitié de la réduction que l'accident a fait subir à son salaire quotidien moyen. En cas de mort, l'indemnité est égale aux 2/3 de celle à laquelle la victime aurait eu droit si elle avait été frappée d'une incapacité absolue. Cette indemnité est attribuée, suivant des règles déterminées, à la veuve, aux enfants et aux ascendants.

Le projet édicte ensuite une procédure spéciale pour les déclarations et les enquêtes des accidents, refuse à l'Etat le droit de recueillir lui-même des assurances, et décide qu'un règlement d'administration publique viendra énumérer les garanties que devront présenter les Compagnies et les caisses d'assurances contre les accidents.

Quel est le sort réservé au projet de M. Bardoux que le Sénat vient, avec de légères réserves, d'adopter en première lecture ? En présence des contre-projets annoncés et des intérêts si contraires que ces questions complexes mettent aux prises, il serait bien difficile de le prévoir. Il convient aussi de remarquer que le Sénat devra procéder à une deuxième délibération et que le gouvernement, qui jusqu'ici s'est tenu à l'écart de la discussion, sera probablement forcé de se jeter dans la mêlée. Enfin, en vertu de la procédure parlementaire, la Chambre des députés devra à son tour délibérer sur le projet de loi élaboré par le Sénat. On ne saurait donc préciser à quelle époque et dans quel sens le Parlement tranchera définitivement la question des accidents du travail.

En terminant, nous devons rappeler que, sur l'initiative du ministère du commerce et de la direction de l'Exposition de 1889, un congrès international des accidents du travail a été tenu à Paris du 9 au 14 septembre 1889. Plusieurs membres de la commission d'organisation, chargée d'élaborer le programme des travaux du congrès, furent priés d'étudier certaines questions et d'en faire l'objet de rapports spéciaux. Ces rapports, remplis de documents, de faits et d'idées, présentent tous un vif intérêt. Parmi les plus remarquables, nous citerons ceux : 1° de M. Keller, ingénieur en chef des mines, qui, après avoir reproduit les statistiques officielles des accidents survenus dans certaines professions, s'est efforcé de calculer le prix de revient de l'assurance, de dégager quelques lois statistiques, de démontrer l'absolue nécessité d'une statistique scientifique et de tracer quelques règles propres à obtenir ce résultat. 2° de M. Marestaing, directeur fondateur de la société « la Préservatrice, » qui a fait porter son étude sur la définition des accidents du travail dans les divers pays, sur les caractères distinctifs de ces accidents et sur les incapacités qui en résultent. M. Marestaing a établi péremptoirement qu'à l'inverse de la *maladie*, l'*accident* n'existe que lorsqu'il s'accuse sous forme de lésion c'est-à-dire de traumatisme dû à une cause violente, fortuite et extérieure. Il estime que, pour couper court aux contradictions de la jurisprudence et pour préciser les droits et les responsabilités des diverses parties, en cause, une définition, si difficile qu'elle soit à formuler, devrait être donnée par la loi elle-même. Il s'occupe aussi des accidents survenus à l'occasion du travail, de leurs conséquences, des éléments entrant dans le calcul des pertes, de la division en plusieurs catégories de l'incapacité permanente de travail, etc. 3° de M. Dejace, professeur à l'Université de Liège, qui, après avoir résumé d'une façon remarquablement claire et impartiale diverses thèses juridiques et sociales, a conclu en faveur de la création du « risque professionnel, » tel qu'il a été défini plus haut. Il s'est vivement élevé contre le système allemand, lequel, en supprimant toute responsabilité, a étouffé chez le patron comme chez l'ouvrier tout sentiment de prévoyance, 4° de M. Cheysson, ingénieur en

chef des ponts et chaussées, qui avec une grande abondance d'arguments a condamné l'assurance par l'Etat. « Nous pensons, dit-il, que les individus peuvent faire le bien mieux que lui, parce qu'ils bénéficient de la souplesse et de la richesse des solutions qu'engendre la liberté, alors que l'Etat est condamné à l'uniformité brutale et niveleuse de l'obligation. » M. Cheysson inclinerait vers la création de grandes compagnies régionales qui seraient à la prévoyance ce que les compagnies de chemins de fer sont aux transports. On est malheureusement forcé d'émettre des doutes sur cette conception, si séduisante qu'elle paraisse, car elle semble inspirée par le système italien qui n'a pas encore fait ses preuves et qui, d'ailleurs, n'a pas eu à résoudre le problème des accidents du travail dans les mêmes termes et les mêmes conditions que la France.

Dans ses séances publiques, le congrès a examiné les travaux de ses rapporteurs et, bien que ses discussions n'aient pas reçu la sanction du vote, on peut affirmer, par la physionomie de l'assemblée, par l'accueil fait à certains orateurs et par le résumé du président, M. Linder, qu'il s'est prononcé contre l'assurance obligatoire et contre l'assurance par l'Etat. Il a semblé indiquer qu'il penchait pour la création d'un risque professionnel, pour la fixation d'indemnités moins élevées que celles prévues dans les divers projets de lois français, pour l'élaboration de lois et décrets tendant à imposer aux industriels et entrepreneurs des mesures propres à prévenir les accidents, pour le développement à donner à l'assurance libre en lui assignant des règles scientifiques et en lui demandant des garanties financières de tout repos. Son œuvre n'aura pas été sans utilité pour les législateurs qui ont pris à tâche de résoudre ces graves problèmes d'économie sociale.

ASSURANCE INDIVIDUELLE

Cette assurance a pour but de réparer les pertes pécuniaires qui résultent des accidents corporels, professionnels ou autres, survenus dans tous les moments de l'existence. Elle donne droit : en cas de mort, à un capital qui est attribué aux héritiers légaux ou testamentaires de l'assuré. Ce capital qui, en général, ne dépasse pas 25,000 francs, peut cependant, pour certaines professions, être porté à 100,000 francs et plus ; en cas d'infirmité absolue à une rente viagère, ou à un capital aussi important que pour le cas de mort. Lorsque l'assuré n'est pas complètement impotent, mais qu'il a subi néanmoins une dépréciation définitive de sa valeur physique, une rente lui est attribuée. L'importance de cette rente est déterminée par la police elle-même qui divise, d'après leurs conséquences, les cas d'infirmité en plusieurs catégories ; en cas d'incapacité temporaire, à une indemnité quotidienne qui peut atteindre 25 francs par jour.

L'assurance individuelle s'adresse à toutes les classes, même à la classe des ouvriers ; mais elle convient plus particulièrement aux personnes qui, sans se livrer à des travaux manuels, courent des risques sérieux dans l'exercice de leur profession. Tels sont : les ingénieurs, les architectes, les chefs d'usines, les contre-maîtres, les médecins, les vétérinaires, etc.

Elle a des points communs avec l'assurance en cas de décès. Elle est souscrite par des personnes qui, sans fortune personnelle, retirent des revenus importants de leur profession ou de leur industrie et redoutent de laisser, par leur mort, leur famille dans la gêne et leur entreprise sans capitaux. Elle doit être précédée d'un examen médical, d'ailleurs très sommaire puisqu'il doit seulement indiquer si la personne à assurer est exempte d'infirmités amoindrissant la vue ou la fonction normale des membres. On comprend, en effet, qu'en pareil cas les chances d'accidents sont notablement aggravées. De plus, en cas de nouvelle blessure, il peut être difficile d'apprécier sa vraie cause et ses conséquences intrinsèques.

Par contre, l'assurance individuelle ne répare que les conséquences des accidents et non des maladies naturelles. Aussi ses primes sont-elles bien inférieures à celles qui sont demandées par les compagnies d'assurances sur la vie. Mais il convient cependant de remarquer que l'action de l'assurance individuelle n'est pas limitée, comme les assurances en cas de décès, aux seuls cas de mort. Elle prévoit aussi une rente viagère en cas d'infirmité et une indemnité quotidienne en cas d'incapacité temporaire de travail. Ce sont précisément les cas où l'assuré, par son inaction forcée, non seulement ne donne plus aux siens et à son industrie les ressources et la direction qui leur sont nécessaires, mais encore augmente leurs charges par les soins et les dépenses qu'occasionne le traitement de sa blessure.

Les primes de l'assurance individuelle varient avec les indemnités et les professions. Pour donner un aperçu des tarifs généralement adoptés par les compagnies, disons qu'un architecte qui s'assurerait pour 25,000 francs en cas de mort, 2,500 francs de rente viagère en cas d'infirmité, et 10 francs par jour en cas d'incapacité temporaire, paierait par an une prime de 120 francs. Pour les mêmes indemnités, un avocat ou un notaire paierait 80 francs, un médecin 125 francs.

L'assurance individuelle est surtout en honneur en Allemagne, en Angleterre et en Suisse. En France, elle paraît entrer dans une voie de notable progrès puisque, en 1888, les compagnies françaises ont recueilli 1,750,000 francs en primes, en augmentation de 300,000 francs sur 1887. L'exercice de 1889, dont les résultats ne sont pas encore officiellement connus, s'annonce avec un accroissement sensible.

Les compagnies qui l'exploitent sont les mêmes que celles désignées plus haut à l'occasion de l'assurance collective.

ASSURANCE CONTRE LES ACCIDENTS DE CHEVAUX ET VOITURES

La mise en circulation des chevaux et des voitures constitue deux risques principaux qui font l'objet de deux assurances absolument distinctes.

a) La première garantit le propriétaire du che-

val et de la voiture contre les réparations civiles auxquelles il peut être tenu par suite des accidents que ses voitures causent aux tiers (personnes, voitures, chevaux, animaux et propriétés quelconques).

Le contrat d'assurances doit indiquer le nombre de voitures, leurs numéros ou toutes autres indications propres à les distinguer, leur usage, le nombre de chevaux dont elles sont attelées, le périmètre dans lequel les voitures doivent circuler et le lieu où se trouvent les écuries et remises.

Les tarifs varient avec le chiffre jusqu'à concurrence duquel la responsabilité du propriétaire est garantie et avec l'usage des voitures. Elles sont généralement classées en quatre catégories principales : les voitures de maître, les voitures de commerce (tapissières, voitures de blanchisseurs, de boulangers), voitures publiques (fiacres, omnibus, tramways) et les voitures de transport (tombereaux, charrettes, gros camions, fardiers, haquets).

Les primes varient aussi avec l'importance des villes où les voitures sont appelées à circuler. C'est ainsi qu'à Paris, à Marseille et à Bordeaux on applique des taxes sensiblement plus élevées que dans les petites villes.

Donnons un exemple d'application de tarif. Pour une garantie de 3,000 francs par accident, un coupé circulant à Paris serait taxé, annuellement, à raison de 40 francs ; une tapissière, de 45 francs ; un wagon pour déménagements, de 100 francs.

Enfin, il faut ajouter que chaque accident doit donner lieu à un versement qui varie, suivant le risque, de 2 à 15 francs. Les compagnies recommandent expressément de faire supporter ce versement, à titre d'amende, par les cochers eux-mêmes, afin de tenir leur prudence et leur circonspection en éveil.

b) La deuxième garantit les dégâts, contusions, blessures ou mort, causés aux chevaux et voitures de l'assuré.

Cette assurance, désignée souvent par le nom de *contre-assurance*, donne lieu elle-même à plusieurs combinaisons : la garantie de la compagnie est limitée aux accidents occasionnés par la faute ou l'imprudence de tiers ; elle peut s'étendre aux accidents provenant de la faute involontaire de l'assuré ou de ses préposés ; elle peut même s'appliquer aux accidents occasionnés sans la participation de tiers, pourvu qu'ils résultent d'un choc involontaire.

Ces trois combinaisons ne peuvent être indifféremment appliquées à tous les chevaux et voitures, quels que soient leur usage et leur valeur. Les compagnies se montrent, au contraire, surtout pour les voitures publiques et de gros transports, très difficiles dans l'acceptation des deux dernières combinaisons.

Les primes annuelles varient, suivant les risques et les villes, entre 2 et 9 0/0 de la valeur des chevaux et entre 1,50 et 5 0/0 de la valeur des voitures.

L'utilité de l'assurance contre les accidents de chevaux et voitures sous ses deux formes principales, n'est plus, surtout dans les grandes villes, aujourd'hui mise en doute. Les industriels et les commerçants qui n'y ont pas recours constituent l'exception.

En 1888, les compagnies ont encaissé, en primes provenant de cette combinaison, plus de 5 millions.

ASSURANCE CONTRE LE BRIS DES GLACES.

Cette assurance a pour objet de réparer les pertes pécuniaires occasionnées par le bris des glaces et des carreaux, placés dans les appartements ou dans les magasins. Les Compagnies s'engagent à les remplacer ou à en payer le montant après transaction amiable ou expertise contradictoire.

Sont toutefois exceptés des risques garantis ceux qui résultent du feu, du gaz, des explosions et de la guerre.

Les tarifs varient avec l'importance des villes. Ils sont calculés d'après la superficie de la glace et le taux, par mètre carré, est d'autant plus élevé que cette superficie est plus considérable. Ainsi, à Paris, une glace de $2^{m2},50$, placée à l'extérieur, donnerait lieu à l'établissement d'une prime annuelle de 5 francs ; une glace de 10 mètres carrés à une prime de 60 francs. Les glaces placées à l'intérieur sont assurées à moitié prix.

Les compagnies qui exploitent ce genre d'assurances sont « la Parisienne » (1829), « la Célérité » et la plupart de celles que nous avons déjà désignées pour l'assurance collective. Les primes, annuellement encaissées par elles, s'élèvent à 1 million environ.

ASSURANCE DES VALEURS TRANSPORTÉES

Cette assurance se propose de garantir les expéditeurs de valeurs (billets de banque, titres, coupons, diamants, bijoux, etc.), contre tous les cas de perte pouvant se produire depuis le moment de leur remise aux administrations de transport jusqu'à celui de leur livraison au destinataire.

Les compagnies exigent que les objets assurés soient expédiés, sous plis recommandés ou en « valeur déclarée » de 50 francs à l'administration des Postes, ou de 5 0/0 de la valeur totale de l'objet aux Messageries nationales ou postales.

L'assuré doit, en cas de perte, justifier par sa correspondance et ses écritures, la valeur réelle de l'expédition.

Les primes, qui sont sensiblement inférieures aux tarifs de l'administration des Postes, sont comprises entre 0 fr. 15 et 0 fr. 75 par 1,000 francs assurés. Elles varient avec la valeur de l'envoi (titres, coupons, billets de banque, espèces, métaux précieux) et les pays où les valeurs doivent être livrées aux destinataires.

Les compagnies qui exploitent spécialement cette branche d'assurances sont « la Foncière » et « le Secours ».

Pour être complets, il faudrait encore parler de l'assurance souscrite par les pharmaciens en vue

de couvrir leur responsabilité civile contre les conséquences des erreurs commises par eux ou leurs aides ; de l'assurance intéressant les municipalités responsables des accidents dont sont victimes leurs sapeurs-pompiers ; de l'assurance contre les dégâts occasionnés par les eaux, etc., etc.

Ces branches spéciales d'assurances n'ont donné lieu, jusqu'à présent, qu'à des opérations restreintes, insuffisamment étudiées ou peu susceptibles d'être augmentées. Aussi nous paraît-il inutile, ou tout au moins prématuré, d'entrer aujourd'hui à leur égard dans des développements spéciaux. — D.

○ **ASYMPTOTE.** *T. de math.* On dit qu'une droite est *asymptote* à une branche infinie d'une courbe, lorsque la distance d'un point de la courbe à cette droite diminue indéfiniment, quand ce point s'éloigne à l'infini sur la branche de courbe. Toute asymptote à une courbe peut être considérée comme une tangente, dont le point de contact serait rejeté à l'infini. L'hyperbole présente deux asymptotes qui sont symétriques par rapport à l'axe de la courbe.

ATOME. *T. de phys. et de chim.* On enseigne universellement aujourd'hui que la matière est composée de particules distinctes et *indivisibles* qu'on a nommées *atomes*. Ces atomes ne se touchent pas, même dans les corps les plus compacts, et sont en mouvement incessant les uns par rapport aux autres, obéissant à des forces mal connues qu'on a appelées *forces moléculaires*. Les atomes des différents corps simples jouissent de propriétés distinctes. Ils se réunissent par groupes plus ou moins stables comprenant soit des atomes d'un même corps simple, soit des atomes de corps simples différents. Chacun de ces groupes constitue une *molécule*. Toutes les molécules d'un même corps sont exactement semblables entre elles, et chaque molécule reste semblable à elle-même tant que le corps conserve les mêmes propriétés chimiques.

Les changements d'état physique d'un corps : état solide, liquide gazeux, variation de température, etc.. proviennent de modifications dans l'action des forces moléculaires, et laissent intacte la constitution de la molécule elle-même.

Cette conception, remarquable de clarté et de simplicité, se prête admirablement bien à l'explication des phénomènes observés dans les expériences de physique et de chimie ; mais il importe de rechercher si elle satisfait pleinement l'esprit et surtout si les raisons qu'on a eues de l'adopter constituent une démonstration certaine de sa vérité. En d'autres termes, doit-on la considérer comme l'expression d'un fait indiscutable, ou comme une hypothèse imaginée par l'esprit humain pour relier entre eux les phénomènes observés.

Nous ferons d'abord remarquer que la théorie qui nous occupe, en admettant même qu'elle soit complètement justifiée par l'expérience, est encore bien incomplète. Elle ne nous dit rien des forces qui agissent sur les atomes, à tel point que certains physiciens ont été jusqu'à nier l'existence même de la force et ont voulu tout expliquer par le choc des atomes en mouvement. Il est vrai qu'il resterait alors à faire la théorie du choc de deux atomes, ce qui entraînerait à les douer de propriétés élastiques faisant réapparaître indirectement les forces qu'on avait voulu supprimer. La théorie atomique ne nous dit rien non plus des dimensions des atomes. On sait seulement que ces dimensions sont de beaucoup au-dessous de tous nos moyens d'investigations.

En fait les dimensions des atomes ne se révèlent par aucun phénomène observable, de sorte qu'il est permis de les supposer aussi petites qu'on voudra. On peut être ainsi conduit à une conception de l'atome matériel déjà formulée par Leibnitz : c'est celle de l'*atome sans dimensions*, simple point géométrique duquel émanent des forces moléculaires qui agissent sur des points semblables. Cette théorie des *atomes centres de force* est la contre partie exacte de la théorie du choc des atomes : on l'a nommée la *théorie dynamique* ou *dynamisme*. Elle paraît extrêmement choquante au *premier abord* ; mais cette répugnance instinctive tient à l'idée fausse que nous nous faisons malgré nous de l'atome. Quelque effort d'abstraction que nous voulions faire, nous nous représentons presque irrésistiblement l'atome *comme un très petit solide*. Il est bien évident que cette représentation est absurde, puisque l'idée de solide nous est fournie par les sens comme résultat de l'impression que produisent sur nous des corps composés eux-mêmes d'atomes. Après avoir admis que la *notion de corps solide*, telle que nous la concevons vulgairement, est une pure illusion, il serait assez singulier de transporter cette notion aux particules ultimes de la matière. Ajoutons qu'en supposant l'atome étendu, il est assez difficile d'imaginer en quoi l'intérieur de l'atome différerait de l'extérieur.

Enfin, il est tout un ordre de phénomènes que la théorie atomique laisse entièrement de côté. Il est à peu près certain aujourd'hui que les espaces interatomiques des corps, aussi bien que les espaces interstellaires du ciel, sont remplis d'une substance au travers de laquelle se propagent les phénomènes de lumière et d'électricité. Cette substance nommée *éther*, qui n'obéit pas aux lois de la gravitation et n'exerce aucune résistance appréciable sur les corps en mouvement, est-elle aussi composée d'atomes ? En tous cas, quelles sont ses relations avec les atomes matériels ?

L'une des hypothèses les plus ingénieuses qui ont été imaginées pour répondre à cette dernière question est celle des *atomes tourbillonnants* proposée par sir William Thomson. Elle consiste à supposer l'Univers rempli d'un fluide parfait et continu dans lequel existent des mouvements tourbillonnaires en forme d'anneaux continus. Chacun de ces tourbillons est constitué par un anneau analogue à ces anneaux de fumée qu'on produit si facilement par la combustion spontanée du phosphure d'hydrogène. Il résulte d'une savante analyse mathématique de Helmholtz que, dans un fluide parfait, de pareils anneaux sont *in-*

destructibles et indivisibles; ils peuvent se déformer sous l'action de forces extérieures, mais sont doués d'élasticité et oscillent autour de leur forme d'équilibre; ils peuvent se déplacer au sein du fluide ambiant, entraînant toujours la même portion de substance dont ils sont composés et quand deux tourbillons arrivent au voisinage l'un de l'autre, ils réagissent l'un sur l'autre de manière qu'ils ne peuvent jamais arriver au contact, ni à plus forte raison se mêler l'un à l'autre. On voit que chacun de ces tourbillons possède les principales propriétés qu'on est convenu d'attribuer à l'atome matériel. Ainsi, d'après sir William Thomson, les atomes matériels seraient des tourbillons de ce genre produits au sein d'un fluide universel. Malheureusement cette théorie ne donne pas l'explication de la gravitation universelle.

En définitive le problème de l'existence des atomes revient à celui de la divisibilité de la matière. Il n'y a que deux alternatives : ou bien la matière est une substance continue divisible à l'infini, ce qui n'empêcherait pas les corps d'être formés de particules distinctes séparées les unes des autres; mais ces particules ne seraient pas les éléments ultimes du corps et pourraient elles-mêmes être divisées en particules plus petites; ou bien la matière est formée d'unités *distinctes et indivisibles*, et dans ce cas il restera à étudier la nature, l'étendue ou la non étendue de ces entités. La seconde hypothèse constitue la théorie atomique avec toutes ses variétés; atomes solides, atomes centres de forces, atomes tourbillonnants et telles autres qu'on pourrait imaginer. C'est celle qui a été adoptée par la grande majorité des savants de toutes les époques. Sous la forme d'atomes solides, elle a été formulée dès l'antiquité par Lucrèce et remonte même jusqu'à Démocrite; elle s'est pour ainsi dire imposée à l'esprit par la facilité avec laquelle elle permet de rendre compte des principales propriétés de la matière : porosité, compressibilité, élasticité. Cependant, il faut bien dire que jusqu'à la fin du siècle dernier, elle n'était appuyée que sur des raisons purement spéculatives, et sans qu'il fût permis d'invoquer en sa faveur aucune expérience décisive.

Aujourd'hui on fait reposer la démonstration de la doctrine atomique sur les lois chimiques des combinaisons des corps, et particulièrement sur les lois de Wenzel (1777), de Richter (1802), de Dalton (1807), de Gay-Lussac, de Dulong et Petit. Il résulte, en effet, de l'ensemble des travaux de ces divers chimistes, que les corps ne peuvent pas se combiner en toutes proportions; mais que les rapports des poids combinés de deux éléments simples dans toutes leurs combinaisons, soit entre eux, soit avec d'autres éléments, sont ou égaux entre eux, ou dérivent l'un de l'autre à l'aide de multiplications par des fractions très simples. Par exemple dans toutes les combinaisons qui contiennent de l'oxygène et de l'hydrogène, le rapport du poids de l'oxygène au poids de l'hydrogène est toujours égal au nombre 16 multiplié par une fraction simple 1, 1/2, 1, 2/3, etc (V. *Dict.*, ATOMIQUE, EQUIVALENT). Ces lois de combinaisons chimiques, s'il est permis de les considérer comme l'expression de la réalité, constituent en effet une présomption qui équivaut presque à une démonstration rigoureuse de la théorie atomique de la matière. Si la matière était continue, on ne s'expliquerait pas pourquoi les combinaisons ne sauraient se faire en toutes proportions. Dans l'autre hypothèse, au contraire, on conçoit immédiatement que les corps ne peuvent se combiner que dans des rapports égaux aux rapports des poids de leurs atomes; seulement ce rapport pourra être multiplié par une fraction définie par le nombre d'atomes des deux corps qui interviennent dans la combinaison. Ainsi, en admettant que 16 est le poids de l'atome d'oxygène et 1 celui de l'atome d'hydrogène l'eau qui contient 8 grammes d'oxygène pour 1 d'hydrogène, contiendra 2 atomes d'hydrogène pour 1 d'oxygène. Si donc, après avoir déterminé les *équivalents* ou *poids atomiques des corps simples* on pouvait prouver que jamais, dans aucune combinaison chimique, le rapport des nombres d'équivalents de deux corps n'est *incommensurable*, on aurait, sinon, une démonstration rigoureuse, du moins une confirmation très importante de la théorie atomique. Au contraire, si l'on pouvait trouver une seule combinaison où le rapport en question fut incommensurable, la théorie atomique serait à jamais condamnée. Malheureusement, un pareil criterium n'est pas à la portée de l'expérience. D'une part, les rapports des poids des composants, comme toutes les quantités mesurées expérimentalement, ne peuvent être connus qu'approximativement. D'autre part, un rapport incommensurable peut toujours être représenté par une fraction voisine avec une erreur moindre que l'erreur inévitable de mesure, de sorte que jamais l'expérience ne pourra décider si un nombre mesuré est incommensurable ou non. Si cependant on ne rencontrait jamais dans les composés chimiques que des rapports d'équivalents très simples, tels que 1, 1/2, 2/3, 3/4, etc., ou du moins si l'expérience ne donnait jamais que des nombres très voisins de ces fractions, il serait légitime de conclure que la répétition de ces nombres simples n'est pas due au hasard et provient d'une cause physique; les petites erreurs devraient alors très légitimement être imputées aux imperfections de mesure et la théorie atomique sortirait triomphante de cette épreuve. Tel était, en effet, l'état de la question au début de ce siècle, alors qu'on ne connaissait que fort peu de corps organiques et les plus simples d'entre eux; mais depuis les progrès si remarquables de la chimie, on a rencontré en chimie organique des corps beaucoup plus complexes, dont la composition ne peut être représentée que par des formules où le nombre d'équivalents atteint quelquefois jusqu'à 60 et au delà. Il est vrai que la difficulté a été tournée par des hypothèses plus ou moins ingénieuses et plus ou moins justifiées sur le groupement des atomes, et l'existence de groupes ou *radicaux* se comportant comme des atomes de corps simples, de telle sorte que si l'on considérait le composé comme formé par la combinaison de ces radicaux, on retrouverait la loi des rapports simples; mais ce sont là de nou-

velles hypothèses introduites, on peut le dire, pour les besoins de la cause, et la conception primitive des *rapports simples* n'en a pas moins subi une grave atteinte qui autorise peut être qu'on la remette en discussion.

Le premier point qu'il conviendrait d'examiner serait celui de la précision des analyses chimiques. Ce sont en effet les analyses qui permettent de déterminer les poids relatifs des éléments d'un corps simple. Si l'on réfléchit aux difficultés des opérations de cette nature, et surtout si l'on compare plusieurs analyses d'un même échantillon, on sera forcé de reconnaître que la précision des déterminations laisse beaucoup à désirer, à tel point même que certains composés organiques peuvent être représentés par des formules différentes, qui toutes sont suffisamment d'accord avec les analyses. Nous ne croyons pas que l'analyse d'un composé organique permette de décider sûrement entre les deux rapports 61/60 et 62/60 par exemple.

Il ne serait donc pas absurde de penser que la loi des rapports simples n'est peut-être qu'une loi approchée, et que les rapports ne seraient plus aussi simples si nos analyses étaient plus parfaites. Aussi, nous n'hésitons pas à conclure que les arguments qu'on a donnés en faveur de l'existence des atomes matériels constituent non des *preuves*, mais seulement des *probabilités*. Contrairement à ce qui est souvent répété, la science *n'a pas démontré*, au sens strict du mot, que la matière est composée d'atomes indivisibles. Cette idée n'est qu'une *hypothèse*, très plausible et très utile, très probable si l'on veut; mais ce n'est qu'une hypothèse. Elle n'est en désaccord formel avec aucune expérience connue, et permet d'expliquer un grand nombre de phénomènes naturels ; cependant elle est encore incomplète et laisse dans l'obscurité bien des points qu'il conviendrait d'élucider. Malgré tout, la théorie atomique a rendu de tels services à la science, elle se présente avec un tel degré de probabilité, que tout en ne la considérant pas comme rigoureusement démontrée, il convient d'en parler avec respect. Au reste, il ne faut pas s'effrayer du mot d'hypothèse, dont nous la qualifions. Plusieurs principes scientifiques universellement acceptés méritent la même qualification. Tels sont, par exemple, le principe de l'indestructibilité de la matière et celui de l'indestructibilité de l'énergie qui ont été d'une fécondité merveilleuse, mais dont on n'a jamais pu donner de démonstration rigoureuse. Il ne faut pas oublier que les épreuves scientifiques sont le plus souvent négatives; elles font connaître *ce qui ne peut pas être*, et non *ce qui est*. Aussi ne peut-on jamais arriver à la vérité que par voie d'élimination successive, et encore faut-il être sûr de n'avoir oublié aucun cas possible. Quoi qu'il en soit, les hypothèses générales et bien faites sont précieuses pour la science parce qu'elles aident à comprendre et à préciser les phénomènes : elles favorisent les découvertes. Enfin, il ne faut pas perdre de vue qu'au point de vue pratique, une hypothèse qui est d'accord avec *tous les faits observés* est absolument comme si elle était vraie. Cependant il importe, et c'est pourquoi on nous pardonnera d'avoir insisté si longtemps sur ce sujet, de distinguer très nettement dans la science les vérités qui sont établies d'une manière définitive et irréfutable, telle par exemple que le mouvement de la terre, et les conceptions générales qui ne sont que *très probables* mais dont on ne possède pas la démonstration rigoureuse. Cette franchise et cette réserve d'affirmations sont un des caractères les plus frappants de la science moderne, c'est une qualité précieuse qu'il faut conserver avec soin parce que seule est permettra à la science d'avancer avec sûreté dans la voie de la vérité et d'éviter le reproche banal de se contredire à diverses époques. — M. F.

* **AUTRICHE-HONGRIE.** Situation économique. L'Empire austro-hongrois, qui n'est, en réalité, constitué que par un assemblage artificiel de territoires et de peuples très distincts, réunis sous une dynastie commune, n'offre guère plus d'unité au point de vue économique, industriel et social qu'à tous les autres. Suivant les régions qu'on envisage, aussi bien que la nature le développement de la production présente des contrastes tellement profonds qu'il est bien difficile de dégager des résultats d'ensemble. Si dans certaines parties, comme la Bohême, le travail de fabrication atteint un degré d'intensité et de perfection qui peut supporter la comparaison avec les centres manufacturiers les plus animés de l'Europe, si dans le port de Trieste, par exemple, le mouvement des échanges a une activité sans cesse croissante et qui tend à faire de ce port l'un des grands marchés du monde, il existe des provinces entières dans lesquelles l'effort de la production est à peu près nul ou limite à une mise en valeur presque rudimentaire des ressources naturelles les plus faciles à exploiter.

Bien qu'il faille renoncer à établir des divisions absolues, on peut dire, d'une manière générale, que le niveau du développement et de la prospérité économique de l'Autriche-Hongrie s'abaisse sensiblement à mesure que, s'éloignant des frontières qui la mettent en contact avec le vaste mouvement de progrès et de civilisation dont le foyer est à l'ouest de l'Europe, on s'enfonce davantage vers les régions de moins en moins actives, de moins en moins peuplées, par où l'autre extrémité de l'Empire confine au grand sommeil de l'Orient.

Le territoire de l'Autriche-Hongrie mesure 622,309 kilomètres carrés, dont 300,024 pour les pays autrichiens (Haute et Basse-Autriche, Salzbourg, Styrie, Carinthie, Carniole, territoires de Trieste, de Goritz et Gradisca, Istrie, Tyrol, Vorarlberg, Bohême, Moravie, Silésie, Galicie, Bukovine, Dalmatie), et 322,285 pour les pays de la couronne hongroise (Hongrie, Transylvanie, territoire de Fiume, Croatie, Esclavonie et confins militaires). Il faut y ajouter 51,109 kilomètres carrés pour la Bosnie et l'Herzégovine, administrées et occupées militairement par l'Autriche-Hongrie en vertu du traité de Berlin.

La population était, au 31 décembre 1880, pour l'ensemble de l'Empire, de 37,882,712 habitants, dont 22,144,244 pour les provinces autrichiennes et le reste pour les pays hongrois. Elle peut être évaluée, au commencement de 1890, à plus de 41,000,000 de personnes. Elle s'élève à 42,500,000 environ, si l'on y comprend la Bosnie et l'Herzégovine (1,336,091 au 1er mai 1885).

Production. Malgré l'accroissement remarquable qu'ont reçu depuis une vingtaine d'années certains groupes d'industries, l'Autriche-Hongrie tire encore aujourd'hui ses principales ressources de la culture de son sol, et de l'élevage du bétail.

Agriculture. On évalue à près de 58,000,000 d'hectares la surface des terres productives et à un peu moins de 5,000,000 celle des terrains incultes.

L'Empire austro-hongrois est un pays de grande propriété. Indépendamment du domaine de l'Etat, dont la contenance est supérieure à 2,350,000 hectares, et des biens d'Eglise (1,400,000), il existe d'immenses domaines seigneuriaux. On cite dix familles qui se partagent la sixième partie du territoire de l'Empire : propriétés du prince Schwarzenberg, en Bohême; de la famille d'Esterhazy, en Hongrie; du comte Festetics, de la famille Zina, du comte d'Altenbourg, etc.

Après la Russie et la Scandinavie, l'Autriche-Hongrie est le pays d'Europe qui possède la superficie forestière la plus étendue : 15,000,000 d'hectares environ. Quoique dévastées, dans les provinces orientales surtout, par des spéculations imprudentes, les forêts représentent encore l'une des grandes richesses de l'Empire. Les principaux massifs se trouvent dans la région alpestre, la Galicie orientale, la Bohême, les provinces du nord de la Hongrie. Le pin noir, dit « pin d'Autriche », le sapin, l'orme, le chêne, le châtaignier, l'acacia, qui sont les essences les plus répandues, fournissent des quantités considérables de bois de chauffage et de construction. La tonnellerie française notamment en tire une forte partie des douves et merrains qui servent à la confection des futailles nécessaires à notre industrie vinicole, et se fait adresser chaque année, des ports de l'Adriatique, des chargements dont la valeur varie, suivant l'importance probable de la récolte dans nos vignobles, de 15 à 30,000,000 de francs.

Grâce à la variété très grande des versants, des altitudes et des climats, la plupart des plantes nourricières et industrielles peuvent être cultivées en Autriche-Hongrie.

Parmi les céréales, la plus répandue est le maïs. C'est la seule de toutes les productions agricoles pour laquelle l'Autriche-Hongrie occupe le premier rang en Europe.

La culture du froment ne vient qu'après celle du maïs pour l'étendue des ensemencements et l'importance des récoltes. Elle ne dépasse guère 38 à 39,000,000 d'hectolitres en moyenne, dont les deux tiers à peu près sont fournis par la Hongrie. Bien que ce soit là une quantité relativement faible, et qui, par comparaison avec celles qu'exige l'alimentation de pays tels que l'Angleterre, la France, la Belgique, semblerait devoir être très insuffisante pour la consommation intérieure, une grande partie de cette récolte est vendue au dehors. Certaines qualités de blés durs sont assez recherchées en France, spécialement par les usines de la région lyonnaise et de la Provence, pour la fabrication des semoules et des pâtes alimentaires.

La pomme de terre (100,000,000 d'hectolitres environ), le seigle, l'orge, l'avoine, le sarrasin, le millet, le riz (en Istrie) tiennent également une place importante dans l'économie rurale de l'Autriche-Hongrie.

Parmi les cultures industrielles, le colza, le houblon, le chanvre, le lin, le tabac (40 à 50,000,000 de kilogrammes) ont pris depuis longtemps un développement sérieux.

Mais l'une de celles dont l'extension a reçu dans ces dernières années l'impulsion la plus vive est la culture de la betterave à sucre. Elle occupe des espaces considérables, principalement dans les bassins de l'Elbe, de l'Oder et de la Vistule. D'après les résultats des campagnes les plus récentes, la récolte fournirait en moyenne de 3 à 4,000,000 de tonnes.

La vigne est cultivée avec succès sur les coteaux des environs de Vienne, ainsi que sur le littoral de l'Istrie et de la Dalmatie. La production vinicole peut être évaluée à 3,500,000 hectolitres. Les crûs les plus célèbres sont ceux de Tokai, Menès, Saint-Georges, Rust, Erlau, Carlowitz, Bade, Tolna, Villau, vins du lac Balaton, vins de la Basse-Autriche dits de Voeslau, prosecco ou vin mousseux des environs de Trieste, etc.

L'olivier croît sur le versant de l'Adriatique, ainsi que l'amandier, le figuier, le citronnier qu'on trouve sur les côtes de la Dalmatie et de l'Istrie. Les pruniers de Hongrie et de Bosnie alimentent un commerce d'exportation assez actif et fournissent les éléments d'eaux-de-vie très répandues dans la consommation locale (slibowitz, raki).

L'élevage occupe une grande partie de la population des pays de la couronne hongroise. La part des provinces situées au delà de la Leitha est de plus des deux tiers dans la production des espèces bovine, porcine, ovine et chevaline.

Cette dernière est représentée dans l'Empire par plus de 3,200,000 animaux. Depuis longtemps, l'amélioration des races du pays a fait l'objet d'efforts très sérieux et d'encouragements nombreux de la part de l'Etat, qui possède des établissements modèles d'une importance considérable, comme celui de Mezohegyès, l'un des trois grands haras royaux de Hongrie.

On évalue à plus de 13,000,000 le nombre des bêtes à cornes : bœufs, vaches, buffles appartenant à l'Autriche-Hongrie. La Galicie, la Bohême, la Transylvanie et surtout la puszta ou Mésopotamie hongroise, entre Debreczin, Gyula, Temesvar et Pesth, sont les contrées où les troupeaux sont le plus nombreux.

L'élevage des porcs (7,000,000 d'animaux) est aussi une des industries auxquelles on se livre plus spécialement dans les provinces de l'Est, surtout dans les régions forestières de la Transleithanie.

L'Autriche-Hongrie, qui n'est dépassée en Europe pour l'importance de sa production en chevaux, en porcs et en gros bétail, que par la Russie, est au contraire un des Etats les moins riches en moutons. Ses troupeaux sont de moitié moins nombreux que ceux de l'Angleterre.

La laine figure cependant à l'exportation pour une valeur moyenne de 60,000,000 de francs. Mais les filatures et tissages indigènes doivent recourir d'autre part à l'importation pour une somme d'au moins 90,000,000 de francs.

La faune austro-hongroise offre des ressources d'une grande variété en fait d'animaux sauvages : cerfs, chamois, loups, loutres, ours, etc., dont les dépouilles font l'objet d'un commerce important de pelleteries.

Mines. Le sol de l'Autriche-Hongrie renferme des richesses minérales au moins aussi abondantes et aussi variées que celui de l'Allemagne. Mais la production est sensiblement plus faible, l'exploitation étant beaucoup moins active, bien qu'elle remonte à une date très reculée. Déjà dans l'Empire Romain, la région des Carpathes et des Alpes-Noriques était célèbre pour ses gisements de métaux précieux. Pendant tout le moyen âge, et jusqu'à la découverte de l'Amérique, le Tyrol et la Transylvanie furent considérés comme la patrie de l'or et de l'argent.

Les mines d'or de Transylvanie, bien qu'exploitées de moins en moins activement, fournissent encore une valeur de 4 à 5,000,000 de francs chaque année. Le centre principal de cette exploitation est Verespatak. On recueille également de l'or aux sources de l'Aranyos (rivière de l'or), sur le Maros, le Koros, le Szanos, enfin en Silésie, à Zückmantel. Les mines du Tyrol produisaient encore, il y a une quinzaine d'années, de 10 à 15 kilogrammes, mais l'extraction a été suspendue en 1876.

Au commencement du siècle, les mines d'argent de Schwaz, près de la jonction des vallées de l'Inn et du Zill, dans le Tyrol, occupaient trente mille ouvriers. Celles de Kuttenberg (Bohême), qui sont aujourd'hui à peu près délaissées, avaient autrefois une réputation presque égale. L'argent est encore exploité à Pibram et à Joachimsthal (Bohême), à Neusohl, Nagy-Banya, Zips, Iglau (Hongrie), et dans le massif des monts Bihar.

L'une des productions métalliques les plus remarquables de l'Autriche-Hongrie est celle du mercure. Les mines d'Idria, dans les montagnes de Carniole, entre la Save et l'Isonzo, ont eu longtemps, avec celles d'Almaden en Espagne, le monopole de cette production. Le mercure se rencontre à Idria sous deux formes : métal natif suintant des schistes en fines gouttelettes, et le cinabre imprégnant les roches diverses, ardoises et dolomies, ou formant des espèces de poches dont la matière contient de 15 à 70 0/0 de vif argent. Le rendement, qui est d'environ 320 tonnes par an, exerce encore une influence considérable sur le marché des métaux précieux. Mais il a perdu de son importance depuis la découverte en Californie des énormes gisements de New-Almaden et de Sulphur-Bank, qui peuvent fournir jusqu'à 60 tonnes par jour.

Parmi les autres métaux rares, l'Autriche-Hongrie produit, en outre, du nickel, du manganèse, de l'antimoine, du cobalt (Schemnitz, Sohl en Hongrie), du chrome, de la magnésie dans la Styrie, la Moravie et la Bohême, du graphite (Mugrau, Budweiss).

On trouve du zinc en Galicie (près de Cracovie) et dans la Carinthie; du soufre à Lisko (Galicie), à Radeboj et aux environs de Salzbourg; de l'étain, en Bohême, sur le versant méridional de l'Erzgebirge (Zinnwald, Graupen); du cuivre, en Hongrie (Zips, Gömör), dans la Croatie (Samobor, Agram), dans le Tyrol (mines de Schwaz, déjà exploitées au xve siècle); du plomb, en Carinthie (Bleiberg), en Galicie (Jauernick), en Bohême (Mies), dans la Bosnie (Zvornik).

Mais de tous les minerais métalliques, le plus abondant dans l'Empire est le fer, qu'on rencontre à peu près dans toutes les provinces. Les gisements les plus activement exploités sont ceux de Styrie (Mariazell et montagne d'Erzberg, près d'Eisenerz, d'où l'on extrait plus de 200,000 tonnes par an), de Carinthie (Hütenberg), de Carniole (vallée de Feistritz), de Bohême (Platten), de Moravie (Blansko), de Hongrie (Dios-Gyoer, près de Miskolcs, et comtats de Zips, Gömör, Sohl), de Transylvanie (Olah-Lapos). La production qui était, en 1860, de 195,000 tonnes, atteignait 430,000, en 1870; elle était évaluée dans ces dernières années à plus de 600,000 tonnes.

L'exploitation des combustibles minéraux tient également une grande place parmi les industries extractives de l'Empire. L'Autriche-Hongrie possède des gisements d'une très grande richesse, d'où l'on extrait abondamment la houille et le lignite. Les plus considérables sont ceux des bassins de l'Elbe et de l'Oder; les mines de Bohême et de Silésie fournissent plus de la moitié de la production totale, qui dépasse 8,000,000 de tonnes. Les centres principaux sont Pilsen, Schall, Hallein, Haustadt, Ischl, Teplitz, Kladno, Polnish-Ostrau. Les mines de Galicie, au nord-ouest de Cracovie (Krzeszowice), ont aussi une grande importance, bien qu'inférieures aux houillères silésiennes. Puis viennent les bassins de Moravie (Bossitz), de Styrie (lignites de Cilli), de Hongrie (Oravicza, Fünfkirchen) et de Transylvanie (Petrosény).

Le pétrole est recueilli en très grande abondance sur le revers oriental des Carpathes, en Galicie, l'asphalte dans le Tyrol (Siefeld) et en Dalmatie.

Les couches inférieures sur lesquelles reposent les divers massifs montagneux de l'Autriche-Hongrie renferment de grandes quantités de sel; cette substance se trouve accumulée sur certains points en gisements d'une extrême richesse. On évalue à 4,700,000,000 de tonnes les quantités de sel fossile contenues dans les mines de Transylvanie, dans les Carpathes, dans les Alpes de Salzbourg. Dans cette dernière région (Styrie et Tyrol), à Dürenberg près de Salzbourg, Hall, Hallein, Hallstadt, etc., on rencontre une série de montagnes salifères qu'on exploite par le lavage et d'où l'eau saturée descend des galeries dans les usines par des conduits de plusieurs lieues. Au contraire, le sel est extrait à l'état solide en Galicie, dans les célèbres mines de Vieliczka et de Bochnis, en Hongrie (Sagatog et comtat de Marmaros où la masse exploitable est estimée à 3,300,000 tonnes) (V. *Dict.*, Salin), en Transylvanie (Parajod dans le comtat de Kis-Kukullo où l'on montre une montagne de sel pur dont le dôme surbaissé n'a pas moins de 7 kilomètres de tour et dépasse deux fois en volume la fameuse montagne de Cardona en Catalogne).

Les eaux minérales sont très abondantes en Bohême (Sedlitz, Püllna, Bilin, Carlsbad dont les sources sont presque à la température de l'eau bouillante, Tœplitz, Tetschen, Marienbad, etc.), en Autriche (Baden, Gastein, etc.), en Hongrie, dans les Carpathes qui possèdent des sources de toute espèce : eaux de Gyogyfördö, de Füred, au nord-est du lac Balaton; eaux gazeuses de Transylvanie (Uopatak, Kovazna, Tusdad, Malnos, Borszek) qui dégagent un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène sulfureux dangereux à respirer, mais dont l'usage est utile contre la goutte, les rhumatismes et les maux d'yeux.

Enfin les carrières fournissent de l'alun et des pyrites qui servent à fabriquer l'acide sulfurique; des pierres de taille, du grès, du granit, de la serpentine, des opales, du marbre (Salzbourg), des ardoises (Tyrol, Bohême, Silésie), de la chaux (Kufstein dans le Tyrol), de l'argile et du plâtre.

Industrie. L'abondance des matières premières de toute sorte, les ressources en combustibles, la fréquence et la force des chutes d'eau, le bas prix des salaires, représentent un ensemble de conditions particulièrement favorables au développement du travail industriel.

Quoiqu'il ait accompli dans ces dernières années de réels progrès, il est loin cependant d'avoir pris encore à l'heure qu'il est toute l'extension dont il serait susceptible. La Hongrie surtout, plus spécialement adonnée à l'exploitation des richesses agricoles, est à ce point de vue très en retard sur l'Autriche, dont la production industrielle est au moins deux fois plus considérable.

Les industries les plus actives, sont par ordre d'importance, celles du fer, de la verrerie, de la laine, du lin et du chanvre, du coton, du sucre et de la soie.

L'industrie sidérurgique compte un très grand nombre d'usines, fonderies, aciéries, affineries, fabriques d'instruments, de machines, d'outils, de rails, de matériel de chemins de fer, d'ustensiles de toute sorte : dans la Styrie (Grætz, Marbourg, Vordenberg, Mariazell : usines d'Eisen-Guswerk); dans la Carinthie (Wolfsberg, Hüttenberg); dans la Carniole (Krainbourg, Neumarkt); dans la Haute-Autriche (Steyer, Braunau); dans la Basse-Autriche (Vienne, Neustadt, Waidhofen); dans la Bohême (Prague, Horowitz, Pilsen, Kladno, Polnish-Ostrau); dans la Moravie (Fulnek).

L'industrie du verre produit de 50 à 60,000,000 de francs dont 40 environ pour l'exportation. Sur les 180 usines que possède l'Autriche-Hongrie, la Bohême en compte à peu près moitié, groupées près des gîtes de matières premières, la silice, le bois et la houille. Elle fabrique en masse des wiederkomen, brocs de couleur verte, ornés d'armoiries et de figures historiques, des potiches, des vases, cassettes, etc., d'une grande richesse de couleur et d'ornementation. Verreries du Bohmerwald, du Riesengebirge, Neuhauss, Neuhurkenthal, Tauss (glaces), Warnsdorff, Turnau (perles de verre et pierres fausses), Carlsbad (faïences), Elbogen (porcelaine), etc.

L'industrie de la laine a ses principaux centres en Galicie : Cracovie, Biala; en Silésie : Troppau, Teschen, Bielitz; en Moravie : Brunn (dont les tissages font concurrence à ceux de Leeds et de Verviers), Iglau, Zwittau; en Bohême : Reichenberg, l'un des groupes d'ateliers les plus importants, Pilsen, Pisek, Tabor, Klattau, Tauss (rubans), Strakonitz (fabrique de fez); en Autriche :

Vienne, Linz (draps fins); en Carinthie : Klagenfurt, Kornenbourg (tapis); en Hongrie : Neuhausel, Hajduken (draps grossiers); en Herzégovine : Mostar.

L'industrie des toiles de lin et de chanvre est une des plus anciennes. Elle est encore manuelle en Galicie et en Hongrie. Elle fait mouvoir environ 500,000 broches dans les filatures mécaniques d'Autriche, de Moravie (Zwittau, Neu-Titschein), de Silésie (Troppau, Freudenthal, linge damassé), de Bohême (Trotenau, Braunau, Warnsdorff).

Le développement de l'industrie du coton est au contraire de date récente. Elle croît rapidement en importance en Silésie (Frideck), en Bohême (Kuttenberg, Jung-Bunzlau, indiennes), en Autriche, dans le Vorarlberg où se trouve une série de fabriques qui se rattachent au groupe suisse de Saint-Gall, dans le Tyrol, en Styrie (Grætz, mousselines), dans la Carniole, en Bohême (velours de Warnsdorff).

L'industrie de la soie est plutôt en décroissance; fabriques en Croatie (Kreutz), dans le Tyrol (Trente, Méran, Ala), en Styrie (Grætz), dans la Basse-Autriche Krems, Vienne, étoffes grossières pour l'Orient et les paysans des Karpathes), en Hongrie (Presbourg).

La confection des dentelles et broderies est assez répandue en Bohême, en Autriche et dans le Vorarlberg (Dornbirn, Hohenems).

La fabrication du sucre de betteraves a une grande activité en Bohême (Küttenberg, Prague, Pardubitz), en Moravie, en Silésie (Tarnopol) et dans certaines parties de la Hongrie. Raffineries en Bohême, dans la Basse-Autriche, en Transylvanie.

La brasserie représentée par 1962 établissements produit de 12,000,000 à 13,000,000 d'hectolitres de bière. Les fabriques les plus célèbres sont celles de Pilsen, dont la réputation est séculaire, celles de Liesing, de Schwechat près de Vienne, de Pardubitz en Bohême.

Les distilleries de pommes de terre et de grains sont nombreuses en Bohême, Galicie, Bukovine, Moravie, Hongrie.

Il faut y ajouter les eaux-de-vie, les liqueurs fines de Trieste et Zara : rossolio, marasquin fabriqué avec les marasques, sorte de merises noires qu'on recueille aux environs de Macarsca (Dalmatie); les huileries du Tyrol et de Hongrie; les trente manufactures impériales et royales de tabac et de cigares dont les plus importantes sont celles de Hainbourg et de Buda-Pesth, et qui produisent par an environ 40,000,000 de kilogrammes de tabac et 1,600,000,000 de cigares.

On doit citer enfin au nombre des industries secondaires qui ont encore une importance relative, celles des produits chimiques (Vienne, Bohême, Carinthie), de la papeterie (Bohême), de la tannerie et corroyerie : Bohême, Tyrol (Trente, Meran), Haute-Autriche (Linz), Moravie (Brünn), Hongrie (Presbourg); la ganterie, Bohême (Warnsdorff, Königsgrætz); la maroquinerie de luxe et les divers articles de l'industrie viennoise qui rivalisent, bien qu'avec moins de délicatesse de formes, de nuances et de goût avec les articles de l'industrie parisienne; l'ameublement (bois courbé), la bijouterie, les bronzes, les instruments de musique et de précision qui sont également des spécialités où se distingue la fabrication viennoise.

Commerce extérieur. Le mouvement du commerce extérieur de l'Autriche-Hongrie est inférieur à celui de la Belgique. L'Allemagne et la France ont chacune un chiffre d'échanges deux fois plus considérable. Celui de l'Angleterre le dépasse de plus du triple. De 1881 à 1885, les entrées et les sorties réunies représentent au commerce général une moyenne de 4,450,000,000 francs.

Le tableau de la colonne suivante montre quelle a été, durant les dernières années, la part des importations et celle des exportations au commerce spécial, non compris les métaux précieux (valeur en florins) (1).

Années	Importations	Exportations
	florins	florins
1879	556.574.000	675.141.000
1880	613.461.000	666.367.000
1881	641.845.000	717.391.000
1882	654.174.000	781.893.000
1883	624.890.000	749.921.000
1884	612.623.000	691.501.000
1885	557.948.000	672.083.000
1886	539.223.000	698.832.000
1887	562.700.000	672.900.000
1888	533.100.000	725.500.000

On voit par cet exposé que le commerce extérieur de l'Autriche-Hongrie a ressenti, pour sa part, les effets du redoublement général d'activité qui s'est manifesté en Europe de 1880 à 1883, et qui a été suivi d'une période de malaise et de difficultés économiques, dont l'effort de la production et le mouvement des échanges ont partout subi l'atteinte dans ces dernières années.

Une particularité constante du commerce extérieur de l'Autriche-Hongrie, c'est la prédominance des exportations sur les importations. De 1879 à 1886, l'écart moyen est de 114,000,000 de florins environ, soit 285,000,000 de francs. Il est plus considérable encore en 1887 et 1888.

Si l'on cherche à se rendre compte des éléments principaux de cet écart (voir le tableau en tête de la page 260), on constate que l'un des principaux consiste dans un excédent des ressources de la production agricole de l'Autriche-Hongrie, sur les besoins de la consommation intérieure. La catégorie des produits alimentaires figure en effet à l'exportation pour une valeur à peu près double de celle que représente l'importation des produits de même nature : 280,000,000 de florins à la sortie contre 141,000,000 à l'entrée. Les céréales, les bestiaux, les vins, les bières fournissent la meilleure part de la différence en faveur de l'exportation.

Au contraire, l'importation des matières premières est supérieure de près de 90,000 florins à l'exportation des marchandises rentrant dans la même catégorie. Les industries textiles, à l'approvisionnement desquelles la production nationale est particulièrement hors d'état de suffire, importent à elles seules une valeur d'environ 130,000.000 de florins de coton, laine, soie, lin et chanvre. L'importation des peaux et cuirs dépasse de son côté 40,000,000 de florins. A l'exportation, c'est l'industrie forestière qui figure en tête de cette catégorie avec un chiffre d'environ 50,000,000 de florins pour les bois de construction et de chauffage.

Enfin, l'importation des objets fabriqués ne représente guère qu'un total de 159,000,000 de florins; les fils de coton y entrent pour 14,385,000, les fils de laine pour 13,595,000, les tissus de laine 13,348,000 et les tissus de soie 12,000,000. A l'exportation, les tissus de laine (27,357,000 florins), les tissus de soie (6,180,000), la verrerie (20,000,000), les ouvrages en peau et en cuir (25,000,000), les articles de bijouterie et les objets de fantaisie *kurzwaaren* (44 à 45,000,000), le papier (12,000,000), les machines et les ouvrages en métaux sont les articles les plus importants.

Les statistiques dressées par les douanes austro-hongroises se bornent à faire connaître les frontières de l'Empire par lesquelles s'effectuent les exportations, mais elles n'indiquent point la part de chaque pays dans le mouvement des échanges. Afin de permettre au lecteur de se faire une idée de la physionomie du commerce extérieur de l'Autriche-Hongrie à ce point de vue, nous

(1) Le florin vaut environ 2 francs 50.

Principales catégories de marchandises importées et exportées (valeur en fiorins).

Objets de consommation	Importation	Exportation
Céréales	22.600.000	101.400.000
Semences, fruits, etc.	11.400.000	27.700.000
Denrées coloniales	38.800.000	46.300.000
Boissons fermentées	4.600.000	25.000.000
Animaux vivants, viandes, etc.	27.700.000	65.700.000
Tabac	35.200.000	9.600.000
Denrées diverses	700.000	5.100.000
Total	141.000.000	280.000.000
Matières premières.		
Combustibles minéraux	17.800.000	15.300.000
Minerais, pierres et terres	5.200.000	11.000.000
Métaux bruts	15.100.000	16.200.000
Peaux, cuirs, crins	41.300.000	11.500.000
Matières textiles	138.900.000	31.400.000
Bois	7.400.000	51.400.000
Total	225.700.000	136.800.000
Objets manufacturés.		
Poteries, verreries, porcelaines	7.300.000	30.100.000
Ouvrages en métaux, quincaillerie	11.800.000	28.300.000
Machines, navires, carrosserie	11.800.000	26.000.000
Ouvrages en cuir ou en gomme	21.800.000	25.100.000
Fils	32.300.000	17.700.000
Tissus, corderie	45.500.000	54.400.000
Papier	5.200.000	12.700.000
Articles en bois ou en paille	7.900.000	18.000.000
Œuvres d'art	5.300.000	4.500.000
Manuscrits, imprimés	10.000.000	4.400.000
Total	159.100.000	221.000.000
Objets divers.		
Engrais et Rognures	3.200.000	5.400.000
Produits chimiques, matières tinctoriales, etc.	23.700.000	17.700.000
Résines, graisses, huiles	15.800.000	11.100.000
Total	42.700.000	34.200.000
Total des marchandises	568.500.000	672.900.000
Métaux précieux	10.900.000	4.900.000
Total	579.400.000	677.800.000

avons cru devoir relever dans les documents publiés par les divers Etats Européens qui entretiennent les relations les plus suivies avec l'Empire austro-hongrois, la valeur des marchandises déclarées à l'entrée et à la sortie comme expédiées en Autriche-Hongrie ou importées de ce pays.

Cette opération, que nous avons faite en prenant comme base les chiffres de 1886, conduit à classer comme il suit les pays de provenance et de destination:

Importation en Autriche.

Allemagne	375.000.000 fr.
Russie	96.000.000
Italie	95.000.000
Suisse	37.500.000
Roumanie	24.000.000
Angleterre	33.500.000
Turquie	24.500.000
France	16.000.000
Pays-Bas	2.400.000

Exportation d'Autriche.

Allemagne	527.000.000 fr.
Italie	225.000.000
France	108.000.000
Suisse	95.000 000
Roumanie	93.000.900
Turquie	91.000.000
Russie	66.500.000
Angleterre	40.500.000
Grèce	17.000.000
Pays-Bas	1.138.000

Commerce avec la France. Il résulte des évaluations qui précèdent que la France viendrait au huitième rang des pays importateurs en Autriche-Hongrie et au troisième rang des pays exportateurs.

Si nous prenons le tableau du commerce de la France, nous y trouvons l'Autriche-Hongrie au onzième rang de nos vendeurs et au dix-huitième de nos acheteurs.

De 1857 à 1866, nos transactions avec cette puissance ne dépassaient pas, au commerce spécial, une moyenne de 28.000,000 de francs. Durant les dix années suivantes, le chiffre avait plus que doublé, 62,000,000 environ. Enfin, de 1877 à 1886, il a subi une nouvelle augmentation de plus de moitié (127,000,000 par an en chiffres ronds).

Voici comment se décompose ce chiffre pour cette dernière période de douze ans.

Commerce entre la France et l'Autriche-Hongrie (valeur en francs).

Années	Importations de France en Autriche-Hongrie	Exportations d'Autriche-Hongrie en France
1877	20.400.000	53.800.000
1878	25.500.000	61.000.000
1879	21.300.000	90.500.000
1880	28.500.000	124.100.000
1881	31.900.000	107.800.000
1882	31.300.000	126.100.000
1883	27.000.000	144.800.000
1884	20.300.000	110.700.000
1885	15.300.000	110.500.000
1886	16.100.000	107.900.000
1887	19.300.000	99.100.000
1888	19.600.000	114.300.000

L'exportation d'Autriche-Hongrie en France, est, on le voit, supérieure aujourd'hui de plus de cinq fois à nos importations dans ce pays. Il résulte d'autre part des chiffres qui précèdent que, tandis que ses exportations ont augmenté en douze ans de plus de 50 0/0, le total de nos importations est resté à peu près stationnaire.

Toutefois des variations importantes se sont produites au cours de cette période dans le détail des principales catégories de marchandises : le tableau de la page 261 en indique les traits essentiels.

Il ressort de ce tableau que l'importation française en Autriche-Hongrie ne comprend qu'une quantité pour ainsi dire insignifiante de produits alimentaires, que les matières premières en forment à peu près le tiers et que les produits fabriqués n'y représentent qu'une moyenne de 12,000,000 francs environ.

Cette moyenne est inférieure, il est vrai, de près de moitié à ce qu'elle était en 1881 et 1882, mais de leur côté les produits de l'industrie austro-hongroise ont diminué à l'exportation en France dans une proportion à peu près équivalente: 7,000,000 en 1888 au lieu de 12,000,000 en 1881.

	1881	1882	1886	1887	1888
Importations de France en Autriche-Hongrie.					
Objets d'alimentation.	505.750	667.165	418.972	400.954	411.854
Matières premières	7.261.646	6.503.363	5.398.659	5.024.531	6.469.893
Objets manufacturés.	24.104.066	24.145.107	10.262.345	14.424.558	12.704.824
Total.	31.871.462	31.315.635	16.079.976	19.850.043	19.586.571
Exportations d'Autriche-Hongrie en France.					
Objets d'alimentation	33.951.423	51.067.567	47.927.836	31.378.236	47.215.590
Matières premières	61.228.981	57.091.259	50.625.128	53.458.668	60.092.629
Objets manufacturés	12.627.004	17.949.468	9.358.233	14.309.472	7.016.211
Total.	113.324.430	99.146.376	107.911.197	126.108.294	107.801.408

Contrairement à ce qui a lieu de notre côté, l'exportation d'Autriche-Hongrie se compose du reste en majeure partie de matières premières et d'objets d'alimentation.

Voici, d'après les relevés de 1888, quelques-unes des principales marchandises sur lesquelles portent nos achats en Autriche :

Bois communs.	47.086.357 fr.
Céréales (grains et farines)	15.613.463
Vins ordinaires.	14.986.739
Bêtes ovines.	5.614.565
Viandes fraîches et salées	4.985.122
Peaux et pelleteries brutes.	3.256.064
Soies et bourres de soie	2.763.409
Légumes secs et leurs farines. . .	2.753.537
Fruits de table	2.054.743
Graines de colza	1.940.293
Ouvrages en peau ou en cuir. . . .	1.145.913
Poteries, verres et cristaux.	983.400
Chevaux.	846.000
Drilles.	827.706
Ouvrages en peau ou en cuir. . . .	728.026
Meubles.	634.820
Laines en masse	548.189
Ouvrages en bois.	463.991
Papier, carton, livres, gravures. .	453.502

Enfin, viennent, avec des chiffres moindres encore, les tissus, passementerie, rubans de soie et bourre de soie, la bimbeloterie et les boutons, les outils et ouvrages en métaux, l'orfèvrerie, la bijouterie d'imitation, etc.

A l'importation de France en Autriche, on trouve les articles suivants :

Tissus, passementerie, rubans de soie et bourre de soie.	2.653.599 fr.
Tissus, passementerie, rubans de coton.	1.913.615
Huiles fixes pures	1.513.654
Safran.	1.432.200
Bijouterie autre que d'or et d'argent . .	1.178.200
Tissus de laine.	1.162.798
Peaux préparées	1.045.074
Gommes pures.	1.028.194
Drilles.	643.238
Soies et bourres de soie	541.459
Lorgnettes, tabletterie, éventails. . . .	520.176
Papier, carton, etc..	499.298

Le reste consiste en ouvrages en cuir, bimbeloterie, plumes de parure, ouvrages en caoutchouc, ouvrages de mode et fleurs artificielles.

Régime douanier. L'Autriche-Hongrie a un tarif général conçu dans un sens nettement protectionniste. Edicté par une loi du 24 mai 1882, il a été complété et modifié par une autre loi qui porte la date du 21 mai 1887. La nomenclature qui le compose est très étendue : elle comprend 544 tarifications distinctes.

Ce tarif est lui-même aggravé d'une surtaxe de 30 0/0 pour les provenances des Etats qui traiteraient à l'importation sur leur territoire les marchandises austro-hongroises moins favorablement que celles d'autres puissances.

L'Autriche-Hongrie a d'ailleurs accordé, pour sa part, à plusieurs puissances des concessions d'une certaine importance sur les conditions de son tarif général. Ces concessions résultent spécialement de deux traités conclus, l'un avec l'Italie (7 novembre 1887) et qui contient un tarif composé de 130 articles dont 72 constituent des réductions, l'autre avec la Suisse (23 novembre 1888) qui comprend 52 articles dont 27 réductions. Il faut y ajouter une réduction sur le droit des vins mousseux, consentie dans une convention du 18 février 1884 avec la France.

Le tarif conventionnel, qui résulte de ces divers arrangements internationaux, est acquis, en vertu de la clause de la nation la plus favorisée, non seulement à l'Italie, à la Suisse et à la France, mais encore aux puissances dont nous donnons ci-dessous la liste et qui ont avec l'Autriche-Hongrie des traités consistant simplement dans cette même clause :

Allemagne, traité du 23 mai 1881 ;
Angleterre, traité du 31 décembre 1887 ;
Belgique, traité du 23 février 1867 ;
Danemark, traité du 14 mars 1887 ;
Espagne, traité du 3 juin 1880 ;
Grèce, convention du 11 avril 1887 ;
Pays-Bas, traité du 26 mars 1867 ;
Portugal, traité du 13 janvier 1872 ;
Russie, traité du 27 octobre 1860 ;
Serbie, traité du 6 mai 1881 ;
Suède et Norvège, traité du 3 novembre 1873 ;
Turquie, traité du 22 mai 1862.

A titre de réciprocité, les marchandises austro-hongroises jouissent également, à l'importation sur notre territoire, du bénéfice du tarif conventionnel français. La convention précitée du 18 février 1884, qui a établi ce régime entre les deux Etats, est valable sans limitation de durée, chaque partie restant libre d'en faire cesser les effets à toute époque, à condition de la dénoncer six mois à l'avance.

Il existe, en outre, entre la France et l'Autriche-Hongrie une convention de navigation conclue le 9 avril 1884. Elle prend également pour base des relations à ce point de vue le traitement de la nation la plus favorisée, et peut toujours être dénoncée ; mais la dénonciation ne produit ses effets qu'au bout d'un an.

Marine marchande, navigation, chemins de fer. Le mouvement de la marine marchande dans tous les ports de l'Empire austro-hongrois s'est chiffré, en 1887, par un total de 16,141,933 tonneaux, dont 8,066,428 tonneaux à l'entrée et 8,075,565 à la sortie. Le pavillon national figurait dans ce mouvement pour une proportion de 87 0/0.

L'effectif de la marine marchande se composait, au

commencement de 1889, de 9,892 navires montés par 29,229 hommes et jaugeant ensemble 262,571 tonneaux, dont 168,200 tonneaux (9,729 bâtiments) sous voiles et 94,371 tonneaux sous vapeur (163 steamers d'une force totale de 26,004 chevaux). Au point de vue de l'emploi, cette flotte se décompose comme suit :

	Bâtiments	Tonneaux	Equipage
Navires au long cours	321	204.921	4.612
Navire au cabotage. .	1.752	39.688	4.531
Barques de pêche ou allèges	7.819	17.962	20.086
Totaux.	9.892	262.571	29.229

Le centre le plus important du mouvement maritime est le port franc de Trieste. Les résultats de l'année 1888 y accusaient un tonnage total de 2,733,551 tonneaux : 1,368,706 à l'entrée et 1,365,845 à la sortie.

Trieste est le siège du Lloyd autrichien, vaste et puissante compagnie fondée en 1833, qui a conservé le nom de son fondateur et est devenue le modèle de plusieurs entreprises du même genre à l'étranger. Elle se compose de trois parties qui forment trois véritables administrations distinctes : une section d'assurances maritimes, qui fut l'origine première de l'institution ; une section d'armement et navigation, qui règle le transport des marchandises et des passagers au moyen de nombreuses lignes régulières, dont les plus importantes desservent les ports de l'Adriatique, de la Méditerranée et de la mer Noire ; enfin une section chargée de centraliser les renseignements de toute nature pouvant intéresser le commerce, l'industrie, la navigation. Le Lloyd a puissamment aidé au développement général du commerce maritime de l'Autriche-Hongrie et en particulier à celui du port de Trieste ; il a en effet fortement contribué à y attirer une notable partie du trafic international, auquel le percement des lignes du Brenner et de l'Arlberg ont ouvert dans ces dernières années de nouvelles voies vers le littoral austro-hongrois de l'Adriatique.

Ces nouveaux débouchés ont également profité à l'extension du port de Fiume, la grande ville maritime de la Hongrie, qui d'année en année prend une place plus importante dans le mouvement commercial de l'Empire et qui devient pour Trieste même une rivale menaçante (1). De création toute récente, le port de Fiume a été creusé de toutes pièces par une société parisienne, à l'aide de sommes considérables fournies par le gouvernement hongrois, qui n'a ménagé aucune dépense pour le doter d'un outillage des plus complets et multiplier les chemins de fer qui s'en éloignent vers les Balkans. Ces sacrifices n'ont pas tardé à être récompensés et semblent devoir produire, dans un avenir prochain, des résultats de plus en plus remarquables, si l'on en juge par les progrès que révèlent chaque année les tableaux qui résument le mouvement de la navigation. Nous en détachons les chiffres suivants qui expriment le tonnage enregistré à l'entrée et à la sortie en 1887 et 1888.

	1887	1888
Entrées	687.693	782.374
Sorties.	691.785	776.133
Total. . . .	1.379.478	1.558.507

(1) C'est à Fiume que se trouve la célèbre usine fondée en 1874 par un Anglais du Lancashire, M. Whitehead, pour la fabrication des torpilles qui portent son nom. L'usine de Fiume livre chaque année des centaines de ces engins aux divers États de l'Europe.

Indépendamment des ressources que lui fournit sa frontière maritime proprement dite de l'Adriatique, l'Empire austro-hongrois possède dans le Danube un débouché des plus importants vers la mer Noire. Ce grand fleuve est ainsi pour elle, en même temps qu'une voie précieuse pour les transports intérieurs, une ligne de communications internationales qui joue un rôle des plus sérieux au point de vue des échanges avec l'étranger. Une compagnie de navigation danubienne, la Donaudampfschiffahrtgesellschaft, fondée en 1830 et armée de 62 paquebots et de plusieurs centaines de chalands, dessert, avec la Compagnie de navigation hongroise, à la fois le Danube jusqu'à la Mer Noire, et ses principaux affluents, la Theiss, la Save et la Drave. Le système des voies fluviales est complété par un certain nombre de canaux, tels que celui de Vienne à Neustadt, le canal François, le canal de Bega, etc. L'un d'eux, qui a détourné le Danube d'une partie de son lit, près de Vienne, a été construit de 1869 à 1876 par des entrepreneurs français MM. Castor, Couvreux et Hersent.

Enfin l'Autriche-Hongrie possède un réseau ferré d'une grande importance dont elle travaille sans cesse à augmenter l'étendue. Au 1er janvier 1889, la longueur de ses chemins de fer était de 24,979 kilomètres, dont 14,267 sur le territoire autrichien, 10,165 dans les pays hongrois et 547 dans la Bosnie et l'Herzégovine. Les lignes austro-hongroises, qui se raccordent en plusieurs points avec les chemins de fer allemands, suisses, italiens, serbes, roumains et russes, ont une extrême importance internationale. La ligne du Brenner, achevée en 1867, indépendamment de l'intérêt qu'elle présente au point de vue technique, par ses 22 tunnels, ses 60 grands ponts ou viaducs, ses rampes de 23 à 25 mètres par kilomètre, a exercé une influence profonde sur le sens des courants commerciaux de l'Europe. L'ouverture, en 1884, de la ligne de l'Arlberg, entreprise en 1880 pour raccorder les chemins de fer du Tyrol au réseau suisse et parer à la concurrence de la ligne du Saint-Gothard, a été suivie de déplacements non moins sensibles dans le trafic de certaines parties de l'Ancien Monde, et l'on sait que le contre-coup en a été ressenti sur nos chemins de fer et dans plusieurs de nos ports. Tout récemment, l'inauguration des lignes serbes, bulgares et turques a donné une nouvelle activité au réseau de l'Autriche-Hongrie, qui est aujourd'hui traversée par la grande voie de terre reliant sans interruption Paris à Constantinople par Vienne, Buda-Pesth, Belgrade et Sofia. — L. R.

L'Autriche-Hongrie à l'Exposition de 1889. Si les industriels austro-hongrois n'ont pas occupé au Champ-de-Mars la place qui revenait de droit à leur grand pays, la faute en a été à leur gouvernement, qui non seulement a repoussé énergiquement toute proposition de prendre part à notre Exposition, mais a même interdit formellement tout groupement d'industriels, et toute souscription privée des chambres de commerce du territoire . . .

Tout au plus avait-on pu former à Paris, très tard, un comité qui à l'aide de 175,000 francs de souscriptions pour la plupart fournies par des industriels habitant la France, a pris possession d'un emplacement de 2,400 mètres dans le palais des industries diverses, et l'a décoré avec goût. Trois cent vingt-cinq exposants y avaient pris place, sous la direction d'une commission dont le membre actif était M. Max Dubski.

La section austro-hongroise s'étendait en face de l'exposition belge, et était fermée d'une grille élégante. A côté de divers produits sans grande originalité, tels que les chaussures, assez bien conditionnées et à un grand bon marché ; les tapis qui ne manquaient pas de goût, surtout ceux de la manufacture de Gienskey ; la bijouterie et la joaillerie assez intéressantes, parmi lesquelles il fallait distinguer les beaux grenats de M. Schlec-

ta, s'étendaient les vitrines de la maroquinerie et de la verrerie, les triomphes de l'industrie viennoise et bohémienne.

La maroquinerie de Vienne est connue depuis longtemps chez nous, où son caractère particulier la signale au regard; il y avait là des objets de toutes les sortes, de tous les goûts, pour la plupart de couleur fauve. Les maison Baschinger et Klein méritaient à coup sûr une mention spéciale pour le choix de leurs produits exposés; cette dernière est celle qui a le plus fait pour la vulgarisation à Paris de ce genre de maroquinerie.

Le coin où on avait exposé les verroteries de Bohême était une féerie pour les yeux, et les surprises y avaient été accumulées à plaisir : surprises de couleurs rouges, vertes, orangées, bleues, jaunes; surprises de formes et de combinaisons dans les services. Si on peut faire une critique générale à cette industrie allemande de la verrerie, c'est qu'elle n'a pas dépouillé la lourdeur et les complications de dessin du passé; les gravures, les émaux un peu criards sur le fond vert des *willkomm*, les verres opaques dans lesquels se jouent des mailles d'or, les verres à superposition de matière, nuancées et incolores, tout ce travail de patience dépensé pour un résultat contestable n'a pas la perfection nécessaire, ni surtout cette légèreté que la mode actuelle tend de plus en plus à exiger. Après ces débauches de couleur, on revient avec plaisir au verre blanc. MM. Lötz qui a envoyé des essais de nouveautés heureuses et véritablement intéressantes, Feix dont les émaux et les intailles ont été remarqués, Hegenbarth avec ses émaux translucides, le comte Harrach et le chevalier de Schauen, nous ont paru être les noms à citer dans cette section très appréciée des visiteurs.

Dans deux annexes se trouvaient les spécimens des riches mines et forêts du pays; parmi les plus beaux, ceux provenant des domaines de Vegless, et de M. Kiss, de Nemensker.

L'exposition hongroise proprement dite était surtout agricole; les céréales et les lins sont les principales richesses de ces plaines immenses arrosées par le Danube et la Morawa. On pouvait admirer au quai d'Orsay des blés et des maïs superbes, en même temps que déguster d'excellents vins dont la réputation n'est plus à faire; le restaurant hongrois leur a dû la moitié de son grand succès, l'autre revenant à son orchestre.

Les artistes austro-hongrois tenaient dans le pavillon des Beaux-Arts une très grande place, non peut-être par le nombre des œuvres exposées, mais par leur importance. On se souvient que déjà, en 1878, l'école hongroise avait produit une sensation profonde, et que le grand prix d'honneur avait été attribué à Hans Mackart, par le sentiment unanime du jury et du public. En 1889, cette supériorité s'était accentuée encore, au contraire de l'école allemande, et on peut dire que, surtout en ce qui concerne la peinture d'histoire et de décoration, les envois étaient hors de pair.

Münkaczy, peintre parisien, par sa résidence habituelle, par ses études, mais hongrois par bien des qualités différentes des nôtres, avait exposé deux toiles déjà connues : le *Christ devant Pilate* et le *Christ au calvaire*; la première est comptée parmi les chefs-d'œuvre modernes et certes depuis de longues années on n'avait pas vu une peinture décorative d'une puissance plus grande. Parmi ses travaux plus récents, M. Münkaczy avait choisi un joli projet de plafond pour le musée de Vienne. Un autre peintre, parisien, bien qu'il nous ait abandonnés récemment, est M. Jan Matejko, dont les toiles immenses sont toujours d'un effet étonnant, malgré leur composition enchevêtrée. D'ailleurs, sa *Bataille* était à ce point de vue, d'une compréhension plus facile qu'à l'ordinaire.

La meilleure preuve que les peintres hongrois ont créé une véritable école, c'est qu'ils ont d'excellents élèves. Ainsi M. Vaczlas Brozick, élève de M. Münkaczy, connu déjà par ses envois à nos salons annuels, s'est révélé grand maître par son tableau *La Défénestration de Prague*, d'une belle couleur et d'une composition très dramatique. Les circonstances sont terribles, car ces gens qu'on jette par la fenêtre vont faire un saut de cent pieds, et cependant il ne ressort pas de cette scène une impression pénible, grâce à des procédés que les peintres espagnols devraient bien étudier. Cette œuvre capitale n'ôtait pas l'intérêt aux autres envois de M. Brozick : un joli *Portrait* et un *Tambour des reitres*. Après lui, M. Hynaïs avait envoyé de solides portraits féminins et un beau rideau de théâtre; M. Charlemont des scènes historiques et des portraits de valeur; M. Lerch de superbes têtes d'études, d'après des modèles qui nous prouvent que ce n'est pas en vain qu'on glorifie la beauté des types hongrois et viennois; M. Wertheimer, encore un parisien, deux de ces scènes fantastiques auxquelles il nous a habitués : M. Margitay un tableau de genre qui a eu son succès : *Une lune de miel*. Une autre part de faveur a accueilli les compositions de Jules de Payern, retraçant des épisodes de l'expédition J. Franklin au pôle nord. *La Baie de la mort* surtout était d'un effet poignant. Mais au point de vue purement technique, nous aurions bien des réserves à faire!

Nous avons gardé pour la fin les paysagistes, qui étaient en petit nombre, mais tous peintres de grande valeur. D'abord Eugène Jettel, peu connu chez nous, mais très apprécié de ses compatriotes. Un coin de ferme, une route, une vache au pâturage, lui suffisent pour un chef-d'œuvre, où à côté de l'imitation scrupuleuse de la nature, on retrouve cette poésie et cette élévation de pensée indispensables à toute œuvre d'art; M. Othon de Thoren a été récompensé à nos salons, et décoré, il est donc une connaissance pour nous. Son *Matin en septembre* et le *Labour* sont des toiles au-dessus de tout éloge; on croirait là sentir revivre l'influence directe de Troyon. Enfin M. Ribarz a peint de jolis paysages hollandais, dans une tonalité douce et grisâtre : *Souvenirs des bords de la mer*, la *Pêche des anguilles*, panneaux décoratifs, et vue d'*Overschie*. M. Ribarz est aussi un peintre décorateur de grand talent. — C. DE M.

* **AVERTISSEUR ÉLECTRIQUE**. L'idée de se servir de l'électricité comme moyen d'avertissement dans toutes sortes de circonstances est déjà ancienne, presqu'aussi vieille que l'invention du télégraphe, et cependant les avertisseurs électriques ne sont guère répandus. Nous croyons intéressant, avant de passer en revue les différents systèmes qu'on a proposés, de dire un mot des conditions de fonctionnement de ces appareils.

La première condition que doit remplir un bon avertisseur est d'être sûr et non sujet à des dérangements; il faut notamment qu'un accident survenu à la ligne ne puisse empêcher le fonctionnement ou tout au moins qu'on soit averti de ce dérangement. Ce but est facile à atteindre, pourvu qu'on se serve d'un courant continu et que les appareils soient arrangés de telle façon que la rupture du circuit mette en action une sonnerie électrique ou tout autre mécanisme avertisseur.

Il paraît à première vue que l'entretien d'un courant électrique doit être assez onéreux; en réalité, il n'y a pas une très grande différence entre la dépense des piles nécessaires pour faire fonctionner une sonnerie d'une manière interrompue et celles qu'il faut pour entretenir un courant continu; dans le dernier cas il faut em-

ployer des éléments genre Daniell qui demandent un peu plus d'entretien que les éléments Leclanché employés pour les sonneries, mais ces éléments Daniell ne coûtent pas beaucoup plus cher ; ils s'usent presque autant en circuit ouvert qu'en circuit fermé. Un calcul très simple permet de se rendre compte de cette dépense. Beaucoup d'éléments genre Daniell contiennent 2 kilogrammes de sulfate de cuivre, ce qui correspond à 400 grammes de cuivre. Or, le courant constant ne dépasse pas comme intensité 1/50 à 1/100 d'ampère. Prenons 1/50 d'ampère, ce qui correspond à une consommation de 1g,2 de cuivre tous les deux jours ou de 18 grammes par mois. En doublant ce chiffre, on voit que la pile peut encore fonctionner pendant plus d'un an sans être épuisée. En réalité, l'usure est beaucoup plus rapide; il existe toutefois des éléments à ballon qui durent très longtemps.

Avertisseurs électriques d'incendie. Le moyen le plus simple et probablement le plus pratique pour être averti d'une élévation anormale de la température d'un local, pouvant faire craindre un danger d'incendie, c'est d'intercaler dans le circuit parcouru par un courant continu une pièce formée d'un alliage fusible à la limite de température admise.

Il est facile de composer des alliages fondant à des températures voulues même très basses, et si l'on dispose toutes ces pièces en série, un seul fil suffit pour protéger autant de pièces qu'on veut. Il faut employer de préférence le courant continu et disposer un avertisseur à sonnerie qui commence à sonner aussitôt que le courant est interrompu par suite de la fusion d'une des pièces.

On peut reprocher à ce système qu'on n'est pas averti de l'endroit où l'élévation de température s'est produite; lorsqu'il s'agit de grands bâtiments, tels que magasins, ateliers, etc., cet inconvénient peut être sérieux, car, pour aider efficacement à l'extinction d'un commencement d'incendie, il est urgent d'être averti vite et de ne pas perdre du temps dans des recherches inutiles.

Il serait à désirer qu'on pût atteindre ce but à l'aide d'un fil unique, mais jusqu'à présent on n'y est pas encore arrivé d'une manière pratique, à notre connaissance du moins. Aussi est-on obligé d'employer autant de fils qu'on a placé d'avertisseurs, ce qui rend nécessairement le système assez coûteux : c'est probablement pour cette raison que ces avertisseurs ne se sont pas plus répandus.

Au lieu d'employer le courant continu et de disposer les avertisseurs d'incendie comme nous venons de l'indiquer, on peut également les intercaler dans un circuit, comme celui des sonneries ordinaires, non parcouru par un courant continu. Il faut intercaler alors entre les deux fils et s'arranger de telle sorte qu'une élévation de température établisse le contact.

Dans l'avertisseur de M. Dupré, les extrémités des fils sont attachées à deux pièces métalliques maintenues à une certaine distance par une petite masse de cire fondant vers 50° ; lorsque la cire vient à fondre les deux pièces se rapprochent sous l'action d'un poids accroché à l'une d'elles et il s'établit un contact faisant actionner une sonnerie. On a proposé encore des câbles très rapprochés arrangés de telle façon qu'un contact électrique s'établisse aussitôt que, sous l'influence d'une élévation de température, une goutte de soudure mise entre les câbles vient à fondre.

Réseau de la ville de Paris. Parmi les systèmes d'avertisseurs d'incendie, nous décrirons de préférence celui adopté actuellement à Paris : il existe une multitude d'autres systèmes, mais, on le comprend, ils se ressemblent tous.

Les appareils posés dans les rues sont de deux modèles; le dernier modèle consiste en des boîtes en fer, montées sur des colonnes en fonte dont la figure 137 donne l'aspect extérieur.

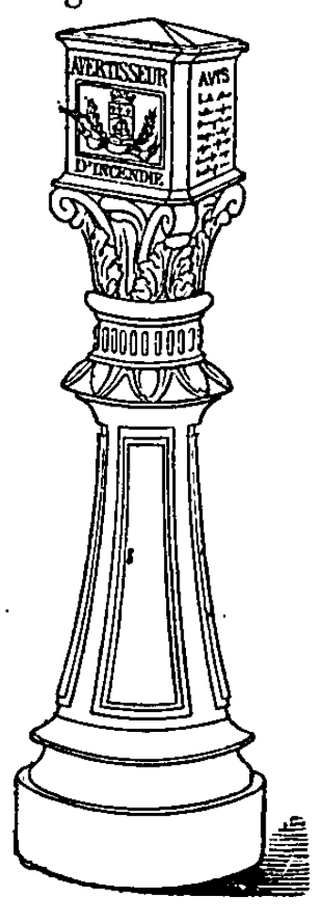


Fig. 137.

Ces appareils réalisent les conditions suivantes :

1° On ne peut ouvrir la boîte sans qu'il se produise un bruit strident destiné à attirer l'attention des passants et éviter ainsi qu'on se serve de l'appareil dans un but non justifié ;

2° On est averti du poste central que l'appel a été entendu et que le secours arrive;

3° Le poste central en recevant l'appel reçoit en même temps une indication permettant de constater d'où l'appel vient.

Voyons comment on a pu réaliser ces différentes conditions de fonctionnement. Ces appareils sont dus à M. Petit, fonctionnaire des postes et télégraphes, chargé du réseau d'incendie de la Ville de Paris.

Pour se servir des avertisseurs d'incendie placés sur la voie publique, il faut commencer par ouvrir, à l'aide de la poignée, la porte qui ferme la boîte montée sur la colonne. Un jeu de leviers ne permet de tourner la poignée que dans un sens déterminé, celui des aiguilles d'une montre, et ne laisse la porte s'ouvrir que lorsqu'on a fait faire à la poignée un demi-tour complet. Cette manœuvre tend un fort ressort enroulé en spirale dans un barillet et qui, en se détendant ensuite, fait tourner, par l'intermédiaire d'un système d'engrenages, une roue à gorge sinueuse; celle-ci commande un levier terminé par un marteau qui frappe sur un fort timbre et produit le bruit dont nous avons parlé. Ce mécanisme est placé sur la face interne de la porte comme l'indique la figure 137.

A l'intérieur de la boîte se trouve le mécanisme figuré dans les figures 138 et 139. Ce mécanisme est commandé par un poids p dont la chute est régularisée par un volant à ailettes. L'axe O, sur lequel s'enroule la cordelette qui soutient ce poids, porte, entre la roue et la

came, à laquelle est fixée la goupille *f*, deux autres cames. La came *b*, à l'état de repos, bute contre un cran d'arrêt qui porte, à l'arrière, le levier surmonté du bouton d'appel *h* et suspend ainsi l'action du moteur. L'autre came rencontre l'extrémité de l'armature coudée C de l'électro-aimant *i*, lorsque celui-ci est traversé par un courant et attire conséquemment la palette C. Les dents de la roue sont toutes égales entre elles et également espacées : elles varient en nombre pour chacun des postes d'appel d'une même ligne.

Les communications étant établies comme l'indique la figure, dès que le bras *b* est libéré par une pression exercée sur le bouton *h*, la roue, sollicitée par le poids *p*, tourne dans le sens de la flèche. A chaque passage d'une dent devant le marteau, le ressort S se met en contact avec la vis *n*, le circuit de la ligne est fermé à travers l'électro-aimant *i* et la palette C est attirée. Le courant traverse, en outre, l'électro-aimant *f* de la sonnerie à trembleur locale dont le timbre se met dès lors à résonner; cet électro-aimant est monté en dérivation sur le circuit principal; la résistance du fil de ses bobines est égale à celle du fil des bobines de l'électro-aimant *i*.

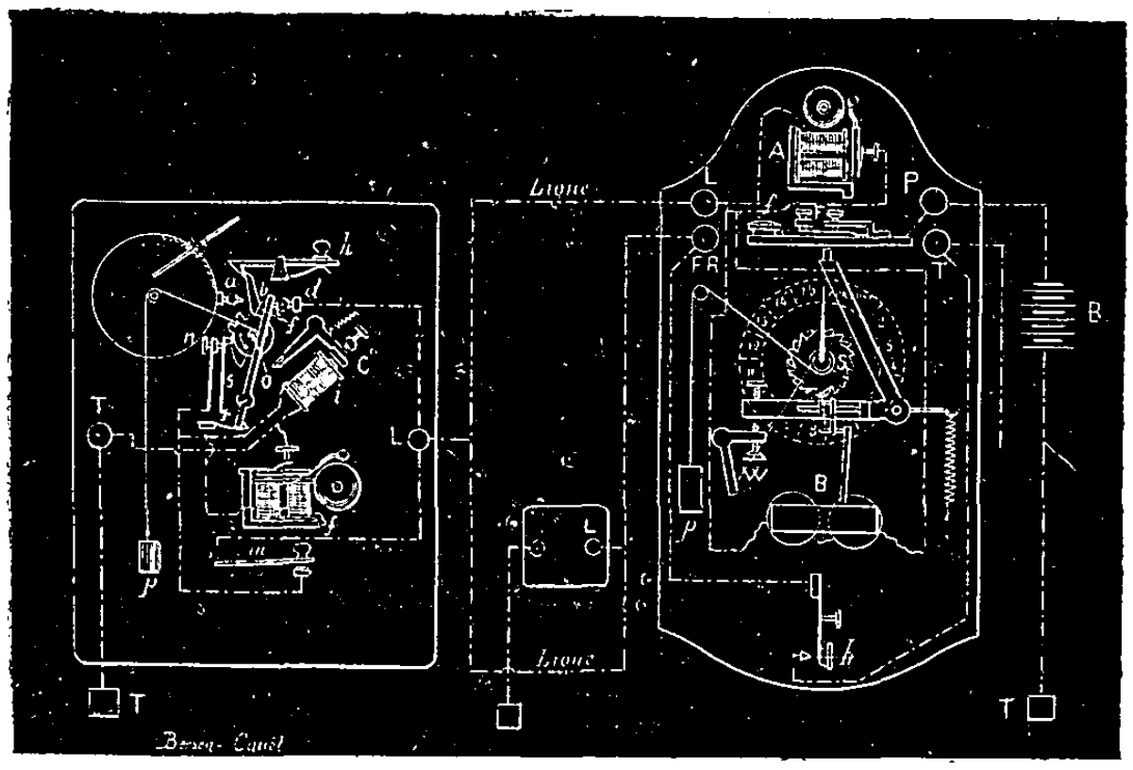


Fig. 138 et 139.

La construction de l'appareil est telle que la dernière dent de la roue se trouve en contact avec le marteau, lorsque la came rencontre le levier coudé C; à ce moment, le mouvement de l'axe O est arrêté, mais le courant continue à circuler sur la ligne et à actionner les sonneries des deux postes, jusqu'à ce qu'on rompe le circuit au poste récepteur, en indiquant ainsi que l'appel a été perçu et que des secours partent. En même temps que la sonnerie *f* cesse de fonctionner, l'armature C, sollicitée par un ressort antagoniste, reprend sa position normale, libère la came et permet à l'axe O de continuer son mouvement de rotation.

La goupille *f* enfin, venant à rencontrer un peu plus loin le levier, l'entraîne avec elle de droite à gauche. Le circuit de la ligne est coupé et aucun appel ne peut plus être fait de ce poste avant qu'on ne soit venu remonter le poids *p* à l'aide d'une clef spéciale s'adaptant à l'extrémité de l'axe O. Dans ce mouvement, la roue tourne en sens inverse de la flèche; la goupille *f*, rencontrant vers la fin de la rotation le levier, le ramène du butoir *a* au butoir *d*; mais le contact de *b* avec *d* ne se trouvant rétabli qu'au moment où le poids *p* est revenu à sa hauteur normale, le passage des dents de la roue devant le marteau *a* n'a pu produire aucune fermeture du circuit, et par suite déterminer l'envoi d'aucun courant sur la ligne.

L'appareil récepteur (fig. 139) placé à la caserne, présente un mécanisme avec double roue à rochets, tige et fourchette d'encliquetage actionnées par l'armature d'un électro-aimant, tout à fait analogue à celui des appareils à cadran de la maison Bréguet; le moteur est un poids *p* : toutefois, dans les récepteurs du dernier modèle, le poids moteur est remplacé par une sorte de rateau assez lourd, mobile autour d'un axe horizontal placé plus bas que son centre de gravité. La partie élargie du rateau est dentelée sur ses bords et engrène avec un pignon monté sur l'axe O, tendant par son poids à entraîner constamment ce dernier. La tige du marteau porte, au delà de son axe de rotation, une goupille placée sous le levier; le mouvement de bascule de ce levier; produit en pressant sur le bouton *f*, abaisse la goupille et fait remonter la partie élargie du rateau, laquelle entraîne le pignon et l'axe O en sens inverse de leur mouvement normal.

Le cadran extérieur est divisé en quinze parties : la première, d'une largeur double de celle des autres, porte le mot *épreuves*; les quatorze divisions suivantes sont numérotées de 2 à 15 et correspondent aux différents postes d'appel de la ligne, dont le nombre se trouve limité au maximum de 14; au-dessous de la barre de séparation de la première et de la quinzième divisions est figurée une croix à laquelle s'arrête l'aiguille normalement. Les émissions et interruptions successives de courant dues au passage de différentes dents de la roue devant le marteau, au poste d'appel, déterminent l'avancement de l'aiguille d'un nombre de divisions correspondant et l'amènent exactement en regard du numéro indicatif du poste; les adresses des différents postes d'appel de la ligne sont inscrites sur une série de jetons placés sous le récepteur et portant chacun l'un des numéros d'ordre ci-dessus. En même

temps, la sonnerie à trembleur *i*, montée en dérivation sur la ligne, résonne.

Si l'on abaisse ensuite la poignée *f* de l'interrupteur disposé comme l'indique la figure 139, la communication de la ligne avec la pile est interrompue; on arrête par suite le mouvement des deux sonneries et on fait basculer à la fois les leviers coudés *s* et W. La roue à rochet double, échappe d'une part à la tige d'encliquetage; d'autre part, une cordelette de soie, enroulée sur l'axe *s* en sens inverse de la cordelette qui supporte le poids *p*, se trouvant entraînée dans le mouvement du levier W, le poids moteur remonte à la hauteur même dont il était tombé et l'aiguille est ramenée à la croix, quelle que soit la division devant laquelle elle était arrêtée. L'appareil peut donc se prêter immédiatement à un nouvel appel. Avec le dispositif en orme de rateau, le levier W devient inutile.

L'interrupteur *m* au poste d'appel sert à vérifier la ligne et les appareils sans l'envoi du signal d'alarme. En appuyant sur le bouton de cet interrupteur, le circuit est fermé, les sonneries des deux postes et la roue du récepteur tournant d'un angle égal au demi-intervalle de deux dents, l'aiguille vient se placer sur le mot *épreuves*. Un second contact qui se produirait accidentellement ferait encore avancer la roue d'un angle égal au précédent, sans amener l'aiguille en dehors du mot *épreuves*, en raison de la largeur occupée par la première division. Ainsi on n'a guère à redouter un faux appel. On abaisse la poignée *f* pour accuser réception du signal et ramener l'aiguille du récepteur à la croix.

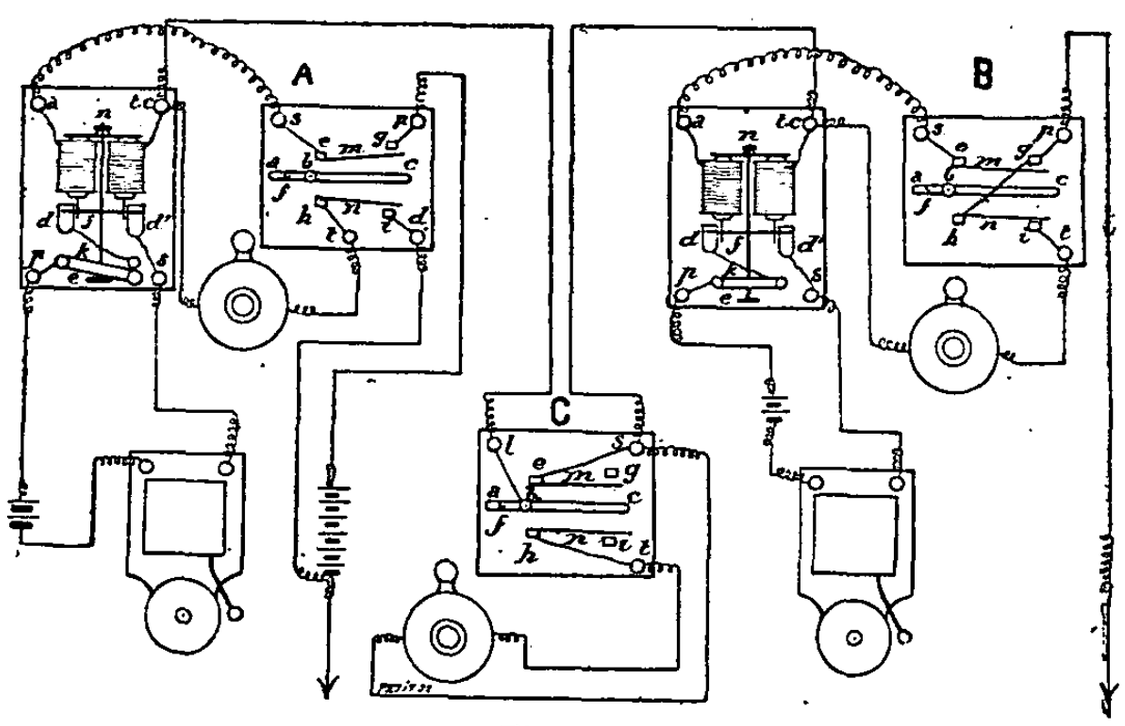


Fig. 140.

La vérification de la ligne seule peut se faire à la caserne, si on l'y a ramenée à partir du dernier poste d'appel : le fil de retour est attaché alors à la borne F R et se rend à l'axe de l'interrupteur *h* dont l'enclume de travail est reliée au pôle négatif de la pile de ligne, lequel reste en communication avec la terre. En abaissant la poignée de cet interrupteur, la sonnerie du poste de secours fonctionne si le fil de ligne est continu. La sonnerie entrerait spontanément en mouvement si une rupture avec communication à la terre survenait sur la ligne : on distinguerait d'ailleurs aisément le carillon d'un signal d'épreuve ordinaire, la sonnerie recommençant dans ce cas à tinter indéfiniment chaque fois que l'on laisserait l'interrupteur *f* reprendre sa position de repos. Ordinairement cependant le fil de retour, qui nécessite un supplément de dépense assez considérable et ne donne qu'une satisfaction insuffisante, est utilisé de préférence pour constituer une seconde ligne complètement distincte de la première.

Les postes d'appel de chaque groupe sont reliés alors alternativement à l'un ou à l'autre des deux fils de ligne, de telle sorte qu'en cas d'interruption accidentelle de l'un d'eux, tout un quartier ne soit pas privé en même temps de communications avec sa caserne. Tous les huit jours un sapeur se rend aux différents postes d'appel de chaque ligne et en fait fonctionner la sonnerie; le mécanisme donnant le signal du feu est essayé une fois par mois.

Dans les anciens modèles de ces avertisseurs, la porte était remplacée par une glace qu'il fallait briser avant de pouvoir appuyer sur le bouton d'appel.

Il existe également des avertisseurs d'incendie privés, placés à l'intérieur des bâtiments et dont le mécanisme diffère peu des précédents; aussi nous ne les décrirons pas.

Le réseau de la ville de Paris comprend actuellement environ 1,000 postes d'appel et de secours, avec un développement de plus de 1,200 kilomèt. de fils. Comme exemple d'un autre système d'avertissement remplissant à peu près le même but, on peut citer celui de M. Digeon; cet appareil est employé actuellement au bureau central des Postes et Télégraphes. Dans ce système, chaque poste peut communiquer avec le poste central à l'aide de téléphones introduits automatiquement dans le circuit par un commutateur spécial. Comme dans ce système on emploie le courant continu, on est averti de suite d'une rupture de fil ou d'un dérangement de la ligne.

Le dispositif à l'aide duquel M. Digeon réalise ces conditions est représenté sur la figure 140.

Au poste d'appel C se trouve un téléphone accroché au levier du commutateur; il y a alors contact entre les points *l* et *h*; si au contraire on soulève le téléphone pour le porter à l'oreille, le levier bascule et établit la communication entre les points *l* et *e*, ce qui fait résonner la sonnerie au poste de secours A, comme il est facile de s'en convaincre.

Au poste de secours A on tourne alors la manette *k* et on décroche le téléphone pour le porter à l'oreille; par cette manœuvre on isole les sonneries, on introduit les téléphones dans le circuit

et on supprime la pile. En effet, en enlevant le téléphone, on fait communiquer les points *t* et *d* ensemble et on suit facilement sur la figure la marche du courant.

L'avertisseur étant à ressort est disposé de telle façon que la sonnerie est actionnée si le courant, par suite de rupture du circuit, vient à casser : car alors les électro-aimants deviennent inactifs et les plaques *dd'* ferment le circuit de la sonnerie locale.

Il existe un grand nombre d'*autres systèmes d'avertisseurs*, que nous ne décrirons pas. Le plus souvent ces avertisseurs peuvent être considérés comme des accessoires à d'autres appareils. Par exemple, dans la téléphonie, il faut disposer évidemment d'un avertisseur ou d'un appel pour prévenir la personne avec laquelle on veut établir la communication.

Dans les sonneries électriques on se sert de tableaux annonciateurs qu'on peut ranger aussi dans la catégorie des avertisseurs.

Dans les machines dynamo-électriques, il existe des appareils pour avertir le mécanicien lorsqu'une cause inattendue, tel qu'un échauffement anormal, un contact, etc., vient compromettre la sécurité de l'exploitation. Ces appareils seront décrits s'il y a lieu avec l'ensemble des systèmes dans lesquels ils interviennent.

Il existe aussi un grand nombre de dispositifs pour servir d'avertisseur en cas d'effraction, d'ouverture des portes, de coffre-forts, etc. Nous n'entrerons dans aucun détail sur ces appareils ; ils sont d'ailleurs très faciles à combiner et il suffit le plus souvent de s'adresser à n'importe quelle personne, familiarisée tant soit peu avec l'électricité pour combiner sans hésitation un dispositif pouvant convenir au cas visé. Il ne s'agit en effet d'autre chose que de disposer des appareils établissant ou interrompant un contact électrique. — P.-H. L.

AXE. *T. de géom. et de mécan.* On appelle *axe de symétrie* d'une figure une droite telle que tous les points de la figure se correspondent deux à deux de manière que la droite qui joint deux points correspondants rencontre l'axe, lui est perpendiculaire et s'y trouve divisée en deux parties égales. Il en résulte que si l'on fait tourner la figure de deux angles droits autour de cet axe, elle coïncide avec sa position primitive. Il est évident que toutes les figures n'admettent pas d'axe de symétrie. Parmi celles qui en admettent nous citerons les prismes et pyramides réguliers, les polyèdres réguliers, les surfaces de révolution, la plupart des surfaces de second ordre, etc.

Si une figure plane admet un axe de symétrie, cet axe partage la figure en deux parties égales. Tel est le cas d'un diamètre d'un cercle, d'un axe, d'une ellipse, d'une hyperbole ou d'une parabole.

Si une courbe plane admet un axe de symétrie, et qu'on prenne cet axe pour axe de x, l'équation de la courbe ne devra pas changer quand on change y en $-y$. Si donc la courbe est algébrique, son équation ramenée à la forme entière ne devra contenir y qu'à des puissances paires. Si une surface admet un axe de symétrie, et qu'on prenne cet axe par axe de z, l'équation ne devra pas changer si l'on change à la fois x en $-x$ et y en $-y$. Si l'équation de cette surface est algébrique et ramenée à la forme entière, ses termes seront tous de degré pair ou tous de degré impair par rapport à x et y. Toutes les sections faites par des plans parallèles au plan des xy, auront un centre sur l'axe des z. Plus généralement, si une figure admet un axe, toutes les sections faites dans cette figure par des plans perpendiculaires à l'axe auront pour centre le point d'intersection du plan sécant avec l'axe. Cela résulte immédiatement de la définition de l'axe. D'après cette propriété, tout axe est un diamètre perpendiculaire aux plans qui lui sont conjugués et réciproquement.

Cette remarque permet de déterminer facilement les axes des courbes et surfaces du second degré. — V. *Dictionnaire*, DIAMÈTRE.

Axes de coordonnées. — V. *Dictionnaire*, COORDONNÉES.

Axe de rotation. Ligne droite fixe autour de laquelle tourne un corps solide ou un ensemble de solides.

Exemple : Axe de la terre, du soleil, etc. Axe d'un volant, d'un régulateur à force centrifuge, etc. — V. *Dictionnaire*, ROTATION.

Axe des moments. Ligne droite par rapport à laquelle on prend les moments d'une force ou d'un système de force. — V. *Dictionnaire*, MOMENT.

Axes principaux d'inertie. — V. *Dictionnaire*, INERTIE, § *Moment d'inertie.*

AZOTATE. *T. de chim.* Nom des sels obtenus par la substitution des métaux à l'atome d'hydrogène basique de une ou de plusieurs molécules d'acide azotique AzO^3-OH. On peut encore les considérer comme formés par la substitution du résidu halogénique $(AzO^3)'$ de l'acide azotique, à l'oxhydrile des bases ou hydrates métalliques.

Les hydrates basiques correspondants aux métaux monovalents, ne renferment qu'un seul oxhydrile, et ne pourront par conséquent donner lieu qu'à une seule série de sels : *azotates neutres*, répondant à la formule générale $M'(AzO^3)$

$$AzO^3-H+K(OH)=K-AzO^3+H-OH$$

Les hydrates basiques correspondants aux métaux polyvalents, renferment au contraire plusieurs oxhydriles susceptibles d'être remplacés en totalité ou en partie par des résidus halogéniques d'acide azotique. Si la substitution est complète, on obtient encore des azotates neutres. Exemple : $Pb<^{AzO^3}_{AzO^3}$, dérivant de l'hydrate biacide $Pb<^{OH}_{OH}$ mais si la substitution n'est que partielle, les sels qui en résultent conservent des propriétés basiques et forment par conséquent une deuxième série de sels auxquels on a donné le nom de *sous-azotates* ; il vaut mieux les appeler *azotates basi-*

ques. Comme exemple, on peut citer l'azotate basique de plomb $Pb<^{AzO^3}_{OH}$

Tous les azotates neutres sont solubles dans l'eau; les azotates basiques sont au contraire peu solubles en général.

Pour l'état naturel, la préparation, la fabrication en grand et les usages des azotates, V. au *Dictionnaire*, AZOTATE.

DOSAGE DE L'ACIDE AZOTIQUE DANS LES AZOTATES. Tous les azotates étant solubles, il n'existe aucun procédé de dosage direct de l'acide azotique par pesées; par contre on a imaginé un grand nombre de procédés de dosage indirect. En général, on commence par séparer l'acide du métal auquel il est combiné, soit en distillant en présence d'un excès d'acide sulfurique étendu (H. Rose); soit en précipitant le métal à l'état de sulfure, de carbonate ou d'oxyde. L'acide azotique ainsi séparé est alors dosé par l'acidimétrie, ou bien on le sature par le carbonate de baryte et après filtration on dose la baryte qui s'est dissoute. On peut encore, par les azotates anhydres à base bien fixe, doser l'acide par perte de poids en calcinant dans un creuset de platine taré avec un poids connu de borax anhydre. Enfin, on peut utiliser pour le dosage les propriétés oxydantes de l'acide azotique. Deux procédés principaux ont été imaginés en partant de ce principe; tous deux reposent sur la même réaction chimique, savoir la transformation du chlorure ferreux en chlorure ferrique par l'action des azotates en présence d'un excès d'acide chlorhydrique; il se produit en même temps du bioxyde d'azote et de l'eau :

$$6FeCl^2 + 2KAzO^3 + 8HCl = 2KCl + 4H^2O + 3(Fe^2)Cl^6 + 2AzO$$

Le premier procédé, celui de Pelouze, consiste à opérer sur une quantité connue et en excès de chlorure ferreux, puis à doser cet excès à l'aide d'une liqueur oxydante titrée de permanganate de potasse.

Le deuxième procédé, imaginé par M. Schloesing, consiste au contraire à mesurer directement le volume de gaz bioxyde d'azote produit par la réaction.

L'azote nitrique a surtout une très grande importance dans les engrais. — H. R.

AZOTE. *T. de chim.* Corps simple dont le symbole en notation atomique est Az^2. Poids atomique = 14. Equivalent = 14. Poids moléculaire = 28. Densité par rapport à l'air = 0,971. Poids du litre à 0° et 760 millimètres = 1g,256. Solubilité dans l'eau vers 0° = 0,02. L'azote est trivalent ou pentavalent; il est le type de la famille de corps simples qui comprend l'azote, le phosphore, l'arsenic, l'antimoine et le bismuth.

C'est un gaz incolore, inodore, insipide; autrefois il était réputé permanent; mais tout récemment M. Cailletet est parvenu à le liquéfier en le comprimant à une pression de 300 atmosphères, puis en le soumettant à un refroidissement considérable par brusque détente. L'azote entre pour 4/5 environ dans la composition de l'*air atmosphérique*. Les diverses propriétés de ce gaz ont été décrites dans le *Dictionnaire* ainsi que les principaux modes de production.

CARACTÈRES ANALYTIQUES. L'azote se reconnaît par ses caractères négatifs. Il n'est ni combustible ni comburant; il est inabsorbable par tous les réactifs employés pour l'analyse des gaz (potasse, acide sulfurique, pyrogallate de potasse, etc.) on l'obtient donc comme résidu dans toutes les analyses de mélanges gazeux où il se trouve.

COMPOSÉS DE L'AZOTE AVEC LES ÉLÉMENTS MONOATOMIQUES. — V. *Dictionnaire*, AZOTE.

COMPOSÉS DE L'AZOTE AVEC L'OXYGÈNE. *Oxyde azoteux*. Syn.: protoxyde d'azote (V. *Dictionnaire*). En notation atomique, ce gaz répond à la formule Az^2O. Densité par rapport à l'air = 1,527. Densité par rapport à l'hydrogène = 22,06. Poids moléculaire = 44.

Le mode de préparation le plus usité est basé sur la décomposition de l'azotate d'ammoniaque par la chaleur; cette décomposition peut se formuler :

$$AzO^3(AzH^4) = 2H^2O + Az^2O$$

EMPLOI DU PROTOXYDE D'AZOTE COMME ANESTHÉSIQUE. Jusque dans ces dernières années, le protoxyde d'azote n'avait pu être employé comme anesthésique que pour des opérations de très courte durée. Plusieurs accidents survenus l'avaient même fait abandonner; le gaz protoxyde d'azote pur ne saurait en effet entretenir la vie, car il produit l'asphyxie tout comme l'hydrogène, l'azote et les autres gaz inertes. L'action physiologique de ce gaz a été nettement définie par les belles expériences de Paul Bert qui ont conduit ce savant à la solution du difficile problème posé depuis si longtemps; produire une anesthésie prolongée à volonté, sans le moindre danger d'asphyxie.

On a reconnu que pour que l'anesthésie se produise, il faut que le sang artériel renferme environ 30 à 40 0/0 de protoxyde d'azote en dissolution; or, à la pression ordinaire, pour arriver à ce résultat, il faut faire respirer le gaz presque pur. Si l'on augmente la pression de l'atmosphère respirée par le patient on voit qu'il sera facile de maintenir constante la tension de dissolution du gaz, malgré l'addition de proportions croissantes d'un gaz étranger qui pourra être l'oxygène, par exemple. Dès lors, en proportionnant convenablement le mélange et en lui donnant une pression suffisante, on conçoit que l'oxygène, se dissolvant dans le sang pour son compte, entretiendra la vie tandis que l'anesthésie se produira constante pendant tout le temps que la pression propre du protoxyde d'azote dans le mélange sera suffisante.

Comme anesthésique, le protoxyde d'azote présente de nombreux avantages. Il ne produit pas d'excitation au début; ne donnant pas de combinaison chimique avec le sang, mais agissant au contraire par simple dissolution, il s'échappe dès que l'atmosphère respirée par le patient n'en contient plus et l'insensibilité disparaît presque immédiatement. Enfin, il ne laisse pas de traces ultérieures; il ne provoque ni les vomissements, ni les malaises que causent si souvent le chloroforme et l'éther.

Oxyde azotique. Syn.: *Bioxyde d'azote. Oxyde nitrique. Gaz nitreux* (V. *Dictionnaire*). En notation atomique, ce gaz répond à la formule AzO. Densité par rapport à l'air 1,039. Densité par rapport à l'hydrogène = 15,00. Poids moléculaire = 30. Poids du litre à 0° et 760 millimètres = 1s,360.

La réaction qui sert de base au principal mode de préparation est la suivante :

$$\underbrace{8AzO^3H}_{\text{Acide azotique}} + \underbrace{3Cu}_{\text{Cuivre}} = \underbrace{3(AzO^3)^2Cu}_{\text{Azotate de cuivre}} + \underbrace{4H^2O}_{\text{Eau}} + \underbrace{2AzO}_{\text{Oxyde azotique}}$$

L'oxyde azotique s'unit directement et instantanément à l'oxygène de l'air en donnant des vapeurs rutilantes de peroxyde d'azote AzO^2 (hypoazotide).

L'oxyde azotique agit sur l'anhydride sulfurique en le réduisant; il se forme de l'anhydride sulfureux et une combinaison répondant à la formule de l'acide disulfurique $S^2O^7H^2$ (acide fumant ou de Northausen) dans lequel les deux atomes d'hydrogène basiques sont remplacés par deux groupes (AzO)' fonctionnant comme radicaux monovalents :

$$3SO^3 + 2AzO = S^2O^7(AzO)^2 + SO^2$$

Ce corps n'est autre que celui connu sous le nom de *cristaux des chambres de plomb*, qui prend naissance dans la fabrication de l'acide sulfurique par la réaction de l'anhydride sulfureux sur les vapeurs d'hypoazotide en l'absence de vapeur d'eau :

$$2SO^2 + 4AzO^2 = S^2O^7(AzO)^2 + \underbrace{Az^2O^3}_{\text{Anhydride azoteux}}$$

Acide azoteux. L'acide proprement dit répondrait à la formule $AzO^2H = AzO - OH$ (acide monobasique); on n'a jamais pu l'isoler, mais l'on connaît un grand nombre de sels répondant à la formule générale $AzO - OM'$. M' étant un métal monovalent; ce sont les *azotites*. — V. ce mot.

A l'acide azoteux correspond l'anhydride azoteux Az^2O^3 (AzO^3 en équivalents) désigné à tort sous le nom d'*acide azoteux*:

$$\begin{matrix} AzO-O\,H \\ AzO-O\,H \end{matrix} = H^2O + \begin{matrix} AzO \\ AzO \end{matrix} > O.$$

La réaction inverse ne se produit pas; en effet, à la température ordinaire, ce corps se décompose en présence de l'eau; il se forme de l'acide azotique et du bioxyde d'azote :

$$3Az^2O^3 + H^2O = 4AzO + 2AzO^3H$$

Peroxyde d'azote. Syn.: *Acide hypoazotique, vapeurs nitreuses, vapeurs rutilantes. Anhydride hypoazotique, hypoazotide.* En notation atomique, ce corps répond à la formule AzO^2. Densité de vapeur par rapport à l'air = 1,72 vers 130°. Densité de vapeur par rapport à l'hydrogène 24,85. Poids moléculaire 46.

C'est un corps très volatil, bouillant à basse température (22°) et émettant des vapeurs rouges qui produisent sur les organes de la respiration une vive inflammation qui peut amener la mort; liquide, il est très corrosif; il détruit la peau en la colorant en jaune.

L'hypoazotide rougit le papier de tournesol, mais cette action doit être expliquée par sa décomposition au contact des bases que contient ce réactif; en effet, les bases décomposent l'hypoazotide en donnant un mélange d'azotate et d'azotite

$$2AzO^2 + 2NaOH = AzO^2Na + AzO^3Na + H^2O$$

Il reste sur le papier l'acide lithmique, élément rouge de la teinture de tournesol.

L'hypoazotide joue dans un grand nombre de cas le rôle de radical monovalent, se substituant facilement une ou plusieurs fois à un atome d'hydrogène dans les composés organiques. Exemple : la nitrobenzine $C^6H^5 - AzO^2$ provenant de la substitution de $(AzO^2)'$ à un atome d'hydrogène de la benzine C^6H^6.

Anhydride azotique. Syn.: *Acide azotique anhydre.* Ce composé répond à la formule

$$Az^2O^5 = \begin{matrix} (AzO^2)' \\ (AzO^2)' \end{matrix} > O.$$

Ce corps a été obtenu par M. H. Deville en faisant agir le chlore sec sur l'azotate d'argent. L'anhydride azotique agit sur l'eau avec un grand dégagement de chaleur; il se forme de l'acide azotique

$$Az^2O^5 + H^2O = 2AzO^3H$$

Acide azotique. Syn.: *Acide nitrique.* En notation atomique, ce composé répond à la formule $AzO^3H = AzO^2 - OH$. C'est un acide monobasique. Sa densité de vapeur théorique, par rapport à l'air = 2,180. Sa densité de vapeur par rapport à l'hydrogène = 31,5. Poids moléculaire = 63.

Pour les propriétés, les usages et la fabrication de cet acide, V. *Dictionnaire*, ACIDE, § *Acide nitrique.*

ESSAI DE L'ACIDE NITRIQUE DU COMMERCE. L'acide du commerce peut contenir une série d'impuretés provenant soit des matières premières employées pour sa fabrication, soit des imperfections des appareils, soit enfin des fraudes destinées à donner à cet acide uue valeur apparente supérieure à la valeur réelle.

Les matières premières employées sont presque toujours, le nitrate de soude naturel et l'acide sulfurique. L'acide sulfurique n'est pas volatil, mais, par suite des imperfections des appareils de fabrication, il peut s'en trouver une petite quantité entraînée par la distillation de l'acide nitrique. Le nitrate de soude peut contenir des chlorures et des iodures alcalins et de ce fait, l'acide produit peut être souillé par de faibles quantités de chlore libre ou d'acide chlorhydrique, d'iode libre ou d'acide iodique. Enfin, l'acide peut contenir de l'oxyde de fer provenant des appareils ou des sulfates de soude ou de potasse ajoutés pour lui donner une densité plus forte.

L'acide sulfurique et les sulfates sont décelés par le chlorure de baryum dans l'acide préalablement étendu et neutralisé; il se forme un précipité blanc de sulfate de baryte insoluble dans l'eau et dans les acides.

Le chlore et l'acide chlorhydrique se reconnaissent également sur la liqueur très étendue; il n'est pas utile de neutraliser. On y ajoute quelques gouttes d'une dissolution d'azotate d'argent; il se forme un précipité blanc de chlorure d'argent.

L'iode existe à l'état d'iode libre lorsque l'acide contient de l'hypoazotide; il est au contraire à l'état d'acide iodique dans le cas où l'acide ne renferme pas de vapeurs nitreuses.

Dans la liqueur très étendue, on décèle très facilement la présence de l'iode libre à l'aide de l'empois d'amidon qui donne une coloration bleue intense très caractéristique.

Si l'iode se trouve à l'état d'acide iodique, on sature l'acide étendu par le carbonate de soude, puis on ajoute quelques gouttes d'acide sulfureux qui réduit l'iodate et met l'iode en liberté. L'empois d'amidon employé comme ci-dessus, donne alors la coloration bleue caractéristique.

Les vapeurs nitreuses se reconnaissent dans l'acide nitrique à la coloration jaune qu'elles lui communiquent; pour les déceler lorsqu'elles sont en très petite proportion, on ajoute un peu de nitrate d'argent à l'acide étendu, afin de précipiter tout le chlore et l'iode qu'il peut contenir; puis après l'avoir additionné d'empois d'amidon qui ne doit pas bleuir, on y verse quelques gouttes d'une dissolution d'iodure de potassium, l'hypoazotide met l'iode en liberté et la liqueur bleuit rapidement même pour des faibles traces d'hypoazotide.

Pour reconnaître la présence des sels métalliques en dissolution, il suffit d'évaporer une petite quantité d'acide dans un creuset de platine; il ne doit pas rester de résidu fixe. Le fer se reconnaît facilement par les réactifs de ses sels au maximum. Le ferrocyanure de potassium qui donne le précipité de bleu de Prusse ou le sulfocyanure de potassium qui produit dans la liqueur une coloration rouge intense.

Essai quantitatif. Dans les usines, on évalue rapidement la teneur en acide vrai d'une dissolution étendue, en se basant sur les indications des aréomètres ou des densimètres. La table suivante due à M. Kolb donne immédiatement la richesse d'un acide de densité connue, prise à 15°.

Degrés de l'aréomètre Baumé	Densités	100 parties en poids contiennent		Degrés de l'aréomètre Baumé	Densités	100 parties en poids contiennent	
		AzO^3H	Az^2O^5			AzO^3H	Az^2O^3
0	1.000	0.2	0.1	36	1.334	52.9	45.3
1	1.007	1.5	1.3	37	1.346	55.0	47.1
5	1.036	6.3	5.4	38	1.359	57.3	49.1
10	1.075	12.7	10.9	39	1.372	59.6	51.1
15	1.116	19.4	16.6	40	1.384	61.7	52.9
20	1.161	26.3	22.5	41	1.398	64.5	55.3
22	1.180	29.2	25.0	42	1.412	67.5	57.9
24	1.199	32.1	27.5	43	1.426	70.6	60.5
26	1.221	35.5	30.4	44	1.440	74.4	63.8
28	1.242	38.6	33.1	45	1.454	78.4	67.2
30	1.261	41.5	35.6	46	1.470	83.0	71.1
31	1.275	43.5	37.3	47	1.485	87.1	74.7
32	1.286	45.0	38.6	48	1.501	92.6	79.4
33	1.298	47.1	40.4	49	1.516	96.0	82.3
34	1.309	48.6	41.7	49.5	1.524	98.0	84.0
35	1.321	50.7	43.5	49.9	1.530	100.0	85.71

2° On peut opérer de façon beaucoup plus exacte et encore très rapide en essayant l'acide proposé à l'aide d'une liqueur alcaline normale, c'est-à-dire capable de saturer, par litre, une molécule d'acide azotique pur AzO^3H (V. ACIDIMÉTRIE). Chaque centimètre cube de solution alcaline normale correspond à 0g,063 d'acide pur.

3° On peut encore doser rapidement l'eau contenue dans l'acide en mélangeant un poids connu de l'échantillon avec un grand excès de litharge bien sèche en poudre, dans un creuset de platine. On tare le tout puis on sèche à l'étuve; la perte de poids correspond à l'eau évaporée.

Pour le dosage de l'acide azotique dans les *azotates*, voir l'article précédent. — H. R.

AZOTITE. *T. de chim.* Nom des sels obtenus par la substitution des métaux à l'atome d'hydrogène basique de une ou plusieurs molécules de l'acide azoteux théorique AzO(OH).

Tous les azotites sont solubles; ils cristallisent bien; souvent ils sont colorés en jaune (azotite de sodium).

CARACTÈRES ANALYTIQUES. En solution suffisamment concentrée, les azotites précipitent en blanc par le chlorure de baryum et par l'azotate d'argent; traités par l'acide sulfurique, même en liqueur étendue, ils mettent en liberté l'anhydride azoteux qui se décompose en donnant de l'acide azotique et du bioxyde d'azote qui se dégage. En solution très étendue et légèrement acidulée, les azotites agissent comme oxydant sur l'iodure de potassium et mettent de l'iode en liberté que l'on peut déceler par l'empois d'amidon avec lequel il donne la coloration bleue intense bien connue. Cette réaction permet de découvrir 1/100,000 d'azotite dans une liqueur. L'industrie des matières colorantes fournit un réactif encore plus sensible; c'est la métaphénylènediamine qui donne avec les azotites une coloration rose ou brune selon la concentration; avec ce réactif on peut déceler jusqu'à 1/100,000,000 d'azotite.

PRÉPARATION. On peut produire les azotites, soit par l'action d'une solution concentrée d'alcali sur l'anhydride azoteux, soit par réduction des azotates par la chaleur seule ou en présence de certains métaux. Par la chaleur seule on peut réduire l'azotate de baryum; l'azotite obtenu peut servir à former presque tous les autres azotites par voie de double décomposition.

Sous le nom de *nitrite*, l'industrie des matières colorantes consomme aujourd'hui des quantités considérables d'azotite de sodium; ce produit sert de base à la fabrication des nombreux composés azoïques. Le nitrite de sodium est préparé industriellement par réduction du nitrate du Chili par le plomb métallique à haute température. — H. R.

B

•* **BAC** ou **BATEAU TRANSBORDEUR.** *T. de chem. de fer.* L'un des plus grands bacs qui existent, pour le transbordement direct des trains d'un chemin de fer, d'une rive à l'autre, sur un cours d'eau, est celui de Benicia à Port-Costa, sur la ligne de Sacramento (Central-Pacific-Railroad). La longueur totale du pont est de près de 130 mètres et sa largeur 35 mètres : les deux roues propulsives ont 9m,14 de diamètre et portent chacune vingt-quatre aubes, elles sont indépendantes et chacune d'elles est mise en mouvement par une machine verticale à balancier. Les voies sont supportées par quatre poutres en treillis ; l'ensemble du bac est divisé en douze compartiments étanches par onze cloisons transversales, qui renforcent la membrure de la coque. Le bac est guidé, à chaque bout, par quatre gouvernails équilibrés, manœuvrés à l'aide d'appareils hydrauliques ; le pilote est placé dans une cage très élevée par rapport au pont. Ce bac peut recevoir quarante-huit vagons de marchandises ou vingt-quatre voitures à voyageurs, il renferme dans sa cale, des logements pour les officiers et l'équipage, le pont porte les bureaux d'exploitation du chemin de fer (*Railload gazette*).

• I. **BÂCHE.** Abri vitré construit en bois ou en maçonnerie, qui sert à préserver du froid, pendant l'hiver, les plantes délicates ou à faire produire à certains végétaux des fruits en dehors de la saison naturelle. La bâche ordinaire est portative ; elle peut se déplacer. C'est un coffre en planches, dont la face postérieure est plus élevée que le devant, et sur lequel on pose un châssis vitré, qui se trouve incliné en raison de la forme même du coffre. C'est pour cette raison que les jardiniers donnent souvent à l'ensemble le nom de *châssis*.

II. **BÂCHE.** *T. de chem. de fer.* A l'appui des indications données sur l'importance de l'emploi des bâches, dans l'exploitation des chemins de fer, il n'est pas sans intérêt de donner quelques indications sur l'usine spéciale que la Compagnie d'Orléans a fait construire à Vitry, pour la fabrication de ces bâches. Les toiles de lin, ou de chanvre, encollées et tannées au cachou, sont essayées au dynamomètre et enduites d'un mélange d'huile cuite et de noir de fumée, au moyen d'un appareil à rouleaux, chauffées au bain-marie, puis égouttées sur un cylindre récepteur. Il faut cinq passages à l'étuve pour que la toile à bâches ait pris un poids d'enduit à peu près égal au poids de la même surface de toile ; 1,000 mètres de toile exigent un travail de huit jours et quatre heures d'une escouade de quatre ouvriers. Ces toiles sont ensuite cousues et confectionnées en bâches, du poids de 70 kilogrammes chacune, revenant, en moyenne, à 146 francs la pièce. La durée d'une bâche, jusqu'à ce qu'elle soit hors de service, est de soixante-dix-huit mois, soit le double de ce que l'on constatait quand la fabrication en était confiée à des entrepreneurs.

Indépendamment des bâches que les Compagnies de chemin de fer comptent dans l'effectif de leur matériel roulant, elles sont souvent obligées d'avoir recours, pour faire face à des périodes exceptionnelles de trafic, à des bâches louées à des entrepreneurs qui sont alors chargés de l'entretien de ces bâches.

•* **BAGUE.** *T. de chem. de fer.* Cheville creuse servant d'enveloppe aux tirefonds ou rivets, à l'aide desquels on fixe sur les traverses, soit le patin inférieur des rails Vignole, soit le rebord des coussinets dans la voie à doubles champignons. Dans le premier cas, la bague du système Desbrières, qui a été appliquée par la Compagnie d'Orléans, porte un prolongement saillant, ayant à peu près la même hauteur que le patin, et dont la saillie, hors de la traverse, permet de faire reposer horizontalement la tête des tirefonds. Dans le deuxième cas, pour la fixation des coussinets, les bagues sont exclusivement employées sur les chemins de fer anglais, où on le désigne sous le nom de *treenail* ; leur usage est surtout motivé

par l'emploi du sapin rouge pour la confection des traverses.

• **BAINS ET LAVOIRS** *pour ouvriers et soldats.* La tendance qui se manifeste de plus en plus pour rechercher et réaliser les meilleures conditions hygiéniques, partout où il existe une certaine agglomération d'hommes, conduit naturellement à l'étude des moyens propres à leur donner les soins généraux nécessaires pour la santé et l'hygiène. Parmi ces moyens, les installations balnéaires méritent d'occuper une place importante, et l'on a déjà fait dans cette voie des tentatives qu'il est désirable de voir se multiplier avec toutes les améliorations que l'expérience permet d'y apporter.

On a essayé avec succès d'introduire dans les casernes des bains et des appareils d'hydrothérapie. De grands établissements industriels ont aussi tenté d'organiser des installations permettant aux ouvriers de se donner les soins de propreté qui entretiennent le corps dispos et sain. Cette mesure est évidemment profitable autant aux patrons qu'aux ouvriers, car un personnel en bonne santé est beaucoup plus apte au travail et produit davantage. Il n'y a donc pas là seulement un point de vue humanitaire; il y a, en outre, un intérêt direct, qu'il n'est pas mauvais de rappeler et qui n'atténue pas d'ailleurs le mérite de ces installations philanthropiques.

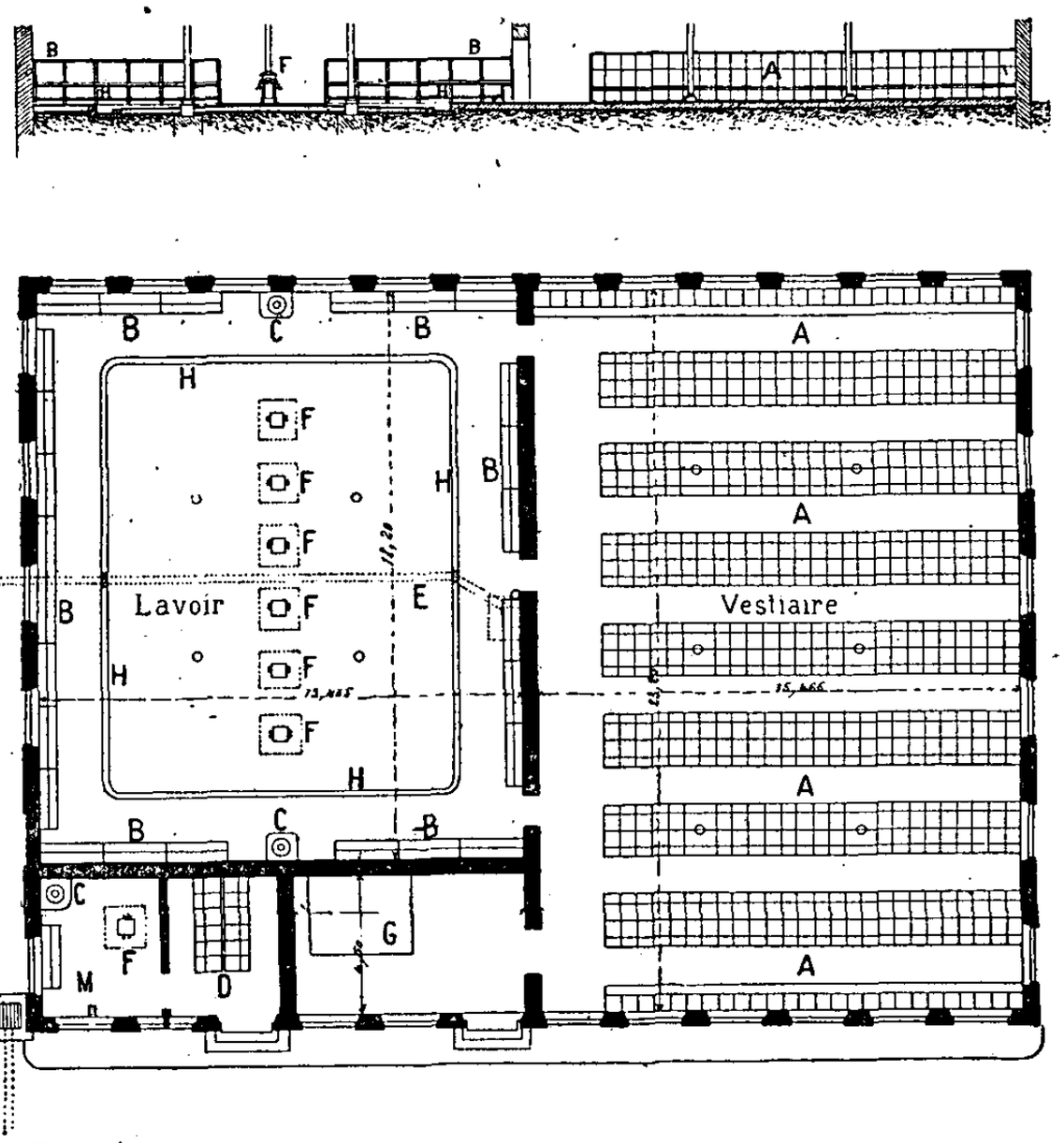


Fig. 141 et 142. — *Lavoir d'ouvriers de l'usine à gaz de la Villette.*

La principale question pour cet établissement de bains d'ouvriers, consiste dans la dépense journalière à faire pour avoir, aux moments voulus, un approvisionnement suffisant d'eau chaude. Beaucoup d'industries sont placées sous ce rapport dans une situation très favorable et les usines qui emploient des générateurs à vapeur d'une grande puissance, ou des machines à vapeur à condensation, peuvent se procurer à bon marché l'eau chaude nécessaire pour des bains ou des lavoirs d'ouvriers.

On cite, en Allemagne, un certain nombre d'installations qui montrent que cette question y est plus avancée que chez nous. Ainsi l'Union des brasseurs allemands a récemment décerné un prix à un établissement possédant une de ces installations modèles de balnéation à l'usage des ouvriers. Elle se compose de bains et de douches, dont les appareils sont placés dans un local contigu à la salle des chaudières à vapeur de l'usine. Ce local est divisé en douze cellules; l'eau y est fournie à douze jets de douches par un bassin élevé à 4 mètres au-dessus du sol, et chauffé par la vapeur; elle est portée à la température de 35°. Le sol de chaque cellule est carrelé, avec deux pentes et un plancher en bois à claire-voie sous lequel une conduite amène la chaleur perdue des générateurs. Une cloison mobile permet de former, si on le désire, une sorte de vestiaire réservé dans chaque cellule, pour y déposer les vêtements au sec pendant le bain; un appel d'air supérieur détermine l'enlèvement de la vapeur. Les parois des cellules sont en bois verni et l'ensemble présente autant de confort qu'il était raisonnable d'en mettre dans une installation de ce genre.

La dépense totale pour l'organisation de ces bains-douches a été de 2,064 francs, ce qui revient à 172 francs par cellule. Chaque ouvrier verse 6 centimes par bain à titre d'indemnité d'entretien. Ce prix minime ne saurait les empêcher de profiter de cette excellente organisation, et l'on y compte une moyenne de 500 à 1,000 bains par mois pour un personnel de 1,500 ouvriers.

Il existe d'autres installations de même genre. A Berndorf, une fabrique de quincaillerie a monté une blanchisserie à vapeur, un séchoir, des water-closets avec lavage annexés à des bains-douches où passent jusqu'à 500 ou 600 ouvriers par jour. A Charlottenbourg, il y a une installation balnéaire ouverte gratuitement aux femmes des ouvriers une fois par semaine, et deux fois pour leurs enfants. A Worms, dans un établissement occupant 2,230 ouvriers, on donne environ 400

bains par jour, et ces bains sont ouverts gratuitement, pour les hommes quatre fois par semaine et pour les femmes deux fois.

Les grandes manufactures, qui disposent de moyens économiques pour avoir de l'eau chaude à discrétion, peuvent méditer ces exemples et les imiter avec fruit.

La Compagnie parisienne de l'éclairage et du chauffage par le gaz a déjà fait, dans cette voie, une installation qui, bien qu'elle ne comporte pas de bains proprement dits, et qu'elle ne soit en réalité qu'un *lavoir d'ouvriers*, nous paraît devoir être considérée comme un modèle à signaler.

Le plan d'ensemble (fig. 141) qui représente le lavoir installé dans l'usine à gaz de la Villette en fera aisément comprendre les dispositions. Elle se compose d'un vaste bâtiment divisé en deux parties par une cloison transversale ; l'un des côtés, celui de droite, est le vestiaire, l'autre à gauche, est le lavoir. Sur le devant du bâtiment on remarque un vestibule, donnant accès dans le vestiaire ; un surveillant se tient continuellement dans ce vestibule aux heures du service, et il prend soin en même temps du chauffage de la chaudière à eau chaude placée à la suite du vestibule.

Le vestiaire contient des rangées de meubles divisés en cases dont chacune est affectée à un ouvrier, qui en a la clef, et qui, au moment de son arrivée, vient y déposer ses vêtements propres et y prendre sa tenue de travail.

Chaque équipe d'ouvriers vient ainsi changer de vêtements à son entrée et avant sa sortie ; c'est à ce dernier moment que les ouvriers ayant quitté leur costume de travail, emportent leurs vêtements propres dans la salle du lavoir, et les déposent sur les banquettes H installées au pourtour de cette salle ; puis ils se livrent à des ablutions aussi complètes qu'ils veulent, sur l'emplacement dallé disposé à cet effet au milieu de la salle. Six bornes-fontaines BB, avec robinets d'eau chaude et d'eau froide leur permettent de graduer à leur gré la température de l'eau qu'ils recueillent dans des sceaux à large rebord, sur lesquels ils peuvent s'asseoir, pendant que, soit par eux-mêmes, soit avec l'aide d'un camarade ils s'arrosent le corps aussi abondamment qu'ils le veulent depuis la tête jusqu'aux pieds, le dos comme la poitrine et les jambes. Après ce lavage, aussi prolongé qu'ils le désirent, ils se rhabillent et sortent de l'usine propres et dispos, ce qui n'aurait pas lieu sans l'établissement de ce lavoir.

Une petite salle séparée C, placée à la suite de la chaudière, est réservée aux contre-maîtres. La chaudière est formée d'un corps cylindrique avec bouilleur renfermée dans un motif en maçonnerie et chauffée par une grille installée au-dessous du bouilleur, elle fonctionne sans pression, la température de l'eau n'y dépassant jamais 100°. Le combustible employé pour le chauffage est du menu coke.

Ce lavoir sert aux deux équipes d'ouvriers, chauffeurs, épurateurs et charbonniers, qui se renouvellent matin et soir et qui forment ensemble une moyenne journalière d'environ 1,000 à 1,200 ouvriers. — G. J.

BALANCE. Nous avons donné dans le *Dictionnaire* la description des principaux types de balance usités dans le commerce et dans la science expérimentale. Nous nous bornerons ici à donner la théorie complète de cet instrument si utile et si employé.

L'organe principal de la balance ordinaire est une pièce rigide appelée *fléau* soutenue sur un plan horizontal d'agate par deux couteaux d'acier dont les arêtes sont dans le prolongement, de sorte qu'il peut osciller autour de cette arête formant axe de rotation. A ses deux extrémités, le fléau porte deux autres couteaux dont les arêtes, parallèles à celle du premier couteau, sont à la partie la plus élevée et qui, par l'intermédiaire de deux étriers, supportent les plateaux. Nous admettrons que les deux systèmes de plateaux et d'étriers ont des poids rigoureusement égaux, de manière qu'on puisse les comprendre dans la charge. L'appareil se trouvera ainsi réduit à un levier tournant autour d'un axe et soumis à deux poids appliqués aux deux couteaux des extrémités. Il est clair que la théorie de cet appareil peut être réduite à celle de l'équilibre d'une figure plane située dans un plan perpendiculaire à l'arête de suspension, de sorte que la théorie de la balance n'est qu'un cas particulier de celle du levier.

Soit (fig. 143) O le point de suspension des plateaux auxquels sont appliqués les poids P et Q, G le centre de gravité du fléau auquel est appliqué le poids ϖ du fléau, α et β les deux angles AOG, BOG, d la distance OG, l et l' les longueurs OA, OB, appelées *bras du fléau*.

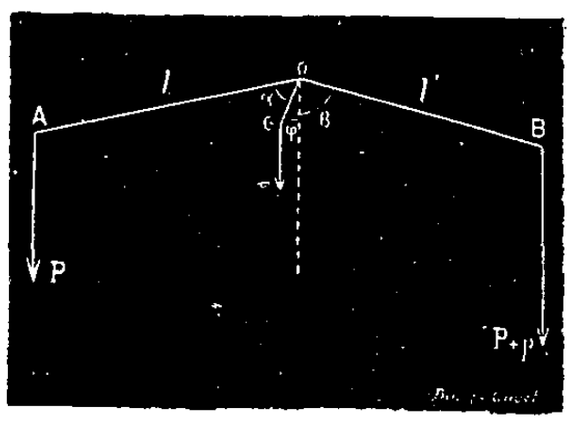


Fig. 143.

Si les poids P et Q étaient nuls la droite OG serait verticale, le point G étant au-dessous du point O. Dans cette position nous dirons que le fléau est *hozizontal*. Supposons le poids Q plus grand que le poids P et

$$Q = P + p.$$

Alors le point B s'abaissera et la verticale du point O tombera dans l'angle BOG.

Pour obtenir la condition d'équilibre il suffira d'écrire que la somme des moments des trois forces P, P+p et ϖ par rapport au point O est nulle, ce qui donne manifestement l'équation

$$(1)\quad Pl\sin(\alpha+\varphi)+\varpi d\sin\varphi=(P+p)l'\sin(\beta-\varphi)$$

équation d'où l'on tirera l'angle d'inclinaison du fléau φ correspondant à la *charge* 2P et à la *surcharge* p.

Une bonne balance doit réaliser quatre conditions :

1° Elle doit être *juste*, c'est-à-dire que le fléau doit être horizontal, ou l'angle φ nul, toutes les

fois que les charges sont égales, c'est-à-dire si $p=o$;

2° La sensibilité doit être la même pour les deux plateaux, c'est-à-dire que l'angle d'inclinaison φ du plateau doit être le même quel que soit le plateau qui subisse la surcharge p;

3° La sensibilité doit être indépendante de la charge, c'est-à-dire que l'angle φ ne doit dépendre que de la surcharge p et nullement de la charge P;

4° La sensibilité doit être aussi grande que possible, c'est-à-dire que φ doit être aussi grand que possible pour une même valeur de p.

1) La condition de justesse exige que l'équation (1) soit vérifiée si $p=\varphi=o$ ce qui donne

$$l\sin\alpha=l'\sin\beta;\ \text{ou}\ \frac{l}{\sin\beta}=\frac{l'}{\sin\alpha}$$

2) Pour que φ ne change pas si l'on change les charges de plateaux, il faut que l'équation (1) ne cesse pas d'être vérifiée si l'on change l en l' et α en β:

$$(2)\quad \mathrm{P}l'\sin(\beta+\varphi)+\varpi d\sin\varphi=(\mathrm{P}+p)\,l\sin(\alpha-\varphi)$$

En retranchant les équations (1) et (2) on trouve

$$\mathrm{P}[l\sin(\alpha+\varphi)-l'\sin(\beta+\varphi)]$$
$$=(\mathrm{P}+p)[l'\sin(\beta-\varphi)-l\sin(\alpha-\varphi)]$$

Cette équation étant homogène en l et l', on y pourra remplacer l et l' par leurs valeurs proportionnelles sin β et sin α, ce qui donnera :

$$\mathrm{P}[\sin\beta\sin(\alpha+\varphi)-\sin\alpha\sin(\beta+\varphi)]$$
$$=(\mathrm{P}+p)[\sin\alpha\sin(\beta-\varphi)\sin\beta\sin(\varphi-\varphi)]$$

ou

$$\mathrm{P}[\cos(\alpha-\beta+\varphi)\cos-(\beta-\alpha+\varphi)]$$
$$=(\mathrm{P}+p)[\cos(\beta-\alpha-\varphi)-\cos(\alpha-\beta-\varphi)]$$

Mais

$$\cos(\alpha-\beta+\varphi)=\cos(\beta-\alpha-\varphi)$$
$$\cos(\beta-\alpha+\varphi)=\cos(\alpha-\beta-\varphi)$$

On aura donc :

$$p[\cos(\alpha-\beta+\varphi)-\cos(\beta-\alpha+\varphi)]=o$$

ou, puisque p est quelconque :

$$\cos(\alpha-\beta+\varphi)-\cos(\beta-\alpha-\varphi)=o$$

ou

$$2\sin\varphi\sin\frac{\alpha-\beta}{2}=o$$

ou enfin, puisque l'égalité doit avoir lieu quel que soit φ :

$$\alpha-\beta=o$$

et

$$\alpha=\beta$$

Il résulte alors de la condition précédente que $l=l'$, et l'équation (1) devient :

$$\mathrm{P}l\sin(\alpha+\varphi)+\varpi d\sin\varphi=(\mathrm{P}+p)\,l\sin(\alpha-\varphi)$$
$$\mathrm{P}l[\sin(\alpha+\varphi)-\sin(\alpha-\varphi)]+\varpi d\sin\varphi=pl\sin(\alpha-\varphi)$$
$$(3)\quad 2\mathrm{P}l\sin\varphi\cos\alpha+\varpi d\sin=\varphi pl\sin(\alpha-\varphi)$$

d'où :

$$[(2\mathrm{P}+p)l\cos\alpha+\varpi d]\sin\varphi=pl\cos\alpha\sin\varphi$$

et

$$(4)\qquad \mathrm{tg}\,\varphi=\frac{pl\cos\alpha}{2(\mathrm{P}+p)l\cos\alpha+\varpi d}$$

Pour que la sensibilité soit indépendante de la charge, il faut que le terme en P disparaisse de la formule, c'est-à-dire que $\cos\alpha=0$: $\alpha=90°$. La sensibilité diminue avec la charge si $\cos\alpha$ est positif, c'est-à-dire si α est aigu, elle augmentera au contraire si α est obtus.

Nous sommes ainsi arrivés aux conditions suivantes :

1° $l=l'$ les deux bras du fléau doivent être égaux.

2° $\alpha=\beta=90°$: les trois points de suspension du fléau et des plateaux doivent être sur une même ligne droite perpendiculaire à la ligne OG qui joint le point de suspension au centre de gravité du fléau.

Reste la discussion de la sensibilité ; l'équation (4) devient :

$$\mathrm{tg}\,\varphi=\frac{pl}{\varpi d}.$$

La tangente de l'angle d'inclinaison est proportionnelle à la surcharge et sera d'autant plus grande que l sera plus grand et d plus petit c'est-à-dire le fléau plus long et plus léger, et le centre de gravité plus rapproché du point de suspension. Si d était nul, tg φ serait infini ou φ égal à 1 droit; c'est-à-dire que le fléau se mettrait vertical pour la moindre surcharge : toute pesée deviendrait impossible. Si le centre de gravité G était au-dessus du point de suspension, il est facile de voir qu'il conviendrait de faire dans l'équation d négatif. Alors tg φ serait négatif et φ négatif ou obtus. Il y aurait une position d'équilibre *instable* avec le plateau surchargé plus haut que l'autre, ce qui correspond à φ négatif. En réalité la balance ne pourrait se maintenir en équilibre, même à vide, et tendrait à se retourner. Une pareille balance est dite *folle*.

En résumé les conditions que doit remplir une bonne balance sont les suivantes :

1° Les bras du fléau doivent être rigoureusement égaux;

2° Les couteaux de suspension du fléau et des plateaux doivent être dans un même plan perpendiculaire au plan qui passe par le couteau central et le centre de gravité du fléau;

3° Le fléau doit être aussi long que possible;

4° Le fléau doit être aussi léger que possible;

5° Le centre de gravité doit être aussi près que possible du couteau de suspension, mais au-dessous de lui, et ne doit pas coïncider avec lui;

6° Le fléau doit être *rigide*, car si la charge le faisait fléchir, les trois couteaux cesseraient d'être dans le même plan et la sensibilité diminuerait avec la charge.

Les conditions (1) (2) et (5) peuvent être réalisées très exactement avec des soins de constructions suffisants, mais les conditions (3) (4) et (6) s'excluent l'une l'autre et imposent une limite à la précision d'une balance; il est, en effet, impossible d'augmenter à la fois la légèreté et la longueur du fléau sans augmenter en même temps sa flexibilité; c'est là que réside la véritable difficulté dans l'établissement des balances de précision. Nous devons dire cependant que les constructeurs sont arrivés à réaliser sous ce rapport de véritables merveilles. — V. *Dictionnaire*, BALANCE. — M. F.

BALANCE ÉLECTRIQUE. Les balances électriques sont de deux sortes : 1° Les balances électriques proprement dites, employées à mesurer l'énergie électrique ou magnétique; 2° les balances électriques dans lesquelles l'électricité est appliquée seulement comme agent moteur ou régulateur, ou pour évaluer la force mécanique des machines en général.

Les premières comprennent les balances à l'aide desquelles on mesure l'électricité *statique, dynamique* ou d'*induction;* la tension, l'intensité, la quantité, les résistances; balances électro-statiques, balances électro-dynamiques (où l'on emploie des bobines sans noyau de fer); bobines électro-magnétiques (où l'on fait usage d'aimants ou d'électro-aimants); bobines d'induction, dans lesquelles les courants voltaïques interrompus font naître des courants induits qu'on utilise pour produire divers effets ou pour mesurer des forces électriques ou magnétiques.

Dans l'énumération qui va suivre, on se bornera à décrire les balances qui ont des applications industrielles. Les plus employées sont celles qui servent à mesurer l'intensité des courants électriques et leur tension. Ces instruments sont très nombreux et reposent sur des principes variés : action du magnétisme terrestre; champ magnétique intense, torsion d'un fil, tension d'un ressort, pesanteur, etc.

Parmi ces instruments, il en est avec lesquels la mesure des courants se fait à l'aide de poids; ce sont de véritables balances. Un des types de la première espèce est la suivante :

1° Balance dynamométrique de M. Marcel Deprez ou *électro-dynamomètre*. Elle est destinée à mesurer l'intensité des courants électriques dans l'industrie. Le but est d'obtenir l'effort mécanique le plus grand avec le moins de fil possible. L'instrument se compose d'une balance de Roberval où l'un des plateaux est remplacé par une bobine d'une faible épaisseur et d'un grand diamètre. Le courant à évaluer passe dans cette bobine et dans deux bobines fixes qui lui sont parallèles, de manière à exercer des actions concordantes. En traversant ce système, il détruit l'équilibre qu'on rétablit au moyen de poids. Pour déterminer la relation qui existe entre ces poids et l'intensité du courant, on se sert de plusieurs courants d'intensité connue. On peut tracer la courbe et dresser une table de correspondance entre ces deux éléments. On se base sur ce principe : que l'action pondérale est proportionnelle au carré de l'intensité du courant.

Sur le même principe, divers inventeurs ont construit des *balances électro-dynamiques*. Celles de W. Thomson présentent quelques avantages et sont ingénieusement conçues : L'une d'elles est à quatre bobines dont deux placées aux extrémités du fléau; les deux autres sont fixes et se trouvent l'une au-dessus de la bobine de gauche et l'autre au-dessus de la bobine de droite. Sous l'action du courant, constant ou alternatif, les quatre bobines se repoussent deux à deux. Un poids convenable placé à l'un des bouts du fléau rétablit l'équilibre; ce poids fait connaître l'intensité du courant sur une échelle verticale, graduée par comparaison.

Une autre balance du même physicien est à six bobines, les unes mobiles avec le fléau (suspendu avec des fils de cuivre), les autres fixes, à gros fil ou à fil fin, selon qu'on veut déterminer la différence de potentiel, l'intensité, ou le travail dépensé dans l'unité de temps; on voit ainsi que l'appareil est la réunion d'un voltmètre, d'un ampèremètre et d'un wattmètre.

M. Helmholtz a construit une balance analogue, pour la disposition, à la balance électro-magnétique de M. Becquerel; mais comme elle en diffère en ce que les aimants sont remplacés par des solénoïdes traversés par le courant, ainsi que les bobines fixes dans lesquelles ils pénètrent, c'est une véritable *balance électro-dynamique*.

Dans sa *balance électro-dynamique*, M. Lallemand a employé deux spirales plates fixées aux extrémités d'un levier horizontal, mobile autour d'un axe vertical. Elles sont repoussées plus ou moins fortement, suivant l'intensité du courant, par les bobines fixes. L'action répulsive est mesurée par la torsion d'un fil, comme dans la balance électro-statique de Coulomb. — V. *Dictionnaire,* ELECTRICITÉ.

La balance *électro-dynamique* de M. Ader, destinée à mesurer l'intensité des courants développés dans le téléphone, se compose d'une aiguille horizontale portant à l'une de ses extrémités une spirale plate d'induction, équilibrée par un poids placé à l'autre bout. Cette spirale est entre deux autres à petite distance d'elle. Le fil est enroulé en sens inverse dans deux bobines inductives. Un miroir placé sur l'axe donne à l'appareil une grande sensibilité. La valeur des courants en expérience se compare à celui d'un élément de Daniell qui a traversé une résistance suffisante.

Balance galvanique de torsion. La balance de torsion employée par Coulomb pour l'électricité statique peut aussi peser en quelque sorte les courants électriques. On lui donne alors la forme d'un multiplicateur dont l'aiguille aimantée est suspendue à un fil d'argent (ou de laiton) au lieu d'un fil de soie, l'angle de torsion étant proportionnel à l'intensité du courant, celle-ci pourra être évaluée par comparaison avec un courant d'intensité connue.

La balance de torsion a été appliquée à la mesure de la force électro-motrice des piles. C'est par ce moyen que M. Baille a trouvé pour celles de Daniell, de Léclanché et de Bunsen, respectivement 0,003564, 0,004438 et 0,00639 unités C. G. S.

Les *balances rhéostatiques* sont des appareils rhéométriques qui, associés avec le *rhéostat* (V. ce mot au *Dictionnaire*), établissent entre les résistances étalonnées et les résistances à mesurer, un état d'équilibre qui permet de déduire des unes les valeurs des autres. Tels sont les *ponts de Wheatstone* (V. cet article au *Dictionnaire*), de Thomson, de Varley, etc.

2° Balances électro-magnétiques. Le type de ces balances est celle de M. Becquerel, la première

en date. — V. *Dictionnaire*, BALANCE ÉLECTRIQUE.

M. du Moncel, dans ses recherches des dispositifs propres à donner aux électro-aimants la plus grande énergie possible, s'est servi d'une balance au moyen de laquelle les attractions d'une armature par les divers électro-aimants comparés, étaient mesurées à l'aide de poids; son appareil était une véritable *balance électromagnétique*.

M. Jamin, pour étudier la distribution du magnétisme sur les aimants, a fait usage d'une balance dont le fléau portait à l'une de ses extrémités un petit cylindre en fer doux suspendu à un fil de laiton formant ressort. La force attractive, en un point déterminé, était mesurée par le poids nécessaire à l'*arrachement du clou*.

On connaît diverses autres balances électro-magnétiques; mais elles sont destinées à des expériences de laboratoire : telle est la balance que M. Helmholtz a employée pour déterminer les *moments magnétiques;* ou celle de M. Pellat qui permet d'évaluer en unités absolues l'intensité d'un courant à l'aide de poids; et celle de M. Angstrœm pour mesurer des champs magnétiques intenses.

3° *Balances d'induction* de M. Hughes. — Cet appareil est fondé d'abord sur la propriété que possède un courant électrique discontinu, traversant un circuit (fil, bobine, spirale plate), de déterminer dans un autre circuit voisin, mais sans communication avec le premier, des courants dits d'*induction* (V. ce mot au *Dictionnaire*). La balance d'induction imaginée par M. Hughes se compose essentiellement de deux paires de bobines entourant deux boîtes en carton, en bois ou en ébonite, cylindriques, verticales. Les deux bobines inférieures sont *inductives*, c'est-à-dire que les fils qui la composent sont traversés par le courant électrique employé. Ce courant est interrompu et rétabli automatiquement au moyen d'une roue dentée mue par un mouvement d'horlogerie, sur la jante de laquelle s'appuie un ressort conducteur du courant. Le mouvement est assez rapide pour produire un son. Les bobines supérieures reçoivent les courants induits qui sont transmis au fil d'un téléphone. Les courants dans les bobines inductrices étant de sens contraire (d'après l'enroulement des fils) les courants induits le sont aussi, par conséquent. Si l'égalité était parfaite de part et d'autre, le téléphone, sous l'action de courants induits contraires et égaux resterait silencieux. Mais comme cette égalité n'existe pas tout d'abord, en général, le téléphone laisse entendre un son. Pour l'annuler, on déplace légèrement, à l'aide d'une vis, l'une des bobines induites, jusqu'à ce qu'on obtienne le silence du téléphone. L'appareil est alors réglé. Chaque bobine a 5,5 centimètres de diamètre et porte 100 mètres de fil n° 32. Les deux bobines de chaque groupe sont à 5,5 centimètres l'une de l'autre, et afin que les bobines d'un groupe ne puissent réagir sur celles de l'autre, la distance qui sépare les deux boîtes est de 1 mètre.

Cette balance a permis à M. Hughes d'étudier l'influence des masses métalliques sur l'induction. L'expérience suivante donnera une idée de la sensibilité et de l'usage de l'instrument :

Dans un des godets en buis, dont chaque cylindre de carton est muni, on met une pièce de monnaie, de 20 francs par exemple. Le téléphone fait entendre un bruit très fort. Une pièce pareille mise dans l'autre godet ne fera pas, en général, taire le téléphone, pour peu que les pièces diffèrent de poids, de densité, de trempe, de température et même de position. De là une application à la reconnaissance des pièces de monnaies inexactes, ou contenant un alliage, etc.

La bobine d'induction accuse facilement les variations de magnétisme. Tous ces effets sont produits par des courants induits qui circulent dans les métaux, lors de l'expérience.

Pour la mesure des effets, M. Hughes emploie un appareil auxiliaire qu'il nomme *audiphone* ou *sonomètre*. Il se compose de trois bobines verticales, dont les deux extrêmes, fixées à un axe horizontal, sont inductrices et communiquent entre elles par les fils conducteurs enroulés en sens inverse. L'une porte 100 mètres de fil, l'autre 9 mètres. Entre ces deux bobines s'en trouve une troisième qui peut glisser sur l'axe de $0^m,25$ de longueur, c'est la bobine induite, rattachée à un téléphone, mais sans communication avec les deux autres bobines. Quand le courant interrompu traverse les bobines inégales, le téléphone laisse entendre un son. Mais à cause de l'inégalité d'action de ces bobines, on trouve, pour l'induite, une position dans laquelle le téléphone est silencieux; c'est le zéro de la règle graduée; il se trouve à 5 centimètres de la petite bobine et à 20 centimètres de la grande. En éloignant du zéro la bobine mobile le son reparaît avec une intensité qui est indiquée par la division à laquelle s'arrête la bobine.

Pour faire une expérience, on met, au moyen d'une clef, le sonomètre ou la balance, dans le circuit électrique; et l'on peut entendre ainsi le son de la balance ou celui du sonomètre. Avec un peu d'habitude, on réussit à trouver pour la bobine mobile une position pour laquelle ces deux sons deviennent égaux. C'est cette position qui détermine, sur la règle graduée, la division qui sert de mesure comparative. Mais comme la comparaison de deux sons successifs de hauteur différente présente une difficulté d'appréciation, M. Hughes a su ramener, par une disposition ingénieuse, l'opération à la réduction au silence du téléphone.

Indépendamment des applications que M. Hughes a faites de sa balance d'induction à l'*analyse physique* des alliages et à la détermination des coefficients d'induction spécifique de divers métaux et alliages, il en a réalisé d'autres également remarquables, par exemple, en employant son appareil à la recherche d'une balle dans le corps d'un blessé. Enfin la balance d'induction peut servir à l'observation de tous les changements moléculaires produits dans les métaux par diverses forces : chaleur, électricité, magnétisme, torsion, pression, etc.

4° Balances électriques diverses. La balance électrique de M. Snelgrove qui a figuré à l'Exposition universelle de 1889, est très ingénieusement conçue. Le fléau oscille autour du couteau entre deux contacts électriques et porte trois contrepoids. Lorsqu'on pose une charge sur le plateau de la bascule, le fléau se relève de l'autre côté et ferme le courant qui, par son électro-moteur, détermine le déplacement du premier contrepoids. Si celui-ci ne suffit pas, il va au bout de sa course butter contre un levier qui rompt le circuit et détermine la prise du deuxième contrepoids, puis du troisième s'il est nécessaire. Le cadran mis en mouvement indique le poids correspondant à la charge.

Quand on enlève celle-ci, le système reprend automatiquement sa position première et tout est prêt pour une nouvelle pesée. Chaque pesée, très exacte, ne dure guère, grâce au frein amortisseur, plus de dix secondes.

Cette bascule peut peser 20,000 kilogrammes à 2 kilogrammes près.

Balance électrique appliquée à l'industrie minière, par M. Pillet.

Dans l'exploitation des mines, on donne le nom de *balances* aux appareils couplés destinés à descendre ou à monter des charges. Ordinairement, ces appareils se composent de deux cages se déplaçant verticalement dans un puits et reliées entre elles par un câble roulant sur des galets. Le travail effectué par le véhicule descendant est utilisé, en tout ou partie, pour l'ascension du deuxième véhicule. Un moteur électrique (qui reçoit son action d'une machine située à l'usine), placé sur chacun des véhicules, prend son point d'appui sur la trajectoire, par frottement ou par crémaillère. La machine de l'usine n'a qu'à fournir la différence entre le travail total nécessaire pour la progression du véhicule le plus lourd et le travail récupéré. Ce système a l'avantage de se prêter à toutes les sinuosités d'un tracé et à toutes les déviations de déclivité d'un profil en long.

Balances dynamométriques ou freins. Outre les balances électriques, il est d'autres appareils où l'électricité n'intervient pas, mais qui servent à mesurer soit le travail total absorbé par une machine génératrice de courant électrique, soit le travail disponible produit par un moteur quelconque : telle est la *balance dynamométrique* de M. Raffard, laquelle est une modification avantageuse du dynamomètre de M. Carpentier, appareil qui lui-même est un perfectionnement du frein de Prony. C'est le frottement estimé au moyen d'une balance.

Balance enregistrante (évaporomètre). Outre la balance enregistrante de M. Rédier (V. *Dictionnaire,* ENREGISTREUR), on fait aussi usage, dans les observatoires et les stations agronomiques, de la balance enregistrante de MM. Richard frères, employée pour étudier la marche de l'évaporation de l'eau ou de certains végétaux, soit à l'air libre, soit dans des milieux divers.

A cet effet, sur l'un des plateaux de la balance (système Roberval), on met la cuve à eau ou la plante à observer et sur l'autre plateau une tare telle que la balance soit au bas de sa course au début de l'observation. A mesure que l'évaporation se produit, le poids diminue d'un côté, tandis qu'il reste constant de l'autre, la balance remonte et transmet, par une bielle, son mouvement graduel au stylet portant la plume encrée qui inscrit le diagramme, par le procédé ordinaire des enregistreurs Richard, c'est-à-dire sur une feuille de papier enroulée sur un cylindre tournant au moyen d'un mouvement d'horlogerie. La sensibilité de la balance peut être réglée au moyen d'un poids curseur qui élève ou abaisse le centre de gravité du système oscillant, selon la vitesse d'évaporation de la plante en expérience.

MM. Richard ont réalisé aussi une disposition hydrostatique ingénieuse, au moyen de laquelle on annule les effets du vent sur les oscillations de la balance. — C. D.

• **BALANCIER ANTI-MAGNÉTIQUE** *pour les montres et les chronomètres.* On sait que quand une personne s'approche d'une puissante machine dynamo-électrique, sa montre est ordinairement magnétisée ; ses pièces en acier, le balancier et son spiral sont aimantés, ce qui amène l'irrégularité dans la marche et même l'arrêt complet de la montre. Pour éviter cet inconvénient, les horlogers ont cherché à employer des métaux non magnétiques, mais suffisamment durs et inoxydables.

M. Paillard a composé divers alliages où le palladium et le cuivre entrent comme principaux éléments. Par exemple celui de 65 parties de palladium et de 20 parties de cuivre est susceptible d'être trempé ; il a, en outre, un faible coefficient de dilatation.

L'usine génevoise emploie pour former le balancier composé anti-magnétique, deux lames : l'une intérieure, formée en très grande partie de nickel, de chrome et de platine ; l'autre extérieure, composée de cuivre, zinc, argent, cadmium.

Les spiraux anti-magnétiques qui remplacent les spiraux en acier ont une composition plus complexe ; ils renferment surtout du palladium, de l'or, du cuivre, de l'argent, etc. — C. D.

BALLAST. *T. de trav. publ.* On désigne sous ce nom la couche de sable ou de pierre cassée qui supporte les traverses et les rails de chemins de fer, en un mot, la couche posée sur la plate-forme des terrassements qui constitue la voie.

Sur les lignes voisines des grands cours d'eau, on emploie comme ballast, le sable ou le gravier de préférence, si ces cours d'eau en contiennent en assez grande quantité et si l'extraction peut se faire facilement au moyen de dragues. Dans les autres endroits, on utilise les matériaux qui proviennent des tranchées ou des carrières voisines des lignes qu'on veut ballaster.

On débite les blocs extraits à des dimensions restreintes et on les soumet à un cassage. Ce cassage s'effectue tantôt à la main, tantôt au moyen de machines appelées *concasseurs.*

Le ballast étant destiné à supporter les traverses, il est nécessaire pour leur conservation qu'il soit exempt de terre et surtout de terres argileu-

ses ; la masse dans laquelle se trouvent renfermées les traverses ne doit pas laisser séjourner les eaux pluviales qui les détérioreraient rapidement. C'est pour ces motifs que les ingénieurs exigent que le cassage soit fait avec le plus grand soin et les prescriptions des devis qu'ils dressent sont généralement observées, car la solidité d'une voie dépend principalement de la qualité des matériaux employés, c'est-à-dire du ballast qui doit être cassé de telle façon que chaque morceau puisse passer en tout sens dans un anneau de 0m,06 de diamètre. Le ballast trop gros ne calerait pas suffisamment les traverses et pourrait produire des mouvements de la voie lors du passage des trains. Le ballast plus fin sert au bourrage des traverses et achève de leur donner la stabilité nécessaire.

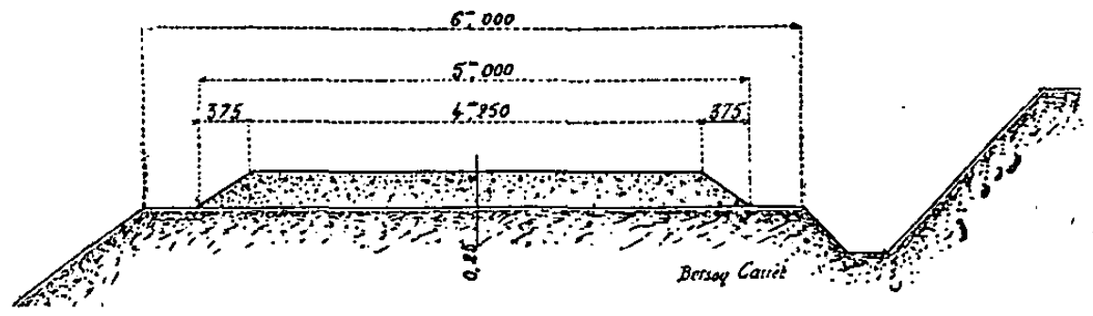


Fig. 144.

Le ballast en pierre cassée offre sur le ballast en sable des avantages réels ; il produit moins de poussière que le ballast en sable fin comme celui qui se trouve sur les lignes ferrées avoisinant la Loire. Pendant l'été, lors des fortes sécheresses, les trains express qui parcourent ces lignes produisent un déplacement d'air qui soulève le ballast en poussière impalpable qui incommode beaucoup les voyageurs. Cette poussière a encore un autre inconvénient : elle pénètre dans les cylindres des machines et les détériore rapidement.— L. D.

BALLASTAGE. Terme employé pour désigner l'opération qui consiste à transporter et à mettre en place sur les plates-formes des chemins de fer préparées à cet effet, le ballast dont nous avons donné plus haut la définition.

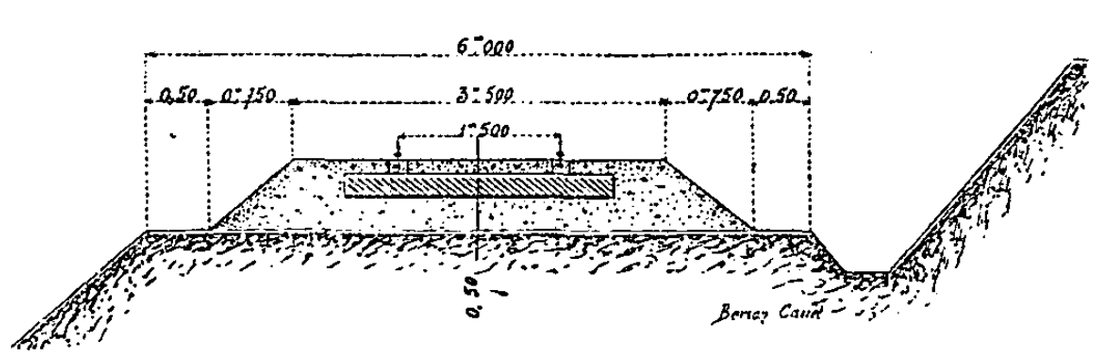


Fig. 145.

L'opération du ballastage se fait quelquefois en partie avant la pose des voies, mais elle est généralement liée avec la pose qui n'est qu'une conséquence directe du ballastage.

Lorsque le ballastage se fait avant la pose des voies, il consiste simplement à placer la première couche. Cette première couche n'a qu'une épaisseur de 0m,25 seulement ainsi que l'indique le dessin de la figure 144, qui s'applique à un chemin de fer à voie normale et à simple voie.

C'est sur cette première couche qu'on place ensuite les traverses destinées à supporter les rails.

Une seconde couche de 0m,25 est ensuite placée au dessus de la première et noie dans le massif ainsi porté à l'épaisseur de 0m,50 les traverses sur lesquelles viennent s'appuyer les coussinets qui supportent les rails ou simplement les rails si on pose la voie vignole qui repose directement sur les traverses.

Mais ce système de ballastage n'est généralement adopté que toutes les fois que le ballast se trouve à proximité des lieux d'emploi, dans les tranchées, par exemple, ou en cours d'exécution des travaux de terrassements, et qu'on a rencontré des matériaux propres à faire du ballast qu'on a eu, dans ce cas, le soin de mettre en dépôt et de faire casser à l'avance.

Le système le plus généralement employé consiste à extraire le ballast soit dans les rivières, soit dans les carrières les plus voisines et à l'amener en place au moyen de machines locomotives. A cet effet, on s'assure d'abord que la plate-forme des terrassements est convenablement préparée, et on pose directement la voie sur terre. On amène ensuite le ballast par trains de vagons et on le verse sur la plate-forme. Lorsqu'on en a répandu une couche suffisante, on procède à ce qu'on appelle le *relevage*. Ce relevage consiste à soulever, sans la déplacer et par parties, la voie posée avec ses traverses, de façon à laisser au-dessous de celles-ci l'épaisseur de ballast déjà indiquée de 0m,25. On achève ensuite de garnir la voie jusqu'à ce qu'on arrive à la couche normale de 0m,50 (fig. 145).

Ce profil indique les dispositions adoptées dans les lignes droites, mais il convient d'observer que dans les parties courbes, pour contrebalancer les effets de la force centrifuge, on est obligé de surexhausser le rail extérieur, et, dans ce cas, le profil se présente sous une autre forme. La traverse ne se trouve plus dans une position horizontale : elle est posée suivant une certaine inclinaison qui varie en raison de la courbe. La hauteur qu'il convient de donner au rail du côté extérieur se nomme *dévers*. Cette hauteur est déterminée au moyen de la formule $V=\sqrt{2gh}$ dans laquelle on introduit les éléments suivants : 1° la largeur de la voie ; 2° la vitesse qu'on veut obtenir. On admet généralement une vitesse de 60 kilomètres à l'heure, et la largeur de la voie étant de 1m,50, la formule du dévers étant réduite à sa plus simple expression, est $x=\frac{45}{R}$ dans la-

quelle x = le dévers qu'il s'agit de déterminer, et R le rayon de la courbe Cette formule appliquée à un rayon de 300 mètres donne lieu à un surhaussement dn rail extérieur de $0^m,15$. — L. D.

● * **BALLU** (THÉODORE). Architecte, élève d'Hippolyte Lebas, né à Paris, le 8 juin 1817 et mort le 21 juin 1885.

A la fin de ses études universitaires, Ballu entra à l'École des Beaux-Arts, où ses succès le firent bientôt remarquer; il obtint le premier grand prix d'architecture en 1840.

Après son séjour à Rome et en Grèce, il revint en France et fut attaché comme inspecteur aux travaux de l'église Sainte-Clotilde, dont l'achèvement lui fut confié lors de la mort de Gau. Il fut ensuite chargé de restaurer l'église Saint-Germain-l'Auxerrois et la tour Saint-Jacques-la-Boucherie.

En 1861, il posa la première pierre de l'église de la Trinité, dont la construction fut activement menée. Puis il construisit l'église Saint-Joseph, l'église d'Argenteuil, l'église Saint-Ambroise, etc. Mais le concours pour la construction de l'Hôtel-de-Ville de Paris plaça Ballu hors de pair. La reconstruction de cet édifice restera comme un des plus beaux travaux d'architecture du XIXe siècle; elle conservera pour la postérité le nom de Théodore Ballu et celui de son collaborateur M. Deperthes.

Ballu avait succédé, en 1872, à Vaudoyer comme membre de l'Institut. Il était aussi membre honoraire de l'Académie des Beaux-Arts de Vienne.

Depuis longtemps il portait le titre d'inspecteur général honoraire des travaux diocésains et de membre du Conseil supérieur des Beaux-Arts. Il est mort commandeur de la Légion d'honneur. — F. M.

BANC-A-BROCHES. *T. de filat.* Le banc-à-broches est l'une des machines de préparation les plus curieuses et en même temps les plus compliquées de la filature du coton, de celle du lin, du jute, de la ramie et des textiles similaires. Comme les machines qui l'ont précédé dans le travail du textile soumis à son action, il continue l'étirage au moyen des fournisseurs et étireurs dont il est muni, mais il s'en distingue principalement en ce qu'il commence la torsion et l'envidage. La torsion se fait au moyen de la *broche*, l'envidage a lieu sur une *bobine*. Nous décrirons plus loin ces appareils.

Avant de parler du banc-à-broches proprement dit, nous allons indiquer quels sont les mouvements qu'il est appelé à produire.

L'*envidage* est déterminé par l'ailette qui circule autour de la bobine. La cordelette du textile, en termes propres, la *mèche* de la préparation est enroulée en spirales sur le fût de cette bobine depuis le haut jusqu'en bas et en couches successives; elle est livrée par l'étireur avec une vitesse invariable, de telle sorte qu'il y a toujours une même longueur à envider dans un même temps donné. Mais il est nécessaire, pour que la longueur enroulée par cette ailette ne soit pas supérieure à la longueur fournie par l'étireur, en d'autres termes, pour que l'envidage ne soit pas supérieur à la production, que la bobine soit en en même temps que la broche animée d'un mouvement de rotation. Cette rotation doit être plus lente évidemment que celle de l'ailette, et la différence des mouvements de l'un et de l'autre organe doit être égale au nombre de tours nécessaires pour l'envidage. Rendons ceci sensible par des chiffres.

Supposons, par exemple, que le fût de la bobine soit de 80 millimètres et que le débit de l'étireur soit par minute de 15 mètres; l'ailette devra, dans ce cas, pour effectuer complètement l'envidage, faire autant de fois le tour de la bobine que 80 sera contenu dans 15,000, c'est-à-dire 187 fois. Mais le nombre de tours de l'ailette étant plus grand que le nombre exigé, soit de 400 tours par exemple, la différence de 400 à 187, c'est-à-dire 213, devra être compensé par le nombre de tours de la bobine.

L'envidage de la mèche comprend deux mouvements, l'un qui permet de contourner le fil en anneaux et que l'on peut appeler *mouvement rotatif*, l'autre qui dépose successivement les anneaux par couches ascendantes et descendantes et que nous appellerons *mouvement translatif*. Chacun d'eux est soumis aux deux lois suivantes dans les bancs-à-broches : 1° Le mouvement rotatif varie en raison inverse de la circonférence d'enroulement; c'est-à-dire que quand le diamètre d'enroulement d'une couche augmente du double, la vitesse d'envidage est diminuée de moitié ; 2° le mouvement translatif est inversement proportionnel au diamètre d'envidage.

Ces deux lois sont très logiques ; car si la longueur fournie par l'étireur est constante, la vitesse de rotation pour un envidage exact doit changer avec le diamètre d'enroulement, et comme le diamètre augmente, cette vitesse doit diminuer et varier en raison inverse du diamètre d'enroulement (pour chaque couche, ce diamètre varie toujours suivant une progression arithmétique dont la raison est le double du diamètre du fil). La seconde loi, nécessitée de même par la variation dans le diamètre des couches successives à engendrer, est naturellement identique à la première. L'une règle l'uniformité de tension, l'autre la répartition homogène de la mèche.

Comme corollaire des lois de l'envidage on peut déduire : que les spires de chaque couche doivent être exactement juxtaposées et se toucher en formant une hélice aussi peu inclinée que possible, d'un pas égal à l'épaisseur du fil. Car, de deux couches superposées, si, d'après la première loi, le mouvement de rotation est deux fois plus lent à la seconde couche qu'à la première, le déplacement rectiligne d'après la seconde loi s'opère de son côté deux fois plus lentement. La mèche enroulée aura donc dû, pour un tour complet, parcourir la même hauteur dans un sens que dans l'autre.

Il semble que, pour l'observation automatique de ces lois, une série de mécanismes complexes soit nécessaire. Cependant, en les examinant attentivement, il est facile de voir que, sauf la na-

ture des mouvements, elles sont complètemen identiques. D'où il suit que l'on peut se contenter d'un seul système de variation, pourvu que l'on emploie deux transmissions différentes, l'une transformant un mouvement de rotation continu, l'autre transformant le mouvement rotatif en un mouvement de translation rectiligne.

Les *appareils de variation* employés par les constructeurs dans les bancs-à-broches comportent sept genres qui sont : 1° un cône droit sur lequel se déploie une courroie munie d'un tendeur ; 2° un système de deux cônes hyperboliques sur lesquels se déplace une courroie sans tendeur ; 3° un galet se déplaçant sur un cône animé d'un mouvement rotatif ; 4° une échelle de pignons superposés les uns aux autres, avec lesquels engrène successivement une roue droite à chaque course du chariot ; 5° un galet se déplaçant entre deux cônes ; 6° un système de deux plateaux de friction, dont l'un tourne entraîné par l'autre ; 7° une poulie extenseur augmentant graduellement de diamètre.

L'un ou l'autre de ces appareils agit, non pas sur la vitesse de la broche ou de la bobine, mais sur la vitesse d'envidage qui n'est autre que la différence des deux rotations. Le mouvement de rotation total est produit par un mécanisme à *roue différentielle* qui donne son nom au métier, et qui communique d'une part la vitesse de rotation commune aux deux organes produisant la torsion de la mèche, d'autre part la vitesse d'envidage fournie par l'un des appareils de variation.

Ceci bien établi, voyons ce qui se passe pendant qu'une mèche de textile est enroulée sur sa bobine par l'ailette. Nous avons admis comme vitesse des broches 400 révolutions par minute et pour longueur de ruban produite dans le même temps 15 mètres ; ce sont là des quantités constantes ; nous avons admis également comme circonférence du fût de la bobine 80 millimètres, et, dans cette hypothèse, nous avons trouvé que l'excédent de la vitesse des broches sur celle des bobines devait être de 187 révolutions par minute. Mais la circonférence du fût augmente à mesure que les couches de préparation s'y déposent et de là résulte un changement dans le rapport. Supposons qu'après le dépôt de plusieurs couches la circonférence du fût soit de 160 millimètres, c'est-à-dire double de ce qu'elle était d'abord ; dès lors, l'excédant de la vitesse des broches sur celle des bobines devra être diminuée de moitié, au lieu de 187 tours, il ne devra plus être que de 93,5. Or, la vitesse des broches étant demeurée la même, c'est celle des bobines qui aura dû augmenter, de manière à rétablir le rapport. Cette vitesse étant précédemment de $400 - 187 = 213$, elle devra être maintenant de $400 - 93{,}5 = 306{,}5$.

Or, dans ce système, non seulement le mouvement des bobines doit être réglé en conséquence des rapports actuels, mais encore il doit changer avec les progrès de l'envidage ; de telle sorte que l'excédant de la vitesse des broches sur celle des bobines augmente en raison de l'augmentation du diamètre ou de la circonférence des fûts. En d'autres termes, la différence de la vitesse des broches à celle des bobines doit être en raison inverse du diamètre du fût.

Il y a à ce sujet plusieurs remarques importantes à faire.

On voit d'abord que pour régler les mouvements dans les différentes phases du travail, il ne faut pas faire porter le calcul sur la vitesse absolue des bobines, mais sur la différence de cette vitesse avec celle des broches. C'est en effet cette différence seule qu'il faut considérer, puisque c'est elle qui doit être en rapport inverse avec le diamètre du fût. Quant à la vitesse absolue, elle ne suit aucune proportion. Il suit de là que l'agent mécanique au moyen duquel on opère les variations de mouvement (et parmi tous les systèmes employés que nous avons mentionnés plus haut, nous prendrons comme type celui des deux cônes hyperboliques), ne doit pas avoir une action directe sur la vitesse des bobines, mais sur la différence : autrement il serait impossible d'y établir une progression. Dès lors aussi, il doit y avoir un organe distinct qui produise la différence, et c'est sur cet organe que le système des cônes doit agir. Tout cela constitue un problème qui, au premier abord, paraît insoluble : on verra pourtant que la difficulté a été heureusement vaincue.

En second lieu, quoique la progression à établir doive être régulière, elle ne doit cependant pas être continue. En effet, le diamètre du fût n'augmente pas sans cesse, mais seulement lorsqu'une couche de préparation est entièrement formée et qu'une nouvelle couche commence, c'est-à-dire lorsque le chariot est arrivé à l'extrémité de sa course dans le haut ou dans le bas. Pendant toute la durée de l'ascension ou de la descente du chariot, le diamètre du fût est le même. Il suit de là qu'au lieu d'une progression continue de mouvement, il faut des changements brusques opérés à chaque renouvellement des couches. De plus, comme ces changements doivent s'effectuer chaque fois que le chariot arrive à l'une des extrémités de sa course, c'est du chariot même qu'ils doivent dépendre. Ainsi, dans le cas présent, les variations dans la vitesse étant produites par le déplacement de la courroie, qui agit sur un diamètre plus ou moins grand, suivant la place qu'elle occupe sur les cônes, il faut que ce déplacement soit produit, non pas d'une manière continue, mais brusquement et à intervalles réguliers, et en outre qu'il soit produit par l'action même du chariot arrivé à l'extrémité de sa course dans le haut ou dans le bas.

Mais quoique le chariot règle pour ainsi dire la vitesse des cônes, il ne doit pas avoir lui-même une vitesse constante. Les couches de préparation sur le fût de la bobine se forment en effet plus lentement, à mesure que le diamètre augmente, puisqu'elles se composent toujours d'un égal nombre d'anneaux et que ces anneaux ont un développement plus grand. Il faut donc que le mouvement du chariot soit ralenti en conséquence. Dès lors, la dépendance des cônes et du chariot doit être réciproque. Ce dernier, chaque

fois qu'il arrive à l'extrémité de sa course, diminue la vitesse des cônes en déplaçant la courroie, et comme il est indirectement commandé par l'une des roues, il subit l'influence du changement qu'il a produit.

En somme, d'après ce que nous venons de voir, le mécanisme du banc-à-broches à mouvement différentiel, qui présente beaucoup de complications à première vue, devient beaucoup plus simple quand on remonte à l'origine des effets produits. Il nous reste à expliquer l'enchaînement et l'usage des diverses pièces du métier.

Broches et bobines. La *broche*, dont la fonction est d'imprimer à la mèche de textile la torsion nécessaire, se compose, on le sait, d'une tige cylindrique en fer ou en acier, disposée verticalement et tournant rapidement dans une crapaudine et un collet. Comme les broches sont en assez grand nombre et qu'en raison de la matière qui les alimente, elles ont une assez grande largeur, il est nécessaire, malgré leur peu de poids individuel, de donner à leur pivot une forme conique qui est celle avec laquelle on obtient le moindre frottement. Ordinairement, elles sont réduites de diamètre à leur extrémité et la crapaudine dans laquelle tourne leur pointe est en bronze, tournée à sa partie supérieure pour recevoir l'huile et ajustée dans une traverse en fonte qui fait partie du bâti.

A son extrémité supérieure, la broche est aussi légèrement conique et s'engage dans la tête de l'*ailette*. Celle-ci, portant une goupille ou un prisonnier qui la rend solidaire du mouvement de rotation de la broche, est formée par deux branches creuses en fer ou en fonte malléable qui, partant horizontalement de la tête, se recourbent parallèlement à l'axe qui les porte ; sa forme rappelle celle d'un fer à cheval. La mèche, venant des cylindres étireurs, pénètre dans un trou percé verticalement au sommet de la tête de l'ailette, suivant l'axe de la broche, en ressort latéralement pour suivre l'une des branches creuses, d'où elle se rend à la bobine en traversant un petit crochet dit *queue de cochon*, en raison de sa forme. Une seule des branches de l'ailette est employée ; l'autre, que l'on fait quelquefois pleine, mais plus souvent identique à la première, est destinée à l'équilibrer aussi parfaitement que possible.

La *bobine* est placée sur l'axe de la broche. Elle se compose d'un tuyau cylindrique (fût ou fusée) en bois, dont le diamètre est un peu supérieur à celui de la broche, muni à ses extrémités de « plateaux » ou « cibles, » également en bois, destinées à maintenir les tours de mèche enroulés. Les bobines ont trois mouvements, car en même temps qu'elles tournent indépendamment des mouvements des broches, elles peuvent aussi monter et descendre sur toute la longueur de l'axe qui les soutient. Leurs dimensions varient avec les numéros de fils à produire. Il y a toujours dans les bancs-à-broches deux rangées distinctes de broches et de bobines.

Mouvement des broches, des bobines et du chariot. L'étirage, qui constitue la première partie du banc-à-broches, se compose de cylindres étireurs E (fig. 146) commandés par l'arbre moteur au moyen des roues *a* et *b* reliées l'une à l'autre par des intermédiaires. Les étireurs actionnent à leur tour par la roue *b'*, des intermédiaires et la roue *c*, l'arbre M commandant, d'une part, les vis par des roues coniques, et d'autre part les fournisseurs F par les roues *d*, *e*, *é*, et *f*. On voit que la disposition est identique à celle des bancs d'étirage, les roues *a* et *c* étant les pignons de rechange pour la vitesse et l'étirage.

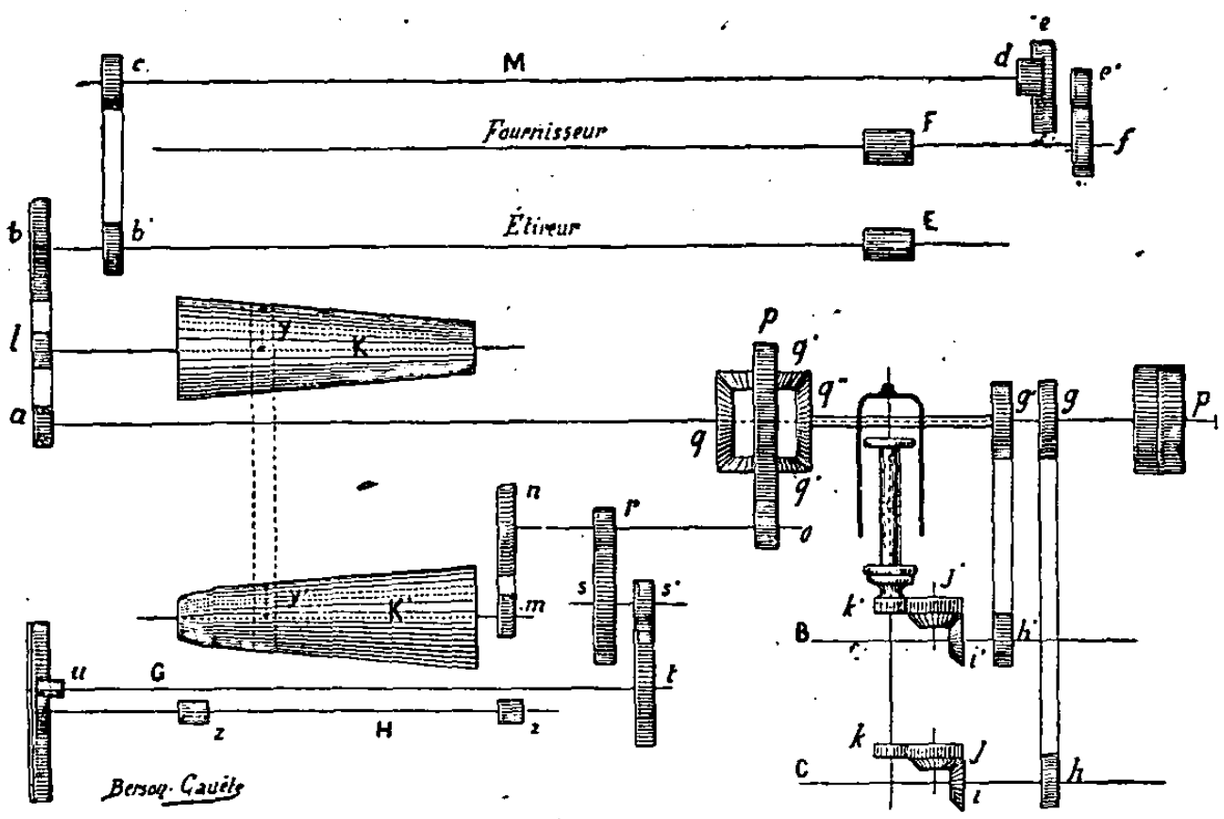


Fig. 146. — *Disposition générale des organes de mouvement dans le banc-à-broches.*

Les broches reçoivent leur mouvement de rotation de l'arbre moteur par les roues *g* et *h* reliées par des intermédiaires ; l'arbre *c* sur lequel est calée la roue *h* règne sur toute la longueur de la machine et porte autant de roues coniques *i* qu'il y a de paires de broches ; chacune de ces roues *i*, commande, par un intermédiaire *j*, deux roues *k* fixées sur chaque broche. Les broches, comme nous l'avons dit, sont fixées sur deux rangées parallèles, afin de diminuer la longueur de la machine. Tout l'ensemble de l'arbre *c* et des roues *i*, *j*, *k* est renfermé dans la traverse fixe inférieure de la machine, qui forme une sorte de boîte complètement fermée pour le mettre à l'abri des poussières.

Les crapaudines des broches sont fixées à cette traverse et les collets qui les maintiennent vers le milieu de leur hauteur sont adaptés à une seconde traverse semblable, mais mobile verticalement, qui constitue le *chariot*, au moyen duquel

sont produits les mouvements propres des bobines. Leur mouvement de rotation est donné par un arbre B commandant, par les roues *i* et *j*, des pignons *k'*, fous sur les broches, mais portant de petits plateaux ou esquifs, munis d'ergots, sur lesquels reposent les cibles inférieures des bobines, retenues par ces ergots. Les bobines tournent, par conséquent, avec la même vitesse que les pignons *k*, autour de l'axe des broches.

L'arbre B porte une roue *h'* reliée à la roue *g'* du mouvement différentiel par les intermédiaires *m* et *n* (fig. 147), disposés de manière à ce que la liaison ait lieu, quelle que soit la position de la roue *n* entraînée par le chariot; pour cela, les tourillons des roues *m'* et *n'* sont fixés à un levier *pq* autour de l'axe *c*; la roue *n'* est maintenue en prise avec la roue *g'* par une petite bielle *r*; tout le système forme ainsi une genouillère articulée au point *q* et qui peut prendre toutes les positions sans que les roues cessent d'engrener. Les filateurs désignent la roue *n'* du nom de *roue radiale*.

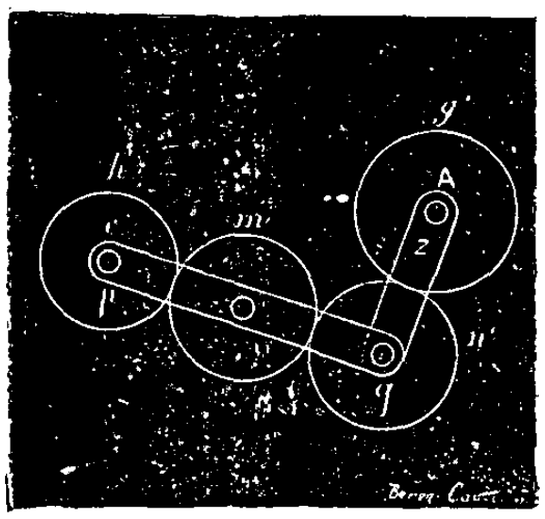


Fig. 147. — *Genouillère du chariot.*

Le mouvement de translation des bobines résulte du mouvement du chariot qui porte, de distance en distance, des crémaillères verticales, lesquelles engrènent avec des pignons *r*, portés par un arbre horizontal H, régnant sur toute la longueur de la machine.

Cet arbre H est commandé par le cône inférieur au moyen des roues *m*, *n*, *r*, *s*, *s'*, *t* et d'un système de roues spéciales *u*, *x*, connu sous le nom de *lanterne* et destiné à produire alternativement dans un sens et dans l'autre, le mouvement de rotation de l'arbre H. On obtient ainsi le mouvement de monte et baisse du chariot qui, pour que les efforts ne soient pas trop grands, est équilibré par des contrepoids suspendus à des chaînes.

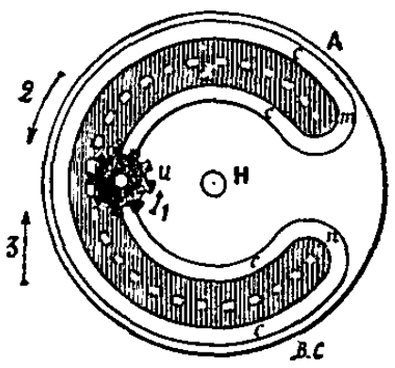


Fig. 148. — *Lanterne pour le mouvement du chariot.*

La lanterne dont nous parlons se compose d'un plateau A (fig. 148) calé sur l'arbre H, et portant une denture *x*, formée de fuseaux, mais entrecoupée de *m* et *n*. Un petit pignon *u* est porté par un arbre G, guidé de manière à pouvoir se déplacer pour permettre au pignon de se trouver soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de la denture *x*. Une rainure *c*, pratiquée dans le plateau, maintient l'extrémité de l'arbre G pour obliger le pignon *u* à rester toujours en prise avec les dents.

Mouvement de la roue différentielle. Enfin, la vitesse variable étant produite par les moyens que nous venons d'indiquer, il s'agit encore de l'ajouter à une vitesse constante ou de l'en retrancher. On emploie pour elle l'appareil connu sous le nom d'*organe différentiel* ou même *mouvement différentiel p, q, q', q''* (fig. 146) (car on prend souvent dans l'expression l'effet pour la cause) et dont le mécanisme a été expliqué d'une façon suffisante au mot DIFFÉRENTIEL, II. — A. R.

BANDAGE. *T. de chem. de fer.* Anneau en fer ou en acier qui entoure les roues des véhicules, et sur lequel se reporte l'usure résultant du frottement contre la voie.

Les roues des véhicules circulant sur les chaussées ordinaires sont garnies d'une simple bande de fer plat cintrée, et rivée sur la jante; actuellement, cette bande est toujours prise d'un seul morceau, tandis que, il y a un demi-siècle seulement, la charronnerie n'avait pas de bandes assez longues et elle était obligée de former les bandages des roues d'un certain nombre de barres rapportées bout à bout.

Les bandages des roues de chemins de fer sont formés d'un anneau préparé à l'avance par laminage, qui se pose à chaud et se maintient sur la roue principalement par le serrage résultant du refroidissement. Cet anneau présente une section assez importante avec une épaisseur de plusieurs centimètres, de manière à diminuer le nombre des remplacements dus à l'usure. La surface de roulement présente un tracé spécial, avec une pente de 1/10e à 1/20e vers l'intérieur, étudié de manière à combattre les déviations latérales que prendrait autrement la roue en marche. Un moutonnet ou boudin intérieur empêche enfin ces déviations en venant porter au besoin contre le champignon du rail, et il assure la direction dans les parties de voie en courbe.

Nous avons donné d'ailleurs à l'article BANDAGE, dans le *Dictionnaire*, le tracé habituel de cette pièce.

Le mode de fixation des bandages sur les roues est une des questions qui préoccupent le plus les ingénieurs du matériel roulant, car elle n'est pas encore résolue d'une manière satisfaisante. Il faudrait, en effet, assurer entre le bandage et la roue une solidarité suffisante, pour retenir les morceaux lorsque le bandage vient à se casser, et prévenir des projections qui pourraient entraîner un déraillement ou un accident dangereux.

On se contentait, à l'origine, de rivets ou de vis pénétrant en différents points du bandage. Les rivets employés avec les anciens bandages en fer traversaient la section dans toute son épaisseur, mais on a dû y renoncer avec les bandages en acier, car les trous formaient des amorces de rupture. Les vis longues qui ont remplacé les rivets ne sont pas exemptes de cet inconvénient, et on a dû chercher, surtout pour les voitures de trains rapides, un mode d'attache réalisant une liaison continue. On a essayé à cet effet de couler du

métal fusible dans une rainure en double queue d'aronde, pénétrant à la fois dans la jante et le bordage. C'est le procédé connu sous le nom de « Cazelowski », qui a été peu appliqué en France.

On préfère chez nous l'attache obtenue avec des agrafes latérales qui présentent des tenons circulaires pénétrant dans deux rainures ménagées, l'une sur le bandage et l'autre sur la jante.

Il faut dire d'ailleurs que l'imagination des inventeurs s'est exercée sur cette question, mais aucun des nombreux procédés d'attache imaginés jusqu'à présent ne paraît complètement bon.

Les bandages sont préparés aujourd'hui presque exclusivement en métal fondu, qui étant plus résistant et d'une homogénéité parfaite a remplacé le fer soudé dans cette application.

Ces bandages sont obtenus d'une seule pièce, sans soudure, en débouchant un lingot d'acier. Celui-ci est ensuite bigorné au pilon, puis laminé entre deux galets qui l'amènent au diamètre demandé, en réglant l'épaisseur de la section.

La plupart des cahiers des charges exigent que le bandage sortant encore chaud du laminoir soit refroidi à l'abri de l'air dans un four chauffé à cet effet, et subisse, ce qu'on appelle assez improprement, un recuit; cette opération paraît nécessaire, en effet, pour éviter dans le métal toute tension intérieure, susceptible de déterminer une rupture.

Les bandages sont soumis à des épreuves de recette qui comportent généralement des essais au choc, pratiqués sur une pièce choisie au hasard dans un lot déterminé; on opère ensuite des essais à la traction sur des éprouvettes détachées dans le bandage ainsi brisé. Les conditions imposées varient suivant les Compagnies de chemins de fer, mais on peut admettre que la résistance demandée varie, en général, de 45 à 50 kilogrammes par millimètre carré, et de 15 à 20 0/0 sur une longueur utile de 200 millimètres.

Pour les bandages de machines qui sont soumis à une fatigue exceptionnelle, la plupart des Compagnies emploient des aciers supérieurs susceptibles de présenter une résistance de 65 à 70 kilogrammes, avec un allongement de 10 à 15 0/0. Ces bandages doivent supporter également des essais au choc, comportant 4 à 6 coups du mouton de 1,000 kilogrammes, tombant de 10 mètres.

Mentionnons en terminant un essai spécial pratiqué par certaines Compagnies sur les bandages déjà mis en place, en vue de déceler les criques qu'ils peuvent présenter. On frappe, à cet effet, plusieurs coups (4 au moins), du marteau à devant de 8 kilogrammes sur le bandage, afin de déterminer la rupture avant la mise en service s'il présente quelque fissure intérieure, résultant d'un défaut ou d'un serrage exagéré.

Les Compagnies de l'Ouest et du Nord ont même disposé une machine spéciale à cet effet qui frappe un certain nombre de coups du marteau de 8 kilogrammes, soit généralement 8 sur les deux bandages d'une paire de roues montées pendant qu'on fait tourner l'essieu sur lui-même pour assurer la répartition uniforme des coups. Cette épreuve n'est pas trop rigoureuse et elle donne des résultats satisfaisants, car on observe sur les roues qui l'ont subie une diminution très sensible dans le nombre des ruptures en service.

On trouvera des renseignements intéressants tant à ce sujet que sur les divers modes de fixation de bandages dans la *Revue générale des Chemins de fer*, notamment dans les numéros de mai 1880 et mars 1881. — B.

BARAQUEMENT. Les conditions défectueuses, au point de vue de l'hygiène dans lesquelles se trouvent les malades dans les hôpitaux massifs, la difficulté de pratiquer dans ceux-ci l'isolement et la désinfection, ont engagé les hygiénistes à substituer aux grands hôpitaux les constructions légères telles que les baraques et les tentes. Ce fut la nécessité qui, aux armées, força de recourir à de pareilles installations; les résultats satisfaisants qu'on en obtint devaient amener à ne pas restreindre ce mode d'hospitalisation aux armées en campagne et à l'appliquer aux malades civils aussi bien qu'aux militaires.

— Les hôpitaux-baraques ne sont pas du reste d'origine aussi récente qu'on pourrait le croire. M. Boisseau, dans son remarquable article « Hôpitaux » du *Dictionnaire encyctopédique des sciences médicales* nous apprend, en effet, que déjà, en 1629, alors que la peste désolait Montpellier, François Rauchin, qui était non seulement chancelier de la Faculté, mais encore premier consul de la ville, fit avec succès l'expérience des baraques en bois.

Pendant la guerre de Crimée, les baraques furent largement utilisées pour remplacer les hôpitaux permanents, et l'on sait quels heureux résultats donna cette substitution.

Les Américains profitant de l'expérience acquise élevèrent pendant la guerre de Sécession de nombreux hôpitaux baraqués et, grâce aux excellentes dispositions qu'ils adoptèrent, au confort qu'ils purent accorder à leurs malades et aux blessés, la mortalité ne dépassa jamais 8 0/0 sous ces abris. Ce fut seulement, en 1868, que l'on installa dans le but de faire une étude comparative, à l'hôpital de la Charité de Berlin et à l'hôpital Augusta, une vaste baraque en bois destinée à recevoir les malades d'une façon permanente.

En 1869, l'administration de l'Assistance publique fit élever dans le jardin de l'hôpital Saint-Louis un petit hôpital-baraque destiné à huit ou dix malades et deux baraques d'isolement logeant chacune deux lits, l'un pour le malade qu'il s'agit de veiller ou d'isoler, l'autre pour un convalescent. Au préalable, le sol naturel avait été enlevé et la terre végétale remplacée par des graviers et des débris de mâchefer; le plancher de sapin rainé reposait solidement sur de nombreux piquets enfouis en terre; un vide de 25 à 30 centimètres avait été ménagé entre le sol et le plancher. Les parois latérales étaient formées d'une cloison simple en planches, s'élevant à une hauteur de 3 mètres environ; au-dessus, cette cloison était remplacée par des châssis vitrés, basculant sur leur centre, de manière à permettre une très large aération au-dessus du niveau des lits et de la tête des malades. Le toit était constitué par une double paroi, l'inférieure formée par des planches de sapin rainées, la supérieure par une toile à voile imperméable. Entre les deux existait un espace libre d'au moins 10 centimètres dans lequel l'air pouvait librement circuler. Dans son milieu et sur toute sa longueur, ce toit présentait un vide qui était comblé par un faux petit toit qui se prolongeait en recouvrement au-dessus du grand, en laissant toutefois une ouverture de 50 centimètres. La grande baraque à dix lits mesurait 12 mètres sur 7m,50 et fournissait par con-

séquent 9 mètres carrés à chaque malade. Les petits bâtiments d'isolement avaient 3 mètres sur 5 mètres et étaient distants l'un de l'autre par 16 mètres. Au devant de ces petites baraques existaient des galeries ou vérandahs constituées par des *toiles mobiles tendues* sur châssis de bois (Husson, *Sur les tentes et baraques appliquées au traitement des blessés; Bulletin de l'Académie de médecine*, 1869).

C'est à Leipzig, en 1871, que fut construit le premier hôpital baraqué permanent destiné à remplacer un hôpital massif. La façade de cet hôpital est formée par un bâtiment en pierres, réservé aux divers services accessoires et aux malades payants. A cet édifice se joignent du côté est, dans un vaste demi-cercle, les constructions auxquelles on a imposé la dénomination de *baraques*, bien que leurs parois soient fort solides; des hôpitaux-baraques américains, on n'a conservé ici que la forme spéciale du toit et des piliers de fondements. De l'angle sud-est du bâtiment principal, un chemin large de 3 mètres 1/2 conduit au midi dans deux baraques, à l'est dans six baraques placées les unes en arrière des autres, pendant que quatre pavillons appelés d'« isolement » se trouvent à une grande distance aux limites est et au nord du terrain. Chaque baraque est séparée de celle qui en est le plus rapprochée par une pelouse large de 17 mètres et un parc occupant l'espace compris entre la totalité des pavillons est ouvert aux convalescents. Chaque baraque forme une salle longue de 34 mètres sur 9 de large; à la paroi, sa hauteur est de $4^{m},25$; au centre, jusqu'au faîte du toit, elle est de 6 mètres. Le plancher repose sur un soubassement de pierres de taille, haut de $2^{m},50$, entre les piliers duquel l'air peut librement circuler à travers un grillage et se rendre dans les poêles par leur partie inférieure: ce plancher est solide et renferme, dans un espace ménagé entre les deux couches supérieures des planches, de la cendre de coke, dans le but d'amortir le bruit des pas. Treize fenêtres placées le long des faces latérales laissent largement pénétrer la lumière. Chaque pavillon, enfin, est pourvu d'une véranda située du côté du parc (Boisseau, *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*).

Depuis quelques années, le nombre des modèles de tentes et baraques s'est sensiblement accru et, au concours d'Anvers, en 1885, il n'a pas été présenté moins de soixante types d'ambulances démontables et transportables, pouvant être utilisées aussi bien comme hôpital provisoire en cas d'épidémie que comme ambulance mobile en temps de guerre. Le fer ou le bois ont été presque exclusivement employé pour l'ossature, mais des matières très variées ont été employées pour constituer les parois et la toiture; on s'est tour à tour servi du bois, de la tôle, du linoléum, de liège, de papier goudronné, de toile à voile, etc., etc. Le plus souvent ces constructions légères sont à doubles parois, présentant un écartement suffisant pour constituer un matelas d'air laissé vide ou rempli d'une substance isolante, susceptible de prémunir contre les influences extérieures, et ces deux parois dans plusieurs modèles sont formées de matériaux différents. La forme rectangulaire est dans les divers modèles de beaucoup prédominante, mais Tollet a conservé pour ses ambulances la forme ogivale.

Un certain nombre de baraques transportables et démontables destinées à l'hospitalisation temporaire des malades et des blessés figuraient à l'Exposition de 1889 (classe LXIV). Nous en trouvons une description sommaire dans la *Revue d'hygiène et de police sanitaire* (juillet 1889), à laquelle nous empruntons les détails qui suivent :

On remarquait d'abord la baraque du capitaine du génie Espitalier. Elle est en carton-pâte à double enveloppe, et se prête à des constructions aussi étendues que l'on veut par la juxtaposition d'un nombre indéfini de travées.

La baraque mobile du Dr Olive se compose d'une charpente très légère et de panneaux formés d'un treillis de fil de fer servant de support à une plaque de gélatine durcie au bichromate de potasse.

Dans l'exposition de la *Société de secours aux blessés* figurait la baraque Dœcker qui, depuis plusieurs années déjà, est utilisée en Danemark comme hôpital provisoire, comme baraque pour les contagieux; à Berlin on l'a mise à l'essai à l'hôpital Augusta et à l'hôpital militaire du Tempelhof. Depuis deux ans quelques-unes de ces baraques ont été aussi installées à l'hôpital d'Anvers, comme chambres d'isolement pour les contagieux. La baraque Dœcker est isolée du sol, soit par une charpente, soit par un bâti en brique; en général, la hauteur au-dessus du sol est de $0^{m},30$. Pour des constructions à longue durée on recouvre le sol d'une couche de briques ou de béton. Le nettoyage peut être fait complètement, grâce à un plancher démontable. La charpente de la baraque est en bois ou en fer; les panneaux sont à charnières, à la manière d'un paravent et s'appliquant aisément; ils sont à double paroi avec couche d'air interposée; la paroi extérieure en jute et cuir, est vernie et peut se laver facilement. L'aération est assurée par une conduite sous le plancher, par des fenêtres opposées, par des portes et par des jalousies en verre sur les deux pignons; on peut aussi, par une disposition spéciale, rendre une des longues parois mobiles autour d'uu axe horizontal et l'arranger en forme de véranda.

Les constructions sont légères, faciles à monter et à démonter; pour certains modèles, le montage demande quatre ouvriers et six heures de travail. Elles conviennent très bien pour pavillons d'isolement, pour hôpitaux temporaires, hôpitaux improvisés en cas d'épidémie et pour hôpitaux d'isolement permanents.

On remarquait également dans l'exposition de la *Société de secours aux blessés* une baraque improvisée, avec une charpente des plus sommaire et de la paille clouée sur lattes et recouverte d'une couche de plâtre.

La maison Charlton Humphreys est également une baraque d'isolement. Elle a une paroi externe en tôle ondulée, une paroi interne en boiserie peinte et vernissée; entre les deux se trouve une couche isolante de feutre. Le plancher est posé sur solives. Elle peut être démontée et remontée faci-

lement par des ouvriers ordinaires ne possédant aucune connaissance spéciale.

Pour terminer, il nous reste à citer le baraquement hospitalier de l'*Union des femmes de France*, un des plus importants et des mieux conditionnés qui figuraient à l'Exposition. Ce pavillon, qui est en bois est dû à M. Périssé. Hygiènique autant qu'économique, démontable, de construction facile et rapide, il répond à toutes les exigences (V. Hôpital). Ce pavillon a été prêté par l'*Union* à l'Œuvre des enfants tuberculeux et constitue aujourd'hui un des pavillons de l'hôpital d'Ormesson. — Dr E. N.

BARATTE. 1re catégorie. Barattes formées d'un récipient fixe dans lequel fonctionne un agitateur de forme quelconque ; 2e catégorie. Barattes dont le récipient qui reçoit la crème ou le lait est animé d'un mouvement quelconque.

1re Catégorie. Parmi les machines industrielles en usage aujourd'hui, citons les modèles suivants:

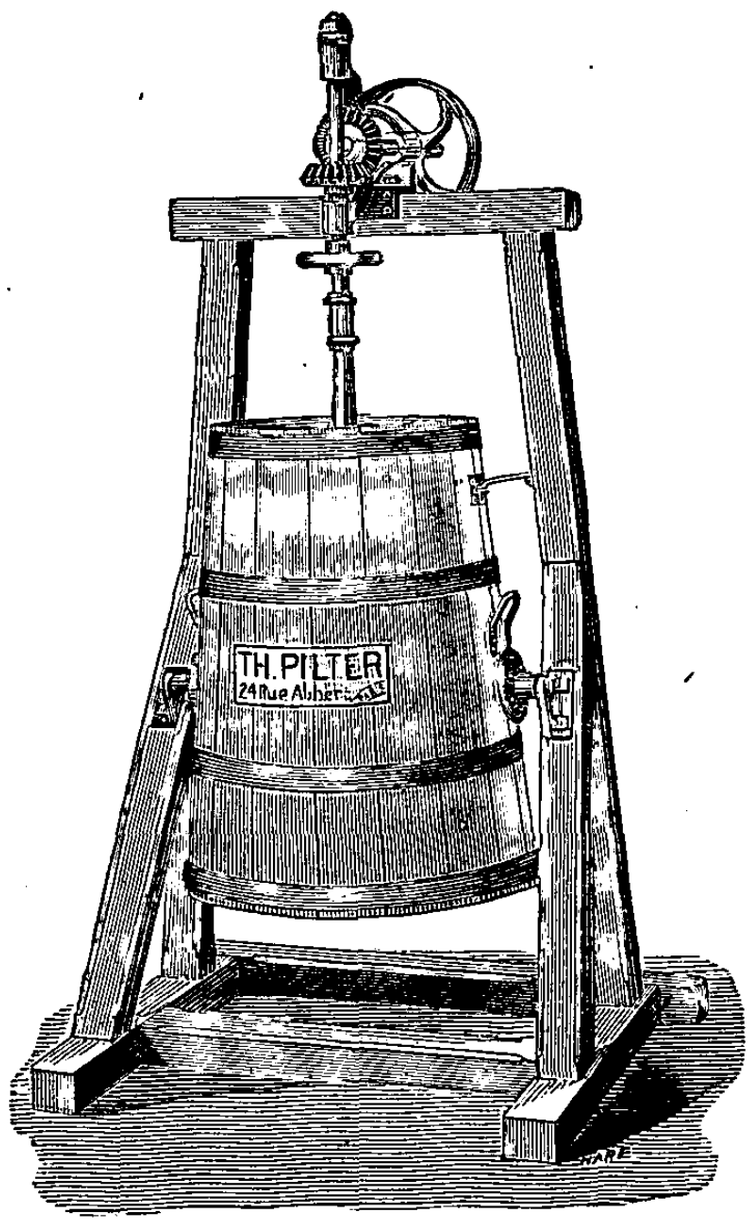


Fig. 149. — *Baratte danoise.*

petit modèle de Souchu-Pinet, récipient formé ordinairement d'un vase en grès ou en verre qu'on peut plonger dans un réservoir en fer-blanc, formant bain-marie, destiné à recevoir, suivant la saison, de l'eau froide ou de l'eau chaude. Le piston ou agitateur se meut d'un mouvement alternatif dans le plan vertical, obtenu par bielles et manivelles. Modèles industriels désignés généralement sous le nom de *barattes danoises* ou du *Holstein*; le récipient à la forme d'un tronc de cône (fig. 149) mobile dans le plan vertical, autour de deux tourillons reliés au bâti. Un crochet ou verrou maintient le récipient dans la position voulue. L'agitateur, formé d'ailettes dont la réunion a la forme d'un trapèze, est relié par un manchon à un axe vertical qui reçoit, par engrenages d'angles, le mouvement d'un arbre horizontal muni des poulies folle et fixe ; l'agitateur fait 120 à 150 tours par minute. Lorsque le beurre est obtenu, on enlève l'agitateur et on incline le récipient. Dans la baratte à tempérer de G. Van Hecke, on ajoute dans le récipient de la machine précédente une double enveloppe étamée mobile dans laquelle, suivant la température de la crème, on fait circuler de l'eau chaude ou de l'eau froide. Dans la baratte Pilter (1889), l'arbre de l'agitateur est actionné par un tourniquet à vapeur, tournant dans le plan vertical et commandant l'axe de l'agitateur par une vis sans fin et une grande roue horizontale.

2e *Catégorie.* Les machines de cette catégorie sont dérivées de celle représentée tome I, page 506, figure 305. Le récipient affecte la forme d'un tonneau (Simon, Hathaway, Durand, Lefeldt, etc.) ou d'un prisme. Dans la baratte Simon, le tonneau est monté sur tourillons horizontaux, et la commande a lieu par roues cônes à friction, afin de pouvoir faire varier en marche la vitesse de la baratte ; le modèle 1889 est pourvu d'une éprouvette qui permet de prélever à chaque instant un échantillon sans arrêter la machine, et d'une bonde spéciale qui ne laisse écouler que le petit-lait. La baratte G. Hathaway (1889) est formée par un tonneau dont l'axe de rotation passerait un peu obliquement par rapport à la bonde ; une des bases du tonneau est mobile et forme couvercle, maintenu par trois vis de pression. La baratte A. Baquet (1889) est un tonneau tronc-conique à axe incliné; un arbre horizontal reçoit les poulies de commande et actionne la baratte par engrenages cônes ; la partie supérieure du récipient (qui forme la petite base du cône) est obturée par un couvercle qu'on peut enlever pour la surveillance vers la fin de l'opération. Le récipient de la baratte de Chapelier, dite *thermométrique*, est un prisme à base polygonale (cinq ou six côtés) ; ce modèle porte à l'intérieur un cylindre en métal (fermé par un obturateur à vis de pression) jouant le rôle de bain-marie, et dans lequel, suivant les cas, on met de l'eau chaude ou froide ; un thermomètre plonge également à l'intérieur de la machine et permet de suivre la température de la crème. Ces différentes barattes font, en général, 40 à 45 tours par minute. — M. R.

BARRAGE. Depuis la publication de notre premier volume, nous avons eu à constater de nouveaux travaux que nous devons faire connaître à nos lecteurs.

Barrages de réservoirs. On s'est beaucoup occupé dans ces dernières années de faciliter le développement de la navigation intérieure. En même temps que l'on canalisait les principaux cours d'eau, on perfectionnait les canaux de manière à permettre à la batellerie de faire circuler un nouveau matériel dont la puissance répond aux améliorations réalisées. L'agrandissement

des écluses et l'augmentation du trafic ont entraîné une dépense d'eau plus considérable, à laquelle on a dû pourvoir par la création de nouveaux réservoirs d'alimentation. C'est ainsi que M. l'ingénieur en chef Fontaine a construit, pour le canal du Centre, un nouveau réservoir, à Torcyneuf, dont le barrage réalise quelques perfectionnements intéressants.

Il est constitué par un remblai en terre argilo-sableuse, fortement comprimée ou corroyée (environ 66 0/0 de sable et 34 0/0 d'argile). Son tracé en plan est rectiligne. Sa longueur, au niveau du couronnement, est de 436m,70. Sa largeur est de 5m,50 au sommet et de 52m,90 à la base, au droit du thalweg. Sa hauteur maximum est de 16m,30. Le cube total du massif est d'environ 129,000 mètres cubes (fig. 150). Le talus intérieur est revêtu d'une maçonnerie de 50 centimètres d'épaisseur, en moellons épincés, posés sur béton, suivant une série de perrés de 1m,50 de hauteur, inclinés à 45 degrés et séparés par des bermes de 90 centimètres de largeur, dont 2 intermédiaires ont 2 mètres. Le talus extérieur, incliné à 2,73 de base pour 2 de hauteur, n'a pas de revêtement; il est planté d'acacias à la base jusqu'à 5 mètres de hauteur.

La plate-forme dépasse de 1m,80 le niveau de la retenue; elle est maçonnée comme le talus d'amont et surmontée d'un parapet de 1m,20 de hauteur pour arrêter les vagues.

Le pied du talus d'amont repose sur un mur de garde de 1m,50 d'épaisseur, encastré de 1 mètre dans le grès rouge de la fondation, sur toute la longueur du barrage. La hauteur maximum de ce mur est de 7 mètres. Sous le talus d'amont, le massif du barrage repose sur le rocher entièrement mis à nu.

Pour mieux assurer l'étanchéité à la base, on a

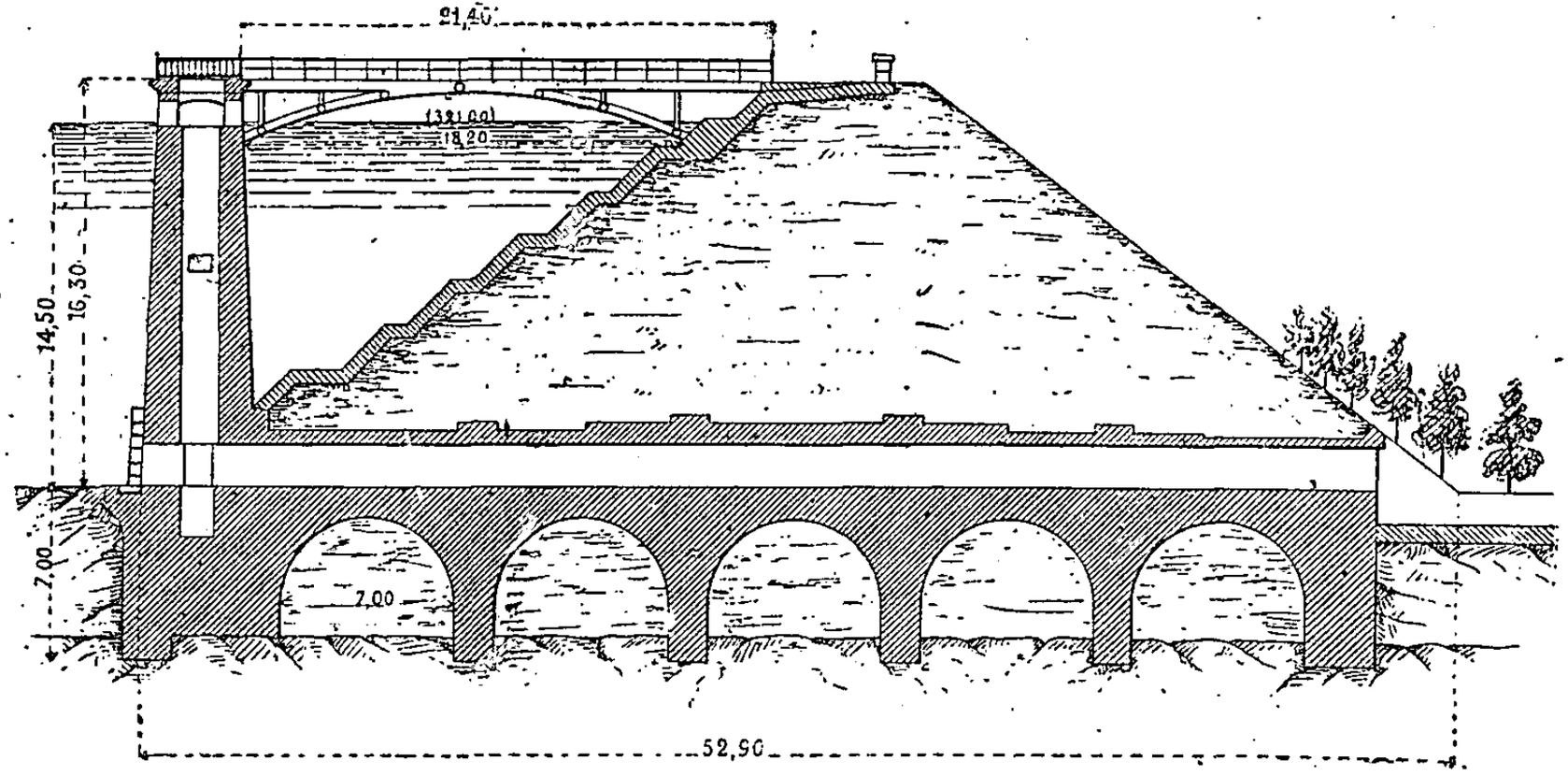


Fig. 150. — *Coupe transversale du barrage, de la tour de prise d'eau et de l'aqueduc de fuite de Torcyneuf.*

établi, parallèlement à l'axe, trois clefs de corrois qui pénètrent de 1 mètre dans le rocher. Les terres de ce massif ont été fortement corroyées, après addition d'eau ou de chaux en poudre, suivant leur degré d'humidité, par couches successives de 10 centimètres d'épaisseur, réduites après l'opération à 0m,075. On a employé au corroyage des rouleaux cannelés à chevaux de 750 kilogrammes, et surtout deux rouleaux à vapeur de 5,000 kilogrammes. Le cubé de terre battue par jour, mesuré après tassement, était de 80 mètres pour un rouleau à cheval et de 500 mètres pour un rouleau à vapeur.

Le prix de revient moyen de battage, compris régalage, arrosage et addition de chaux, s'est élevé à 0 fr. 23. La partie de la digue située sous le talus d'aval repose simplement sur le sol naturel, préalablement bien essarté; elle a été corroyée par couches de 20 centimètres d'épaisseur, réduites à 15 après le battage.

Un déversoir de 12 mètres de longueur est établi à l'extrémité gauche du barrage, pour évacuer les eaux surabondantes. Son seuil est à 0m,70 en contrebas du niveau de la retenue, dont la hauteur est complétée par des hausses mobiles, maintenues par des montants en fer. En cas de crue, ces hausses, formées de quatre madriers horizontaux, en chêne, superposés, sont enlevées totalement ou partiellement. Le déversoir est surmonté d'une passerelle métallique, dont le plancher, en tôle striée, est placé au niveau de la plate-forme du barrage. Avec une lame déversante de 0m,50, ce déversoir peut écouler en 24 heures 660,000 mètres cubes, soit près de quatre fois le volume que donnerait un orage exceptionnel. La rigole de fuite a 1m,50 de largeur au plafond; elle rejoint celle des bondes de fond à 150 mètres de distance du pied de la digue.

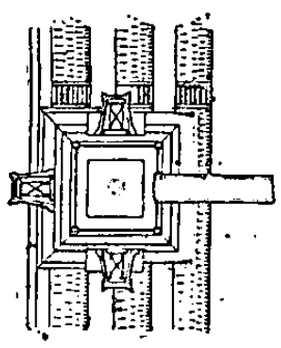


Fig. 151. — *Plate-forme de la tour de prise d'eau.*

Prise d'eau et décharge. Les prises d'eau à travers les barrages en terre des réservoirs étaient généralement pratiquées au moyen d'aqueducs

établis à diverses hauteurs entre deux murs très épais. L'interposition de ce massif de maçonnerie rompait l'homogénéité du barrage ; de chaque

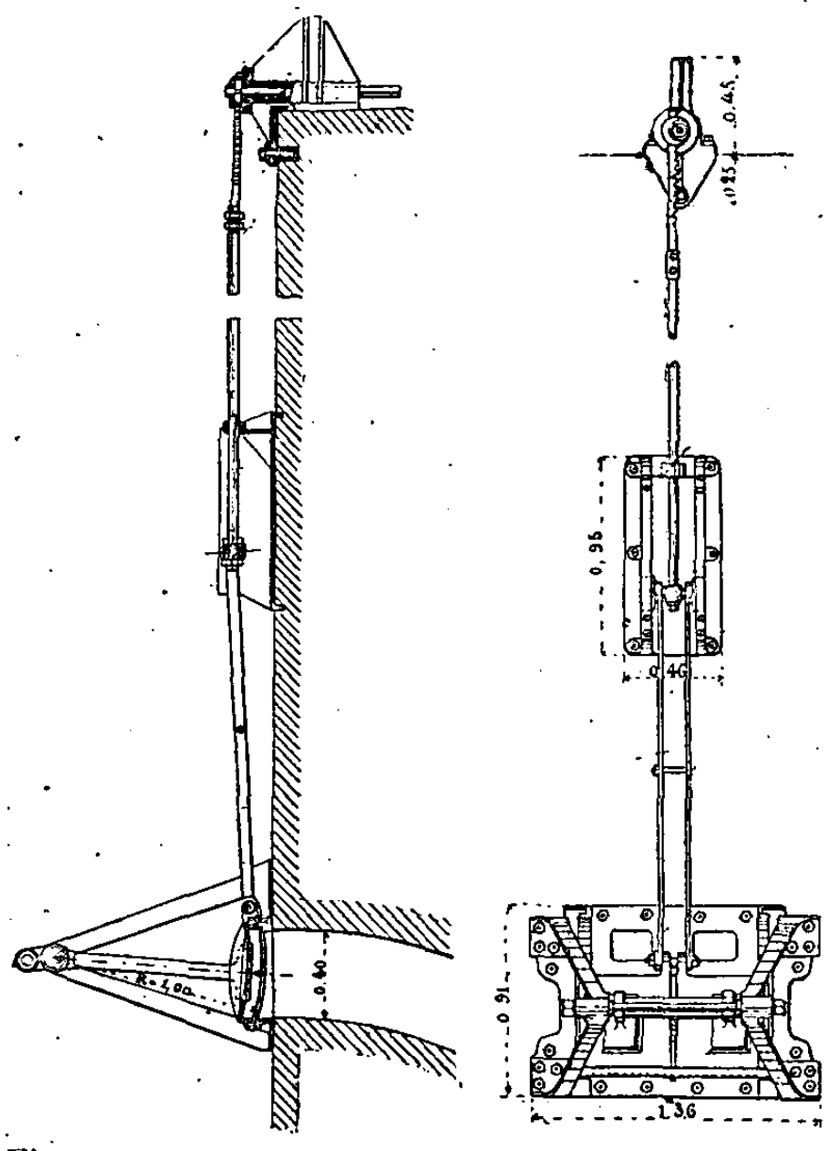


Fig. 152 et 153. — *Coupe et vue de face de la vanne de prise d'eau.*

côté de ce massif, les terres étaient forcément battues à la main, c'est-à-dire fort mal ; des séparations se produisaient par suite des tassements et pouvaient donner lieu à des filtrations très dangereuses. A Torcyneuf les prises d'eau sont réunies dans une tour en maçonnerie élevée dans le réservoir, au pied du barrage. Cette tour, carrée extérieurement, présente à l'intérieur un puits circulaire, de 1m,50 de diamètre, dans lequel débouchent les orifices des vannes et de la bonde de fond. Le bas de ce puits s'ouvre dans l'aqueduc de fuite qui traverse le massif du barrage. Les faces de la tour présentent un fruit de 1/20 ; le couronnement est à la même hauteur que celui du barrage et constitue une plate-forme carrée de 3m,50 de côté (fig. 151), sur laquelle sont établis les appareils de manœuvre des vannes. Au-dessous de cette plate-forme, on a ménagé sur les faces de la tour quatre ouvertures de 2m,20 de longueur, servant de déversoirs. Les tablettes de ces déversoirs sont arasées à 0m,40 en contrebas du niveau de la retenue et chacune d'elles est surmontée d'une hausse mobile en chêne que l'on enlève en cas de crue. Cette disposition, établie à titre d'essai, pourrait permettre de supprimer le déversoir habituellement employé, comme celui dont il a été parlé plus haut. Une passerelle métallique de 21m,40 de longueur relie la plate-forme de la tour de prise d'eau à celle du barrage.

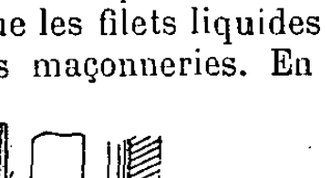


Fig. 154. — *Détail de l'étanchement du joint.*

Les trois vannes de prise d'eau sont étagées verticalement à 4m,80 de distance l'une de l'autre ; leurs orifices ont 0m,80 de largeur sur 0m,40 de hauteur, leurs radiers sont courbes et coupent la paroi du puits sous un angle de 45 degrés, afin que les filets liquides frappent très obliquement les maçonneries. En outre, le puits se termine dans le bas par une chambre cylindrique de deux mètres de profondeur, constamment remplie d'eau afin d'amortir le choc sur la maçonnerie. Avec ce système de prise d'eau, le barrage n'est plus coupé qu'à sa partie inférieure et le battage des terres à la main est très réduit ; les vannes placées à l'extérieur de la tour sont plus accessibles. Enfin, les visites et les réparations dans l'aqueduc de fuite sont beaucoup plus faciles.

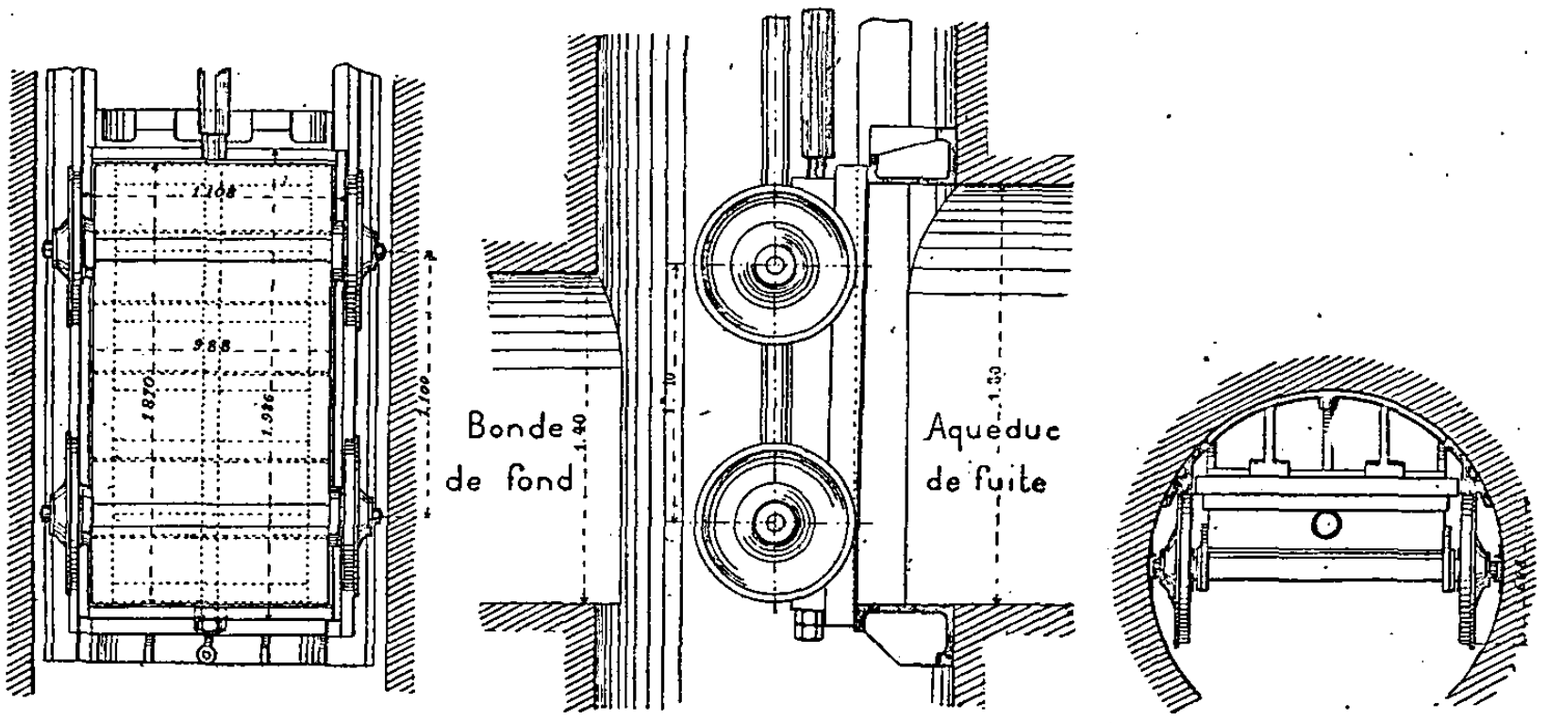


Fig. 155 à 157. — *Elévation, coupe et plan de la vanne de garde.*

Vannes de prise d'eau. Les vannes rectangulaires à coulisse donnent lieu, pour de grandes charges d'eau, à un travail de frottement considérable et leur manœuvre exige des engins puissants et coûteux. Pour éviter cet inconvénient, on a imaginé

à Torcyneuf un nouveau système de vannes dont les figures 152 et 153 indiquent la disposition. La vanne est cylindrique et reliée d'une façon rigide à un arbre horizontal concentrique; elle est pleine et tourne à une très petite distance de son siège, également cylindrique et concentrique.

Elle est enveloppée par un cadre mobile qu'elle entraîne dans ses mouvements et qui, pressé par l'eau sur les bords seulement, s'appuie et frotte seul contre le siège. Le joint du cadre et de la vanne est d'ailleurs rendu étanche par un boudin en caoutchouc logé dans une rainure (fig. 154); ce boudin ne gêne pas l'indépendance du cadre. Si l'on compare ce système de vanne à une vanne plane ordinaire de mêmes dimensions, on trouve que le travail dû aux frottements est réduit théoriquement de 92 0/0. Les trois vannes des prises d'eau sont mues par des crics logés dans une borne unique, dressée au milieu de la plate-forme de la tour. Le mouvement est transmis aux tiges par des chaînes sans fin calibrées et des arbres horizontaux.

Vanne de garde. On a établi, sur le même principe, au fond et à l'intérieur de la tour, une quatrième vanne, dite « de garde », qui peut fermer l'aqueduc de fuite. Cette vanne, entièrement métallique, a $1^m,80$ de hauteur et $1^m,20$ de largeur (fig. 155 à 157).

Elle consiste en un fort vagonnet en tôle, muni de deux paires de roues qui roulent sur des rails verticaux scellés dans la maçonnerie du puits. Ce vagonnet se meut, sans s'y appuyer, contre un châssis en fonte fixé devant l'ouverture de l'aqueduc de fuite. Le contact se fait, suivant un plan légèrement incliné, par un cadre formé de règles en bronze, indépendant de la vanne et que cette dernière entraîne dans son mouvement.

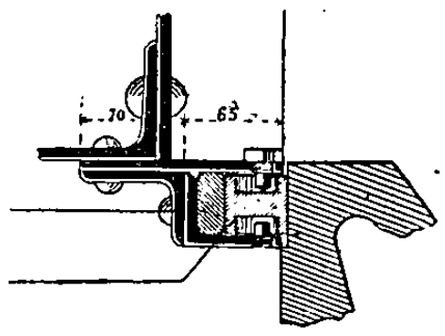


Fig. 158.
Detail de l'étanchement.

Comme pour les vannes de prise d'eau, l'étanchéité s'obtient par un boudin en caoutchouc interposé entre le vagonnet et les règles (fig. 158); les faces de contact de ces dernières avec le caoutchouc sont galvanisées. Le cric qui lève la tige de suspension est placé sur la plate-forme de la tour, dans la même borne que ceux des vannes et en occupe la quatrième face.

La hauteur de l'eau, à pleine retenue, sur le centre de la vanne de garde est de $13^m,60$. Tandis que la pression sur une vanne pleine, d'environ 2 mètres de surface, serait d'environ 2,000 kilogrammes, les règles ne sont pressées contre leurs appuis qu'avec une force totale de 3,000 kilogrammes. En admettant 0,40 pour coefficient de frottement, et le poids de la vanne étant sensiblement de 1,000 kilogrammes, l'effort nécessaire pour la soulever ne dépasse pas 2,200 kilogrammes.

Cette vanne de garde permet de maintenir l'eau dans l'intérieur du puits, à la hauteur que l'on juge préférable pour réduire la hauteur de chute des eaux qui tombent, soit par déversement supérieur, soit par les orifices des vannes de prise d'eau. — J. B.

Barrage des rivières. — V. *Dictionnaire*, Rivières canalisées et *Supplément*, Navigation intérieure.

* **BARRAL** (Jean-Augustin), chimiste, agronome distingué, est né à Metz, le 20 juin 1819, mort à Fontenay-sous-Bois, près Paris, le 18 septembre 1884. Il était fils d'un officier de la grande armée. Reçu en 1838 à l'Ecole polytechnique, il en sortit dans les premiers numéros et fut, à ce titre, attaché à l'administration des tabacs. Ses premières recherches portent sur la nicotine et les tabacs. Après avoir été répétiteur de chimie à l'Ecole polytechnique, il devint secrétaire d'Arago; puis se consacra à l'enseignement libre au collège Chaptal et à Sainte-Barbe. En 1850, il fut appelé par Bixio à la direction du *Journal d'Agriculture pratique* qui acquit une grande et légitime autorité. Après la mort de Bixio, il fonda le *Journal d'Agriculture*.

En 1871, il succéda à Payen comme secrétaire perpétuel de la *Société centrale d'Agriculture*. Barral était du jury de toutes les expositions.

Il consacra son activité et son savoir à faire prospérer l'agriculture. Celle-ci lui doit bien des conseils et des indications utiles, ainsi que la majeure partie de ses progrès pendant plus de trente années. Sans s'être mêlé à la vie politique, il soutint en maintes occasions la cause de la démocratie et de la liberté. Décoré de la Légion d'honneur en 1856, il fut nommé officier en 1863.

Voici ses principaux travaux :

Recherches importantes sur la *Composition des Eaux pluviales* (1852), dont les résultats sont devenus classiques; sur le *drainage*, les *irrigations*. On peut dire que l'étude du rôle de l'eau dans la végétation fut un de ses principaux titres à la reconnaissance du monde agricole; *Etudes sur la Météorologie*, au point de vue agricole; deux ascensions aérostatiques (1850), avec Bixio (C. R. tome XXXI); plusieurs *Mémoires de Chimie :* la *Statique des Animaux; le Bon Fermier*; *Monographie des fermes du Nord de la France*, ouvrages d'enseignement agricole; *Journal d'Agriculture*, consulté avec fruit par tous les agronomes et par bon nombre d'agriculteurs intelligents; publication du 6e volume du *Cours d'Agriculture* du comte de Gasparin; publication du *Grand Atlas du Cosmos* d'Alexandre de Humboldt; publication des OEuvres d'Arago de 1854 à 1862, 17 volumes; nombre de conférences; *Rapports* sur les expositions, sur les inventions et découvertes; préparation de son *Grand Dictionnaire d'Agriculture* que la mort ne lui a pas permis d'achever. — C. D.

BARYUM. *T. de chim. Baryum métal.* On dispose un petit vase poreux dans un creuset de porcelaine, on introduit dans le creuset et la cellule centrale du chlorure de baryum sec mélangé d'un peu de sel ammoniac et on s'arrange de façon que le niveau du sel fondu soit plus élevé dans le vase poreux que dans l'espace annulaire.

Le pôle négatif plongé dans le vase poreux est un fil de fer très fin enroulé autour d'un fil plus gros que l'on engage dans un tuyau de pipe, en ne laissant le fil conducteur dépasser l'extrémité de ce tuyau que de 2 ou 3 millimètres.

Un cylindre de tôle placé dans le creuset et enveloppant la surface de la cellule représente le pôle positif. On règle la chaleur de manière à laisser une croûte dans le vase poreux à la surface du chlorure fondu ; le métal se rassemble sous cette croûte. En variant l'intensité du courant, on obtient le baryum sous forme de poudre fine jaunâtre ou en grenailles pesant 2 ou 3 grammes.

En essayant de fondre ces grenailles dans un creuset de fer, on obtient des masses frittées de plus de 100 grammes, mais on n'est pas encore arrivé à obtenir le métal bien fondu. Son point de fusion paraît supérieur à celui de la fonte.

Le procédé électrolytique que nous venons de décrire est le seul qui ait permis jusqu'à présent d'obtenir du baryum pur.

Hydrate de baryte. La précipitation du sucre des mélasses par l'hydrate de baryte ayant pris une grande extension, on a cherché à régénérer la baryte du carbonate produit par la décomposition du sucrate de baryte par l'acide carbonique.

Priestley, Gay-Lussac et Thénard avaient décomposé le carbonate de baryte naturel par la vapeur d'eau et la chaleur.

Dubrunfaut et Leplay avaient recommandé la décomposition par le charbon et la chaleur. C'est en s'inspirant de ces expériences que MM. Leplay et Radot ont pensé à régénérer le baryte des raffineries de mélasses en décomposant le carbonate de baryte par les produits de la combustion du gaz d'éclairage.

Le carbonate chauffé dans le four spécial constant par M. Radot est porté à une température de 2,000° centigrades environ, et soumis à l'action de la vapeur d'eau et du carbone produit par la combustion du gaz sous l'action d'un courant d'air comprimé.

La baryte anhydre n'est guère fusible que dans l'arc voltaïque tandis que l'hydrate de baryte BaO,HO indécomposable par la chaleur, éprouve la fusion ignée et s'écoule à la partie inférieure du four.

La réaction est la suivante :

$$BaOCO^2 + HO + C = BaOHO + 2CO.$$

La dépense du gaz serait de 700 litres par kilogramme de baryte cristallisée ($BaOHO + 8HO$). Le gaz produit par les fours à récupération de M. Radot reviendrait à 4 centimes le mètre cube, ce qui fait une dépense de 2 fr. 80 par 100 kilogrammes de byrate. En y ajoutant la main-d'œuvre, l'entretien du matériel, la force motrice, etc., la baryte régénérée revient à environ 5 francs les 100 kilogrammes.

RÉACTIONS ET DOSAGE DES SELS DE BARYUM.

Réactions des sels de baryum. — V. *Dictionnaire*, BARYUM.

DOSAGE. Le dosage de la baryte se fait le plus souvent à l'état de sulfate. Les métaux alcalino-terreux, baryum, strontium, calcium, sont facilement séparés des métaux proprement dits par l'hydrogène sulfuré et le sulfhydrate d'ammoniaque. L'insolubilité de leurs carbonates permet de les séparer des métaux alcalins. Il ne reste donc plus qu'à étudier la séparation de ces trois métaux entre eux.

SÉPARATION DU BARYUM ET DU STRONTIUM. 1° Les deux métaux sont amenés à l'état de chlorures et à la dissolution on ajoute de l'acide hydrofluosilicique récemment préparé, puis de l'alcool dans lequel le fluosilicate de baryte est insoluble. Le précipité est recueilli sur un filtre taré, lavé à l'alcool faible, puis séché à 100°. Son poids sert à calculer celui du baryum ;

2° On soumet le mélange du sulfate à deux ébullitions successives avec une dissolution de carbonate de potasse contenant au moins le tiers de son poids de sulfate de potasse.

Le sulfate de strontium est transformé en carbonate, tandis que le sulfate de baryte reste inaltéré.

On jette le tout sur un filtre, on lave d'abord à l'eau puis à l'acide chlorhydrique faible. Le sulfate de baryte qui reste sur le filtre est séché, calciné, et de son poids on déduit celui du baryum. La séparation de la baryte et de la chaux s'effectue par ce second procédé.

BASCULE. Divers perfectionnements ont été apportés aux appareils de ce nom depuis la publication du *Dictionnaire*, nous allons exposer les principaux.

Bascule automatique (système Roche) (fig. 159). Cet appareil a pour objet d'effectuer une pesée sans poids marqués à l'aide d'un curseur dont la position indique les dizaines ou les centaines de kilogrammes, tandis que le déplacement d'une aiguille sur un arc de cercle divisé donne, par une simple lecture, les kilogrammes et fractions de kilogrammes. Il se compose en principe d'un levier à trois branches (OA, OB, OG), (fig. 160) pouvant osciller autour d'un couteau O. En A est suspendu le poids à peser p. OG forme contrepoids. OB est l'aiguille indicatrice. Soit G le centre de gravité du levier que nous supposons sur la branche OG, et d la distance OG, a la longueur du bras OA. Dans la position d'équilibre, OABG, OC est vertical. Sous l'action du poids p le levier tourne d'un angle φ, prend la position OA'B'G'. Si l'on désigne par α l'angle que faisait primitivement le bras OA, avec l'horizon, le moment du poids p sera :

$$p\cos(\varphi - \alpha)$$

Celui du poids ϖ du levier sera

$$\varpi d \sin\varphi$$

et l'équation d'équilibre :

$$p\cos(\varphi - \alpha) = \varpi d \sin\varphi$$

Posons maintenant $-\alpha = \beta$. L'angle β est du reste positif ou négatif suivant que le bras OA est au-dessous ou au-dessus de l'horizon. L'équation deviendra :

$$p\cos\beta = \varpi d \sin(\alpha + \beta)$$

ou

$$p\cos\beta = \varpi d(\sin\alpha\cos\beta + \sin\beta\cos\alpha)$$

d'où

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{p - \varpi d\sin\alpha}{\varpi d\cos\alpha}$$

ou

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{p}{\varpi d\cos\alpha} - \operatorname{tg}\alpha$$

Imaginons maintenant qu'on trace quelque part une droite C D perpendiculaire à la position qu'occupe le bras OB quand le bras O A est horizontal, et soit I le pied de la perpendiculaire abaissée de O sur C D. β est l'angle que fait le bras O A' avec l'horizon, ou ce qui est la même chose, l'angle de O B' avec O I. La tangente de cet angle étant proportionnelle au poids p, le bras OB' découpera sur CD, à partir du point I un segment proportionnel au poids à peser, de sorte qu'une *graduation équidistante* tracée convenablement sur CD fera connaître par la position de OB, la valeur du poids p.

Cette équidistance des divisions constitue l'originalité de l'appareil.

Pour la bonne construction il importe :

1° Que la direction de l'aiguille indicatrice OB passe par le centre O.

2° Que la droite graduée CD soit bien perpendiculaire à la position de l'aiguille quand la ligne des couteaux O A est horizontale.

Aucun frottement ne peut nuire à l'exactitude des pesées, et il suffit de vérifier que l'aiguille marque zéro quand le plateau est vide pour être sûr qu'aucune dénivellation ne s'est produite dans l'appareil. Cependant, l'instrument ainsi construit ne serait utilisable que pour de faibles poids. En le combinant avec la bascule ordinaire, M. Roche l'a rendu applicable à toutes les forces de pesées, le poids appliqué en A pouvant, par une combinaison de leviers, être réduit à une fraction quelconque de celui de la masse à peser. De plus, l'addition fort important d'un curseur pouvant se déplacer sur le prolongement du bras O A, permet d'effectuer avec le même appareil des pesées de forces très variables. Le curseur équilibre en effet des portions de poids qui sont proportionnelles à la distance de son centre de gravité au centre O, pourvu toutefois que le centre de gravité de ce curseur se déplace rigoureusement sur le prolongement de O A. L'excès du poids à déterminer produit alors seul le déplacement de l'aiguille. On peut ainsi graduer cette tige O A en divisions équidistantes correspondant chacune, par exemple, à 10 kilogrammes ou à 100 kilogrammes, suivant la force de l'appareil. Des entailles ménagées dans la tige et dans laquelle s'engage un couteau porté par le curseur assurent la position exacte de celui-ci à la place qu'il doit occuper. L'excès du poids sur les dizaines ou les centaines de kilogrammes est donné par l'aiguille indicatrice.

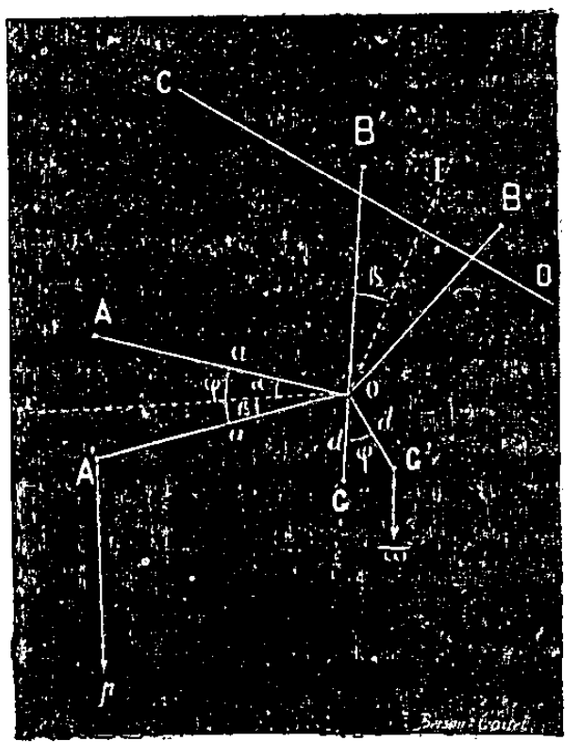


Fig. 160.

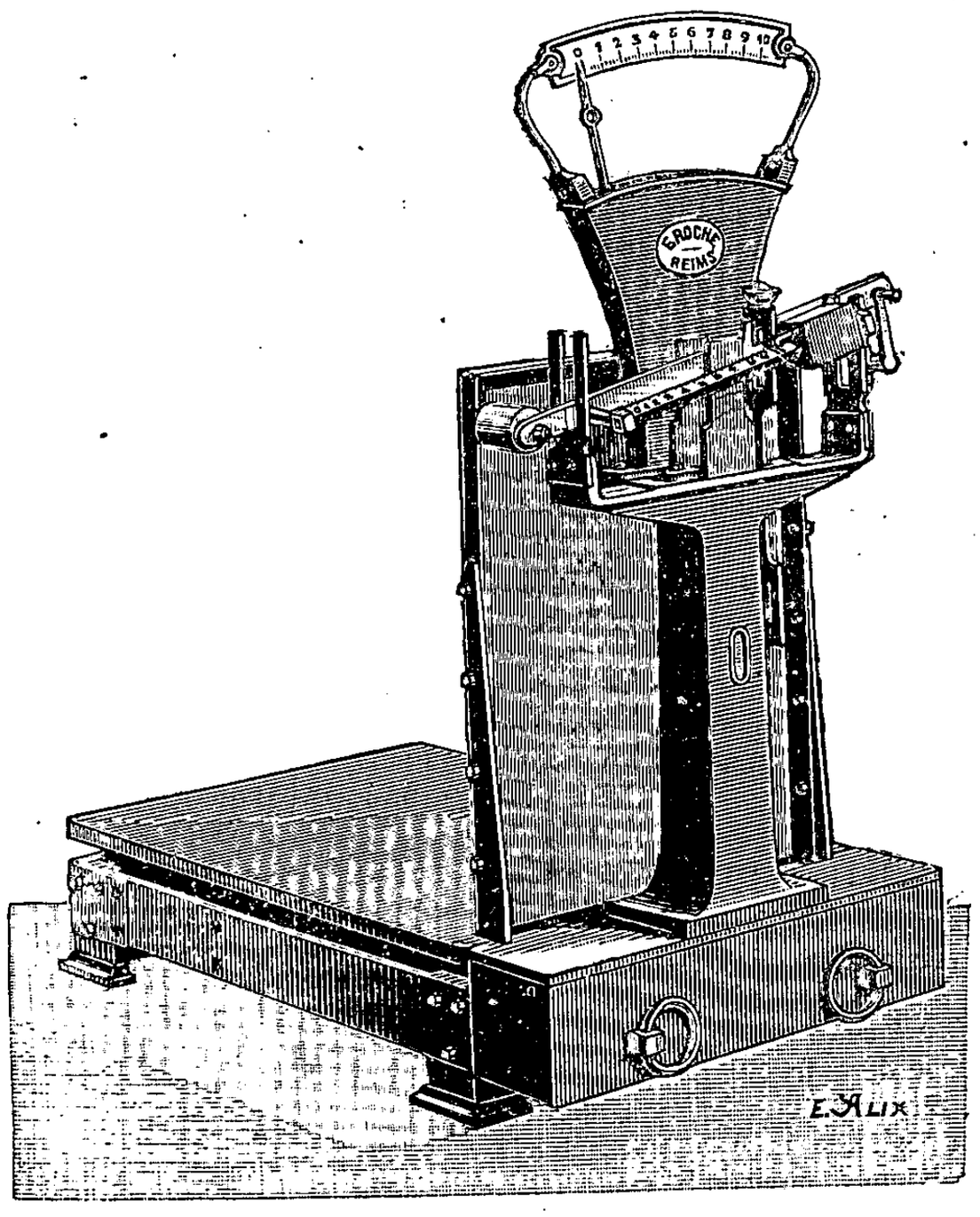


Fig. 159.

Pour la bonne disposition de l'appareil, il convient que la ligne CD soit horizontale, ce qui est réalisé facilement en faisant l'angle AOB droit c'est-à-dire en mettant l'aiguille perpendiculaire sur la ligne des couteaux. Enfin le constructeur a trouvé avantageux de tracer les divi-

sions non sur la droite CD, mais sur un arc de cercle ayant son centre en O et CD pour corde. L'appareil y gagne en élégance et la lecture en est rendue plus facile. Il est vrai que les divisions cessent d'être équidistantes, mais elles se déduisent facilement de la graduation de la corde et sont tracées rigoureusement au moyen de la machine à diviser.

Pour les bascules courantes, la romaine est divisée de 100 kilogramme en 100 kilogrammes et le cadran de 500 en 500 grammes, ce qui permet d'évaluer le quart de kilogramme pour une charge de 2,000 kilogrammes et élève la sensibilité au 1/8000. L'Exposition de 1889 nous a fait connaître aussi une bascule romaine automatique de précision, où la romaine est divisée de 10 en 10 kilogrammes et le cadran de 25 en 25 grammes, ce qui élève la sensibilité à 1/160,000 si l'on apprécie la demi division.

Pont Bascule. Le développement de l'industrie moderne a nécessité depuis quelque temps la création de puissants ponts à bascule capables de peser rapidement des masses indivisibles de 50, 100 et même 150 tonnes (la Compagnie du Creuzot possède un pont de cette dernière force); l'évaluation rapide des poids des grosses parties est d'une incontestable commodité, mais le danger des inexactitudes croît souvent en raison directe de l'importance des opérations de pesage.

Pour obvier dans la mesure du possible à cet inconvénient, M. le ministre du commerce avait réglementé ainsi le mode de vérification des ponts à bascule.

« Les constructeurs et les détenteurs de ponts à bascule devront tenir à la disposition des agents du service des poids et mesures, 100 kilogrammes de poids étalonnés lorsqu'il s'agira de ponts établis sur des leviers dont le rapport sera de 1 à 100 et 1,000 kilogrammes pour les appareils construits suivant la proportion de 1 à 1,000 (circulaire ministérielle du 10 avril 1864), le poids correspondant à la portée maximum du pont devra être complété au moyen de matières pondéreuses (circulaire ministérielle du 31 octobre 1864).

Le cas du rapport de 1 à 1,000 est celui de tous les ponts à bascule que l'on construit actuellement et le système général de ces ponts est le plus souvent celui de la *double romaine ou romaine à graduations élevées;* c'est-à-dire qu'il comporte une double série de graduations permettant d'exécuter sans le secours de poids additionnels, toutes les pesées, quelle que soit leur importance. — V. *Dictionnaire.* Bascule.

Vérification des ponts a bascule. Le mode de vérification ordinaire consiste 1° à éprouver les graduations basses, c'est-à-dire celles de zéro à 1,000 kilogrammes avec la quantité prescrite de poids étalonnés; 2° à fractionner en lots séparés de 1,000 kilogrammes chacun, les 10, 20, 50, 100 ou 100,000 kilogrammes de matières pondéreuses prescrites afin d'éprouver ensuite, de 1,000 en 1,000, toutes les graduations élevées de l'instrument.

Les grandes compagnies de chemins de fer ont créé pour s'affranchir de ce travail considérable, des groupes de wagons spéciaux. (Ceux de la Compagnie P.-L.-M. sont appelés wagons Y, ils ont une importance totale de 210,000 kilogrammes.)

On voit, par ce qui précède, quelle est l'importance de la vérification d'un pont à bascule.

Pont bascule vérificateur. Depuis 1887, un nouveau système de pont à bascule, appelé *pont à bascule vérificateur* a été imaginé par un constructeur, M. Guillaumin; ce nouvel appareil a été reconnu apte à *être vérifié par lui-même;* et aux termes des circulaires ministérielles du 25 octobre 1887 et 14 mai 1888, à être affranchi des 1,000 kilogrammes de poids étalonnés prescrits par la circulaire de 1864.

Voici ce que dit, dans son rapport à M. le ministre des travaux publics, M. Lagrange, inspecteur en chef, directeur de l'école des ponts et chaussées.

« La majeure partie des ponts à bascule construits antérieurement présente cet inconvénient fort grave, que le pont étant réglé au moment de sa construction, il n'existe généralement pas de moyens de pouvoir vérifier, après un temps plus ou moins long, si aucun dérangement ne s'est produit dans le système. Il résulte de là que, dans bien des cas, on se sert de ponts inexacts faute de pouvoir contrôler les résultats qu'ils accusent. Le pont à bascule imaginé par M. Guillaumin présente cette particularité, qu'on peut facilement et à un moment quelconque faire la vérification dont nous venons de parler. Les expériences auxquelles il a été soumis au Conservatoire des arts et métiers ont donné des résultats très satisfaisants. Il n'est donc pas douteux qu'il constitue un perfectionnement sensible sur les types actuellement en usage. »

Les conditions sommaires, pour l'établissement d'un pont à bascule vérificateur, d'après ce système, sont les suivantes:

1° Tous les organes du pont à bascule Guillaumin sont décimaux, du moins il convient que cela soit ainsi.

2° Un appendice appelé bras f', sert à la constatation de la valeur relative de tous les bras de leviers.

3° Un plateau vérificateur suspendu à l'extrémité opposée aux curseurs, sert à la vérification de l'exactitude de toutes les encoches sur lesquelles les curseurs sont susceptibles de s'arrêter.

4° Les poids prescrits pour la vérification consistent en une série de 10 kilogrammes, ils sont renfermés dans le caisson de l'appareil.

Les opérations sont des plus simples et se font sans aucune peine en quelques minutes.

Le principe de la vérification consiste dans le moyen pratique d'équilibrer les curseurs qui courent sur les graduations, avec des poids étalonnés égaux à un millième de ce que ces graduations expriment.

C'est donc pour la vérification de ce pont bascule *1,000 fois moins* de poids qu'il n'en faut à un pont bascule ordinaire pour faire la même opération.

Les deux figures 161 et 162 montrent la disposition des leviers; les notations sont indiquées sur les figures.

Diagramme de l'effet des charges de 1,000, 10,000, 100,000 kiloerammes, placées sur le pont, par rapport au point B, servant à vérifier au mil-

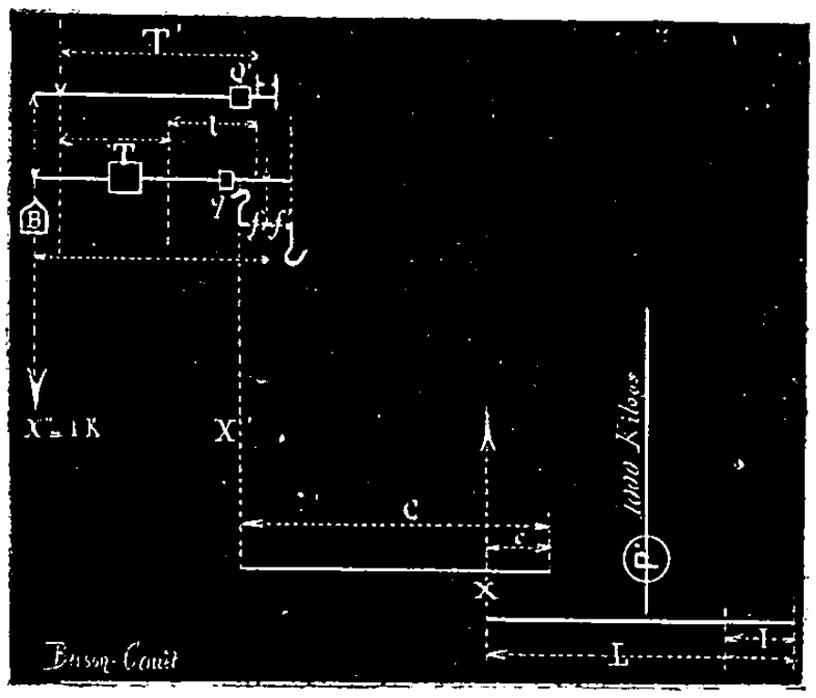


Fig. 161. — *Appareil vérificateur (type de transformation.*

lième les encoches des graduations qui correspondent à ces charges (fig. 163 et 164).

Hypothèse.

$f=f'$ $\quad \frac{F}{f'}=10$ $\quad \frac{C}{c}=10$

$\frac{L}{l}=10$ $\quad X''=1$ $\quad P'=1000$

Par l'examen du dispositif ci-dessus, nous voyons que la vérification est indiquée par les relations suivantes :

(1) $1,000 \times l = X \times L$ ou $X = 1,000 \times \frac{l}{L}$

(2) $X \times c = X' \times C$ ou $X' = X \times \frac{c}{C}$

(3) $X' \times f = X'' \times F$ ou $X'' = X' \times \frac{f}{F}$

En effet, le système est équilibré quand les moments des forces appliquées à chaque levier remplissent les conditions indiquées par les équations (1), (2), (3).

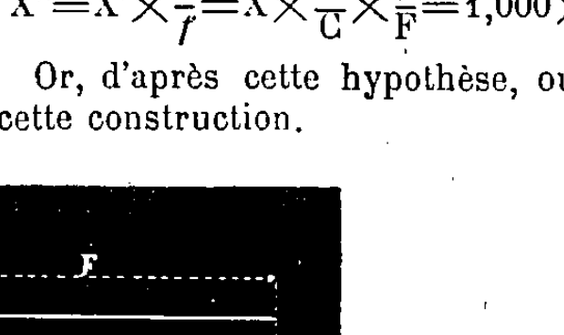


Fig. 162. — *Dispositif original de tout le système.*

Or, X'' est le poids qui, appliqué à l'extrémité du bras du levier F, équivaut aux 1,000 kilogrammes placés sur le pont. Quel est-il ?

Les trois équations (1), (2), (3) nous le disent.

En effet,

$$X'' = X' \times \frac{F}{f} = X \times \frac{c}{C} \times \frac{f}{F} = 1,000 \times \frac{l}{L} \times \frac{c}{C} \times \frac{f}{F} -$$

Or, d'après cette hypothèse, ou plutôt d'après cette construction.

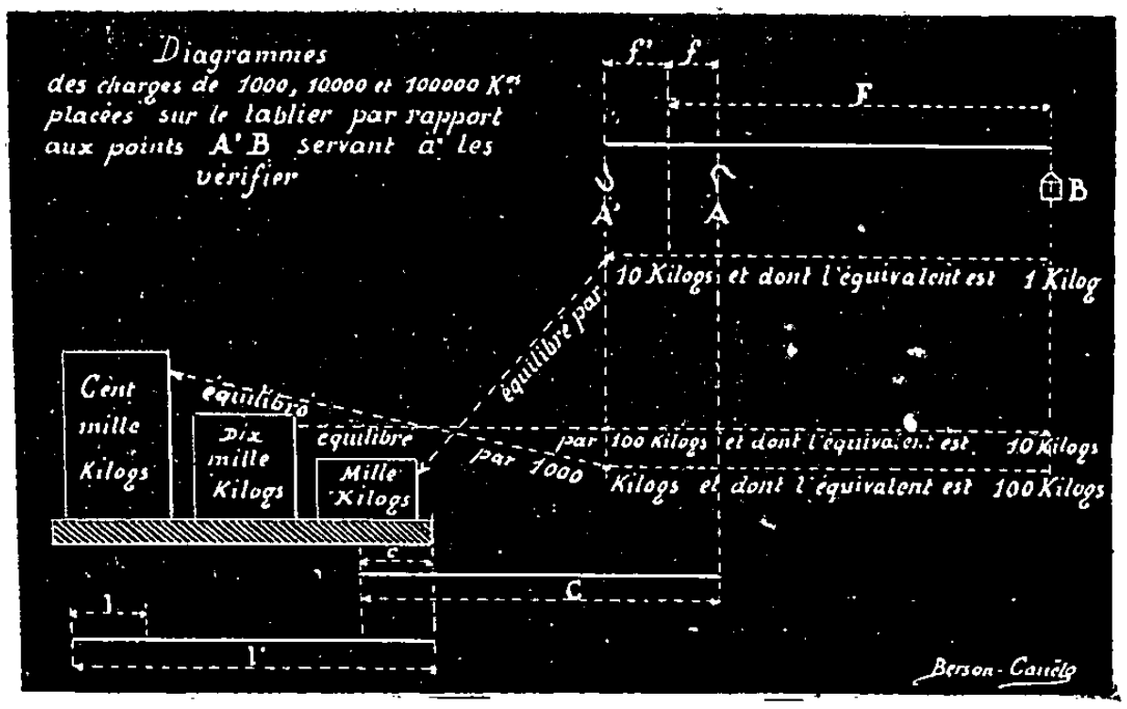


Fig. 163 et 164. — *Diagramme de l'effet des charges placées sur le pont, par rapport au point B servant à les vérifier.*

$$\frac{L}{l}=\frac{1}{10}, \frac{c}{C}=\frac{1}{10}, \frac{f}{F}=\frac{1}{10};$$

donc

$$X''=1,000 \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} = 1000 \times \frac{1}{1000} = 1.$$

On observera aussi que l'équilibre sera encore obtenu par

$$T \times Q = f \frac{P}{\frac{L}{l} \times \frac{C}{c}}$$

et que $T \times Q = F \times X''$.

La vérification de l'exactitude de cet instrument s'effectuera comme suit :

1° En constatant l'égalité des bras du levier f et f' ;

2° En constatant l'exactitude du rapport des bras de levier

$$\frac{F}{f'}=10;$$

3° En constatant l'exactitude de la relation

$$X''=\frac{1000}{P'};$$

4° En constatant la réalité de l'équilibre des

curseurs sur tous les points des romaines, obtenu par des poids placés au point B équivalant au millième du poids que les curseurs accusent.

Le degré de variabilité qui peut surgir au moment de la charge est vérifié en répétant l'opération pendant que le pont est chargé d'un véhicule ou fardeau quelconque, d'un poids inconnu, mais voisin de la portée maximum de l'appareil.

Contrôle des pesées. Le *contrôle* des pesées est effectué par l'équilibre des curseurs obtenu au moyen du millième des poids qu'ils accusent placé sur le plateau contrôleur B, en remplacement de l'objet pesé.

Modifications apportées au modèle original pour la transformation à ce système des ponts à bascule existants en cours de service : 1° le bras du levier f est affecté à la rectification du rapport des leviers inférieurs; 2° les deux bras égaux sont transportés sur la romaine supérieure (fig. 162).

Hypothèse.

$$b=b'$$

$$\frac{F}{f}=10$$

$$\frac{\frac{C}{c}\times\frac{L}{l}\times\frac{F}{f}}{\frac{F}{f'}}=100$$

$$\frac{C}{c}\times\frac{L}{l}\times\frac{F}{f}=1000$$

$$X''=1$$

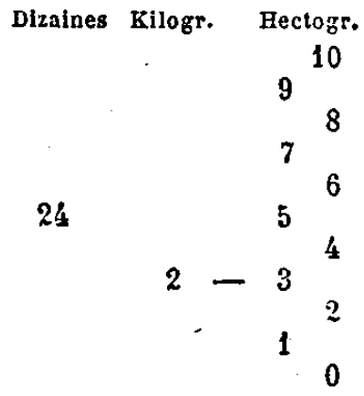
$$P'—1000$$

On voit, par ce qui précède, que ce système d'appareil vérificateur est rationnel et résout, d'une manière pratique et certaine, la vérification instantanée et sans préparatifs de toutes les graduations des bascules et des ponts à bascule des plus fortes portées en cours de service.

• **Bascule imprimant le poids.** Cette bascule qui commence à être très répandue présente l'avantage de laisser une trace matérielle de l'opération du pesage. Le principe en est des plus simples. L'appareil consiste en une bascule romaine ordinaire; seulement le curseur au lieu d'être amené à une position quelconque du fléau doit être fixé à l'aide d'un couteau s'engageant dans des encoches équidistantes, à la place correspondant à l'une de ces encoches : ces positions équidistantes du curseur établissent l'équilibre pour les dizaines ou les centaines de kilogrammes suivant la force de l'appareil. On complète ensuite l'équilibre en faisant glisser un verrou gradué mobile à l'intérieur du curseur. Il est évident qu'il faut placer le curseur dans l'encoche dont la position est immédiatement inférieure à la position d'équilibre et faire ensuite glisser le verrou. L'équilibre obtenu, on introduit un ticket de carton dans une ouverture ménagée à cet effet à l'intérieur du curseur entre le fléau et le verrou. Des chiffres en relief fixés sur le fléau et le verrou poinçonnent sur ce ticket la valeur du poids obtenu. On comprend, en effet, que les chiffres qui s'inscrivent ainsi sont ceux qui se trouvent sur le fléau et le verrou en face du ticket, de sorte que ces chiffres font connaître la double position du curseur et du verrou, et par suite le poids de la masse. M. Chameroy, entre autres constructeurs, construit aussi des bascules plus précises dont le curseur porte deux verrous, qui impriment trois chiffres sur le ticket, par exemple, les dizaines de kilogrammes, les kilogrammes et les hectogrammes. On peut recouvrir le ticket d'une ou plusieurs feuilles de papier permettant ainsi d'obtenir plusieurs épreuves d'une même pesée. On peut aussi placer sur le ticket une feuille de papier noirci qui noircit les poinçonnages et en rend la lecture plus facile. D'autres appareils présentent deux ouvertures où l'on peut placer le ticket de manière à obtenir sur le même carton les indications de deux pesées successives qui s'inscrivent l'une au-dessous de l'autre. L'utilité de cette disposition est d'obtenir le poids brut et celui de la tare (panier, fût vide, vagonnet, etc.). Il suffit de soustraire les deux nombres imprimés pour obtenir le poids net.

La disposition que nous venons de décrire est celle des derniers modèles. Dans les anciens modèles, le ticket portait une échelle verticale correspondant au dernier chiffre du poids, par exemple aux hectogrammes, et l'avant-dernier chiffre, celui des kilogrammes, par exemple, venait s'inscrire à la hauteur du chiffre des hectogrammes correspondant à l'équilibre, comme l'indique le diagramme suivant :

Diagramme d'un ticket de bascule.



On lit :

$242^{k},3^{h}$.

Il est bien entendu qu'outre les chiffres destinés à l'impression, le fléau et les verrous portent aussi une division apparente qui permet de lire la pesée sur l'appareil à la manière ordinaire.

Ces bascules sont construites sur des modèles très variés, conformes à la nature et au poids des marchandises qu'elles doivent servir à peser.

• **Bascule à tirelire** (système Everitt). On trouve aujourd'hui dans les gares de chemins de fer, sur certaines promenades publiques et dans certains magasins et lieux publics, des bascules automatiques où chacun peut se peser moyennant la somme de 0 fr. 10. Il suffit de monter sur la plate-forme et d'introduire une pièce de 0 fr. 10 dans une fente destinée à cet usage : une aiguille mobile sur un cadran indique immédiatement le poids de la personne en expérience.

Cet ingénieux appareil dont l'invention est due

à M. Everitt, de Londres, est représenté par la figure 165; il se compose de trois parties dont la première est une bascule ordinaire à leviers, comprenant la plate-forme; la seconde partie a pour objet de faire tourner une tige intérieure d'un angle d'autant plus grand que le poids appliqué sur la plate-forme est plus considérable. Enfin, la troisième partie transmet le mouvement de cette tige à l'aiguille du cadran, mais seulement après qu'on a glissé la pièce de 10 centimes dans la fente.

La première partie ne présente rien de particulier, nous ne nous y arrêterons pas. Les deux autres sont entièrement séparées, la troisième étant placée immédiatement derrière le cadran,

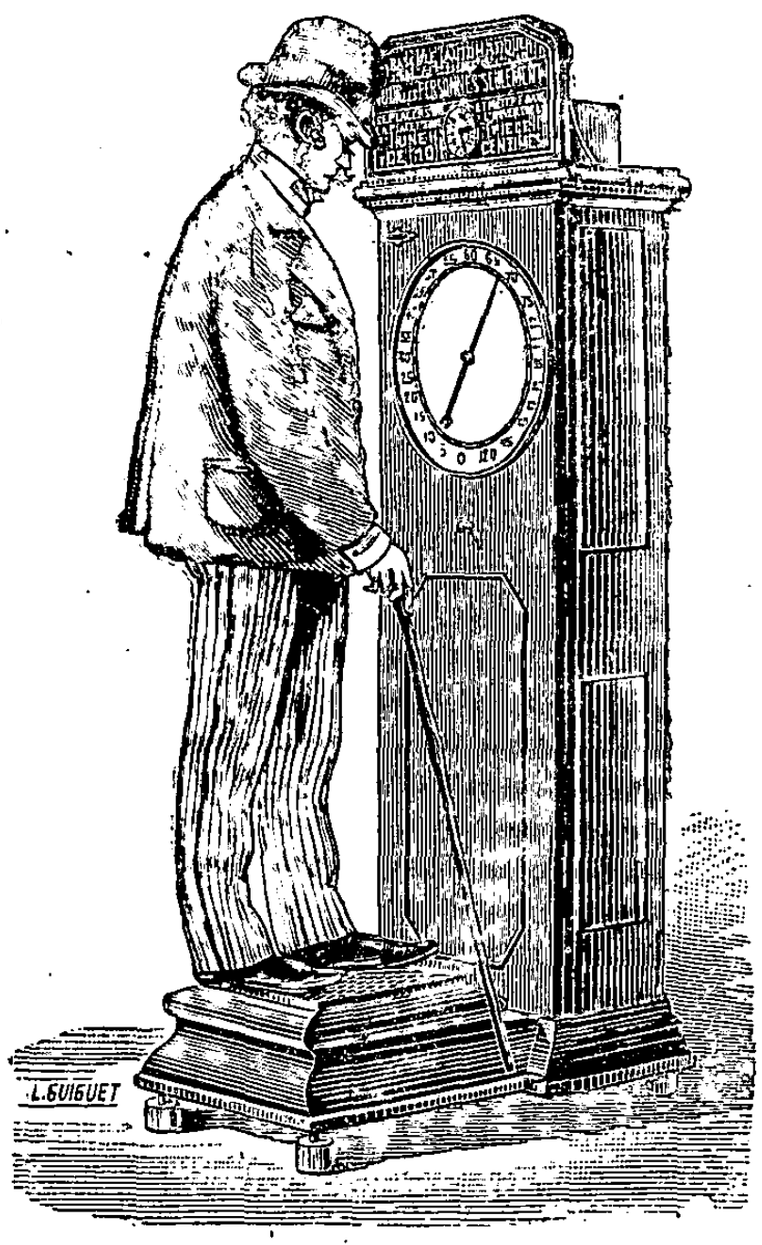


Fig. 165.

et la seconde par derrière. La ligne AB sur le plan (fig. 166) montre bien cette séparation. La deuxième partie se compose essentiellement d'un axe horizontal *n* sur lequel s'enroule un ruban d'acier *k* (fig. 167) fixé au dernier levier de la bascule et qui porte une poulie *q* munie de deux contrepoids, l'un *c* soutenu par une corde s'enroulant sur la poulie, l'autre *l* fixé à l'extrémité d'un levier relié invariablement à l'axe de rotation. Un secteur denté *r* fixé à la poulie communique le mouvement de celle-ci à un pignon *s* et à une aiguille *u* qui est ainsi une véritable aiguille indicatrice, mais qu'on ne voit pas du dehors. On comprend, en effet, que le poids placé sur la plate-forme fait tourner la poulie dans le sens de la flèche jusqu'à une certaine position d'équilibre, l'angle de rotation augmentant avec la grandeur du poids.

La troisième partie se compose essentiellement d'un grand levier pouvant pivoter en *a* et muni d'un secteur denté. Celui-ci actionne un pignon dont l'axe porte à l'une de ses extrémités l'aiguille indicatrice du cadran extérieur, et à l'autre, une tige recourbée en crochet qui vient dans le mouvement s'appuyer sur la tige intérieure *u*. La pièce de 10 centimes introduite dans la fente *f* glisse

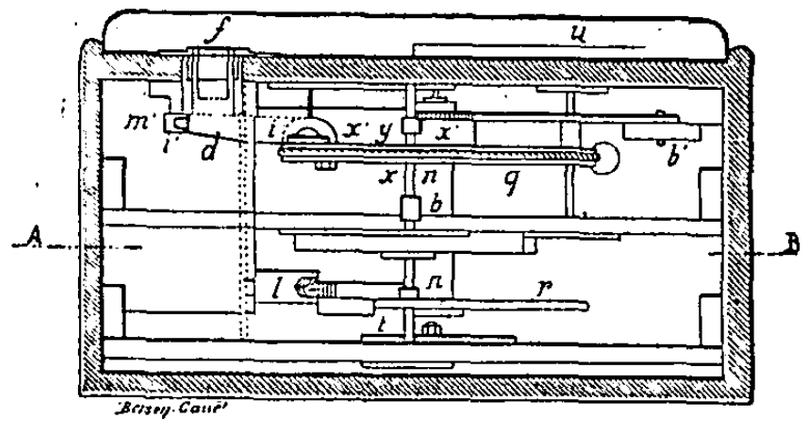


Fig. 166. — *Plan*

dans une languette inclinée et vient tomber dans une boîte *d* fixée à l'extrémité du levier *b'c'*. Le poids de cette pièce fait immédiatement basculer le levier et l'aiguille du cadran tourne jusqu'à ce que la tige en crochet soit venue s'appuyer sur la tige intérieure *u*, de sorte que les indications de celle-ci sont ainsi transmises au cadran extérieur.

Des précautions ont été prises pour que l'appareil ne puisse fonctionner avec d'autres disques

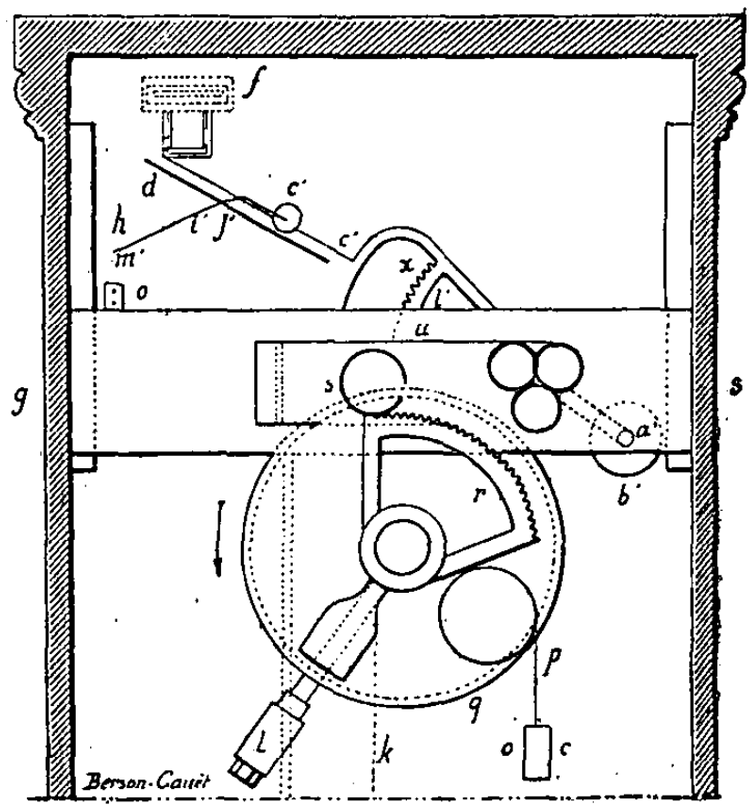


Fig. 167. — *Elévation.*

métalliques que des pièces de 10 centimes. D'abord l'ouverture de la fente a exactement la dimension de ces pièces. De plus la languette qui conduit la pièce est percée d'une ouverture qui laisse tomber les pièces de diamètre trop petit avant qu'elles arrivent à la boîte *d*. Enfin, le fond de la boîte *d* est mobile en *j* et équilibré en *c'* de telle sorte qu'une pièce trop lourde, en plomb par exemple, ferait basculer ce fond et tomberait avant d'avoir actionné le levier.

Il faut encore que, la personne descendue de la plate-forme, l'appareil reprenne sa position ini-

tiale et que la pièce sorte de la boîte *d*. A cet effet, le fond de la boîte porte un rochet *m'* mobile de bas en haut. Dans le mouvement de descente, ce rochet tourne librement à la rencontre du butoir *o*, mais lorsque la plate-forme se trouvant vide, la poulie *q* reprend sa position d'équilibre, entraîne l'aiguille *u* et par l'intermédiaire de la tige en crochet fait remonter le levier *b'c'*, le rochet est arrêté par le butoir et force le fond de la boîte à s'ouvrir en pivotant autour de *j'*. La pièce tombe alors dans la caisse destinée à la recevoir, puis le levier remontant encore, le rochet finit par échapper au butoir et le fond de la boîte se referme sous l'action du contrepoids *c'*. Ajoutons que pour amortir la brusquerie du mouvement de retour, la poulie *q* porte une tige attachée à un piston plongé dans l'eau.

BASCULEUR. *T. de chem. de fer.* Appareil servant à vider le contenu des vagons, de manière à éviter une manutention lente et coûteuse, à l'aide de la pelle. C'est surtout pour le trafic de la houille et des minerais et particulièrement aux

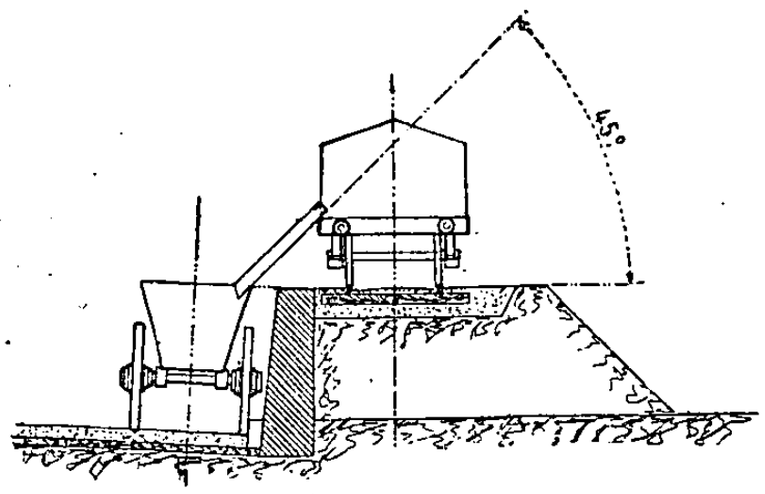


Fig. 168. — *Déversement avec coulotte.*

points d'embarquement, dans les ports et sur les canaux, qu'on a recours à ces systèmes économiques et expéditifs, dont la dépense n'est justifiée que quand il s'agit de marchandises de la même nature, aboutissant, par grandes masses, au même endroit.

Il y a plusieurs manières d'installer ces appareils, suivant qu'on fait usage, pour le transport de la marchandise à déverser, du matériel ordinaire, ou d'un matériel spécial.

1° Les vagons ordinaires, dits *tombereaux*, sont munis de portes latérales, qui s'ouvrent au niveau du plancher du vagon ; pour faciliter le déversement de la houille ou des minerais chargés dans des vagons de ce type, on les reçoit souvent sur des *estacades* surélevées, de manière que les camions ou les bateaux à charger soient situés en contrebas, et on place, entre la porte du vagon et le rebord de ces bateaux ou camions, des plans inclinés ou *coulottes*, sur lesquels le chargement glisse de lui-même (fig. 168). Mais cette manière de procéder ne supprime pas complètement le pelletage, il reste dans les angles du vagon et contre les parois transversales, des tas de matières qu'aucune impulsion ne sollicite vers la porte. Pour obvier à cet inconvénient et éviter l'emploi coûteux et lent d'un homme armé d'une pelle, qui ramène ce stock (environ 3 ou 4,000 kilogrammes sur 10,000) vers la porte et sur le bord de la coulotte, on a, sur quelques rivages de houillères, installé vis-à-vis du point où doit aborder le bateau, une plate-forme mobile, basculant autour de l'axe longitudinal de la voie, et munie de garde-corps servant d'appui aux traverses d'abord du vagon, quand on l'incline à 45° environ ; la plate-forme, qu'on déclenche pour produire ce basculage, peut être équilibrée par des contre-poids et ramenée à sa position initiale, soit par la force hydraulique, soit par un petit appareil à vapeur ou à air comprimé, suivant qu'on dispose de l'une ou l'autre de ces sources de force motrice. La figure 169 indique le dispositif hydrodynamique installé par la maison Taza-Villain pour le compte de la Compagnie des mines de Marles (Pas-de-Calais) ; l'eau contenue dans le cylindre H est soulevée par le piston, qui est lui-même entraîné par le basculeur T, grâce au système de bielles arti-

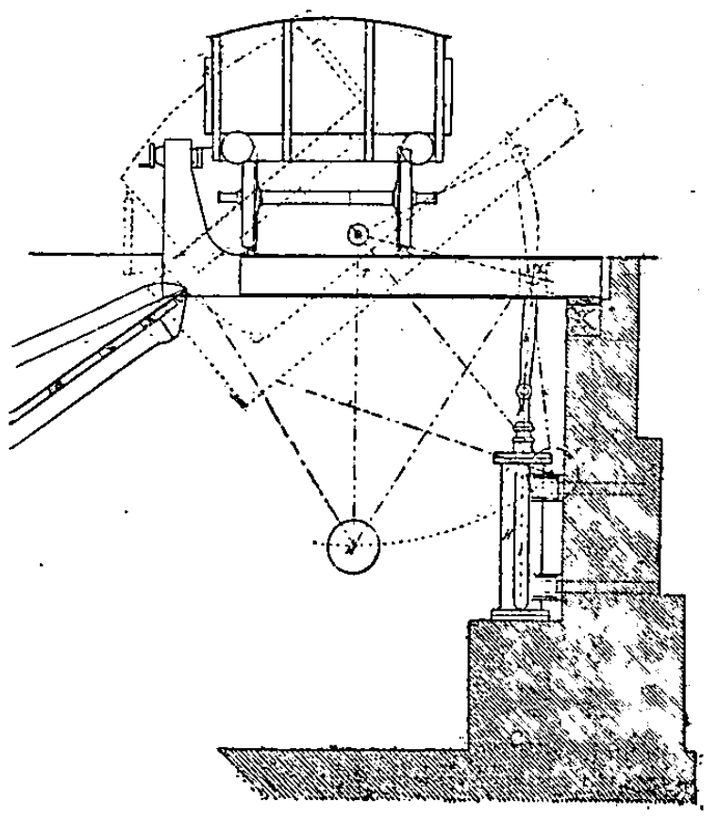


Fig. 169. — *Basculeur Taza-Villain.*

culées *pb* ; pour modérer l'accélération que prendrait l'appareil si on le laissait abandonné à lui-même, on atténue graduellement la puissance vive par la fermeture du robinet, de manière à former un frein hydraulique auquel vient s'ajouter l'action d'un pendule à contrepoids M, attaché au basculeur. Quand le tablier a pris une inclinaison de 35°, on fait jouer un verrou de sûreté qui le fixe à l'état de repos ; puis, pour le ramener à sa position horizontale, dès que le vagon est vidé, on dégage le verrou et on ouvre un peu le robinet de circuit, de manière à laisser agir la pression de l'eau.

Cette manière de procéder a l'inconvénient de nécessiter qu'on amène le vagon à décharger et le bateau à remplir vis-à-vis du basculeur, on ne peut donc vider simultanément qu'un vagon, à moins de multiplier le nombre des basculeurs, ce qui serait coûteux. On a songé à réaliser la même opération en soulevant le vagon à l'aide d'une grue roulante qui circulerait sur une voie placée derrière celle où sont garés les vagons à vider.

Mais on peut craindre qu'en soulevant ainsi le vagon, le poids des essieux ne détériore les plaques de garde dont la résistance n'a pas été calculée pour ce cas.

2° Dans l'hypothèse où le matériel est spécialement affecté au transport des marchandises destinées à être déversées sur des basculeurs, il y a deux cas à considérer suivant que le déversement se fait par bout ou par le côté.

Dans le basculeur par bout que la Compagnie d'Anzin a installé au rivage de l'Escaut, le vagon est lancé sur une rampe en haut de laquelle est une plate-forme perpendiculaire au canal; quand le vagon y arrive, elle s'incline en déclenchant la porte située à l'extrémité du vagon, et tout le charbon se déverse dans le bateau, sans qu'il en reste une parcelle sur le plancher. Un appareil à vapeur, installé à proximité, permet d'effectuer la remise en place de la plate-forme et du vagon vide. Si ce dispositif présente l'avantage de mieux vider les vagons que par des portes latérales, il a d'autre part l'inconvénient d'exiger que la voie d'accès au basculeur aboutisse perpendiculairement au canal, et la disposition des lieux ne se prête pas toujours à cette orientation, ni à la création d'une rampe d'accès: il arrive, au contraire, dans la plupart des cas, que les voies qui desservent un rivage se développent parallèlement au chemin de halage et il est rare qu'on dispose d'une grande largeur vis-à-vis du point d'accostage des bateaux.

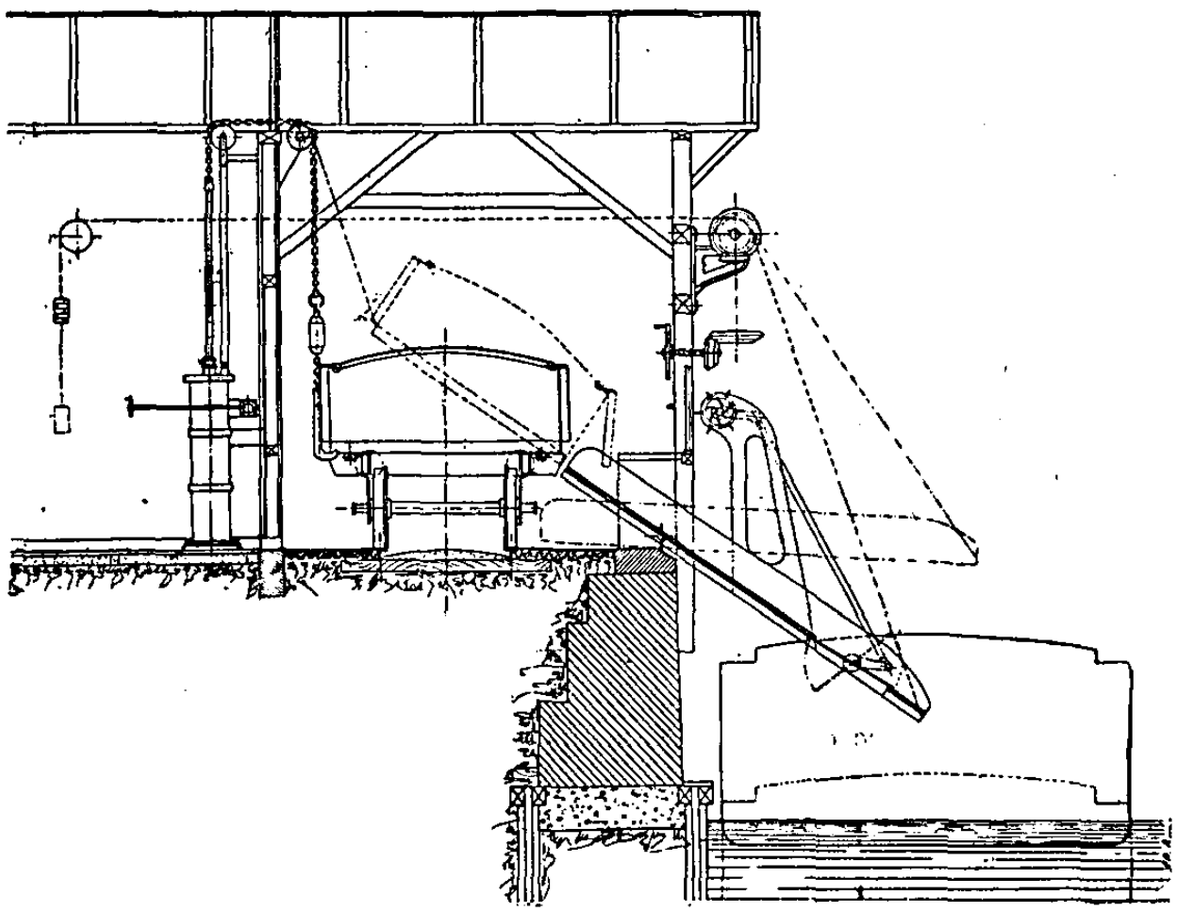


Fig. 170. — *Basculeur de la Compagnie de Courrières.*

Le déversement par le côté se fait souvent avec des vagons à caisses mobiles, soit que le châssis porte deux caisses, dont chacune contient à peu près le chargement d'un camion de 5 tonnes, soit que la caisse entière soit mobile d'une seule pièce, ce qui est plus avantageux lorsqu'il s'agit d'un transbordement de vagon à bateau.

Les vagons à double caisse mobile ont été essayés sur les estacades de la plaine Saint-Denis, par la Compagnie du chemin de fer du Nord, pour le déchargement rapide d'un train complet de houille, à destination de différentes usines à gaz de Paris, non raccordées au chemin de fer de Ceinture; une grue roulante, circulant sur une voie parallèle à celle où stationnent les vagons, soulève successivement toutes les caisses, les essieux restent dans les rails, et le glissement du charbon se fait au droit de chaque caisse, sur des coulottes qui l'amènent dans les camions qui effectuent le transport à l'usine.

Comme exemple du second dispositif nous citerons l'installation de la Compagnie des mines de Courrières, à son rivage de Harnes (Pas-de-Calais): un élévateur à vapeur (fig. 170) composé d'un cylindre vertical au piston duquel s'attache une chaîne, soulève la caisse par le côté opposé à la porte et le charbon se déverse dans une trémie équilibrée qui le conduit dans le bateau. Des treuils à engrenages, agissant sur des câbles qui passent sur des poulies de renvoi, permettent de remorquer un train de 30 vagons chargés et d'amener successivement chaque vagon vis-à-vis de la trémie. Enfin une chaîne de touage, qui longe le quai d'embarquement et qui est mue par une machine à vapeur spéciale, permet de faire avancer ou reculer les bateaux, pendant le chargement, de manière à répartir également le charbon sur toute la longueur de chaque bateau. Le mouvement de la trémie est obtenu par un système d'engrenages manœuvré à la main. Un seul homme, sous un hangar qui abrite l'appareil moteur, la chaudière et les leviers, dirige toute la manœuvre.

Nous laissons de côté dans cette étude sommaire des basculeurs, les *élévateurs* à blé, qui comportent aussi un appareil à bascule permettant de retourner et de vider complètement au-dessus des bateaux, les vagonnets servant au transport des céréales entre les hangars de dépôt et le lieu d'embarquement. Ce n'est plus qu'un outillage de Docks et non un système applicable aux chemins de fer. — M. C.

***BASICITÉ.** *T. de chim.* C'est la propriété que possèdent les acides d'échanger, en agissant sur les bases, un ou plusieurs atomes d'hydrogène contre des métaux positifs, avec élimination de une ou plusieurs molécules d'eau. Le nombre d'atomes d'hydrogène remplaçables indique le degré de basicité.

Nous avons vu à l'article Acide la différence qui existe entre la basicité et l'atomicité de même que nous avons signalé les principaux acides d'a-

tomicité et de basicité différentes; nous renverrons donc le lecteur à cet article.

BÂTARDEAU. *T. de trav. publ.* Nous avons donné déjà la définition de ce mot; nous donnons ici un procédé très économique de la construction d'un batardeau qui peut s'appliquer à la construction soit d'un mur de soutènement en rivière soit d'une pile de pont. La figure 171 indique une application de ce système employé pour la construction d'un mur dans le lit d'une rivière.

La première opération consiste en l'établissement d'un enrochement A, à pierres sèches, destiné à reporter le courant vers la rive opposée à celle sur laquelle on se propose de construire le mur, de manière à n'avoir à l'emplacement de la construction que des eaux calmes.

Pour établir le batardeau, on commence par enfoncer dans le lit de la rivière des tringles en fer BB de 0m,015 à 0m,02 de diamètre espacées de 1m,50 d'axe en axe. L'extrémité de ces tringles doit être percée d'un petit trou qui permet de les relier entre elles face à face au moyen d'un fil de fer qui empêche l'écartement.

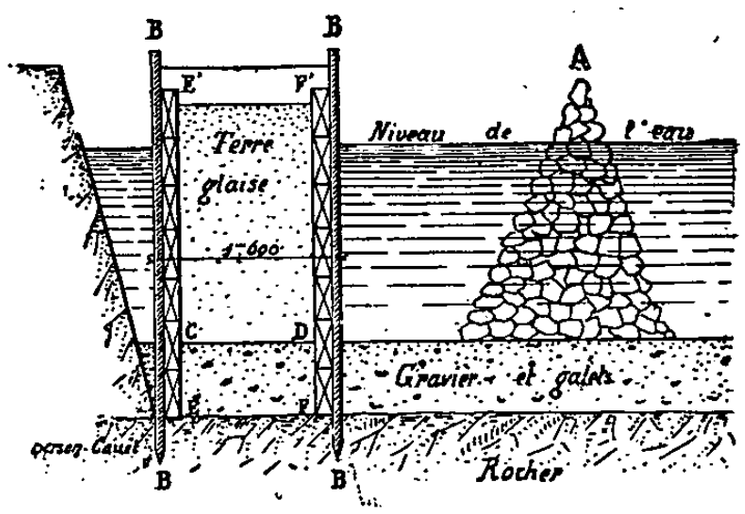


Fig. 171.

Une fois l'enceinte garnie de ces tringles enfoncées jusqu'au rocher et même pénétrant dans le rocher autant que possible, on drague entre ces tringles le gravier et les galets qui se trouvent au fond du lit de la rivière CDEF et au fur et à mesure qu'on enlève ce gravier on a le soin de placer entre les tringles qui se font face, des panneaux en planches jointives préparés à l'avance. Afin que le maniement de ces panneaux soit plus facile, il est bon qu'ils ne soient composés que de quatre ou cinq planches. Les tringles étant espacées de 1m,50 afin de bien assurer l'imperméabilité de l'enceinte, les panneaux doivent être formés de planches de 2 mètres, de manière qu'ils puissent se croiser entre eux et dépasser légèrement les tringles.

L'opération du dragage terminée, il ne reste plus qu'à superposer d'autres panneaux dans la partie E'F'CD et à les disposer de manière à ce qu'ils atteignent un niveau supérieur à celui de l'eau

L'enceinte est alors complète et on peut commencer à épuiser au moyen de pompes, et à disposer en même temps la terre glaise dans l'intérieur du batardeau. Cette terre glaise doit être préparée à l'avance, bien triturée et réduite en pâte aussi ferme que possible. Si l'opération est bien conduite, on arrive à épuiser rapidement l'enceinte du batardeau et on peut alors procéder à l'établissement des fondations avec la plus grande sécurité.

Il est indispensable que la partie inférieure du batardeau C D E F soit draguée et remplacée par la terre glaise qui doit remplir entièrement l'intérieur du batardeau entre les points E' F' E F.

Si cette précaution n'était pas prise on s'exposerait à n'avoir dans certains cas qu'une étanchéité insuffisante, car il arrive parfois que le rocher présente à sa surfacé supérieure des aspérités qui ont provoqué des cassures à travers lesquelles peuvent sourdre des eaux provenant des sources inférieures, qu'on désigne habituellement sous le nom de *renards*.

Ce système présente sur ceux habituellement employés une économie considérable, car les mêmes tringles et les mêmes planches et une partie de la glaise peuvent servir plusieurs fois. — L. D.

* **BATAVIA.** *T. de tiss.* Les batavias sont des armures dérivées du sergé; aussi, les désignant par le rythme de l'armure, dit-on indifféremment batavia 2 et 2, batavia 3 et 3, ou sergé 2 et 2, sergé 3 et 3. Leur caractère distinctif est l'égalité absolue de la *nervure* et du *cordon*, la nervure étant l'effet de chaîne, le cordon l'effet de trame, desquels les largeurs réunies constituent ce qu'on est convenu d'appeler une *croisure*.

Le batavia, prototype du genre, et que, dans certains centres de production, on nomme *casimir*, *croisé-casimir*, ou simplement *croisé*, est un sergé de 2 et 2. Cette désignation numérique indique que l'armure comporte 4 fils et 4 duites en rapport, et qu'à l'insertion de chacune de ces duites, deux de ces fils sont levés quand deux autres restent en fond. Quatre lames et quatre marches sont donc nécessaires pour l'exécution en tissu de cette armure (fig. 172).

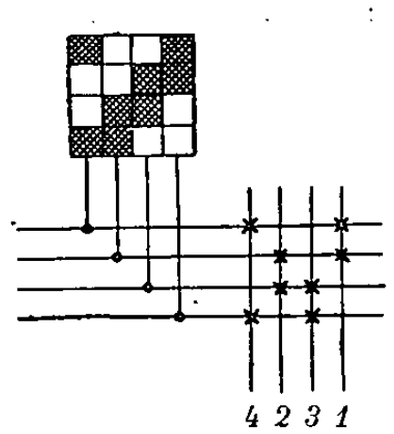


Fig. 172.

Théoriquement les tissus batavias n'ont pas d'envers, cependant le sens de torsion des fils qui les composent, judicieusement combiné avec la direction de la croisure, c'est-à-dire avec la direction des sillons obliques, donne à l'une des faces du tissu un aspect beaucoup plus agréable que celui de l'autre face. De là, l'endroit d'un *mérinos*, d'un *anacoste*, par exemple. — V. *Supplément*, Tors (Effets des).

L'armure batavia est certainement, après l'armure toile, celle qui fournit la plus grande variété de tissus unis pour robes, draperie, doublure, etc. Elle se prête supérieurement aussi, non seulement à la fabrication des étoffes rayées, mais encore et surtout à celle des étoffes à damiers, à carreaux variés, des tissus *écossais* enfin en général. La raison en est que les combinaisons d'our-

dissage et de duitage peuvent être, sans inconvénient aucun, établies sur un nombre quelconque de fils et de duites, au gré du dessinateur sans que celui-ci ait à tenir compte de la valeur dn rapport d'armure, pour la symétricité du dessin, et que, d'autre part, les effets de couleurs variées, bandes ou filets en long et en travers, qui constituent le dessin, présenteront tous et toujours, en même temps qu'une égale pureté, une intensité de coloris équivalente, s'il y a parité de qualité, titre et réduction entre la chaîne et la trame, puisque ces deux éléments constitutifs du tissu jouent un rôle égal et identique à la surface de l'étoffe. — CH. V.

BATEAU ÉLECTRIQUE. L'idée de se servir de l'intermédiaire de l'électricité pour la propulsion

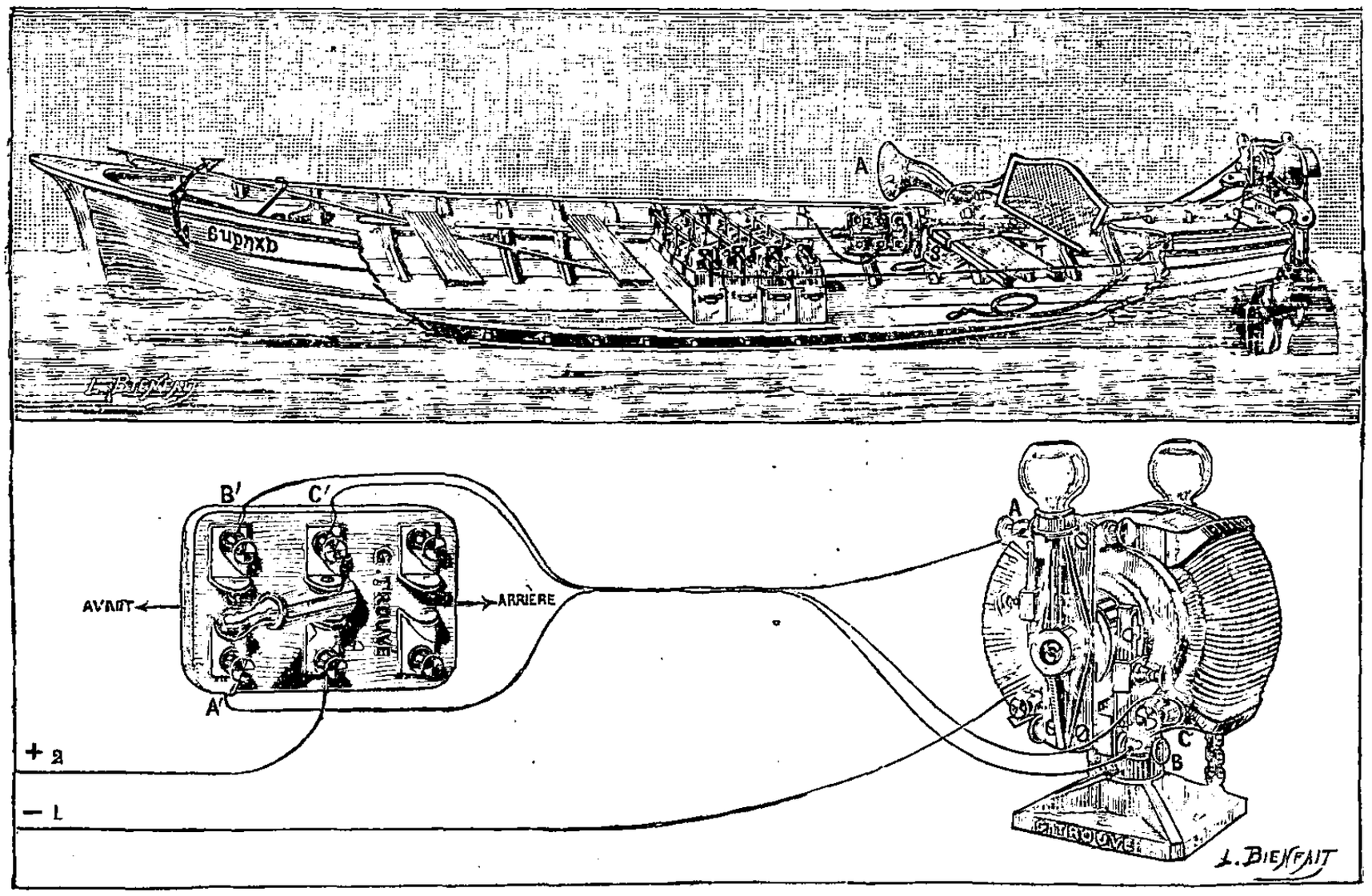


Fig. 173.

grande navigation. C'est qu'en effet, les grands navires ont besoin, pour réaliser la vitesse qu'on atteint actuellement, de forces extrêmement considérables : plusieurs milliers de chevaux-vapeur. Or, dans les machines dont ces navires sont pourvus, on brûle du charbon d'une manière très économique; on arrive ainsi à produire un cheval-vapeur pour une consommation de charbon de 800 grammes par heure. Lorsqu'on veut employer le courant électrique, il faut, au lieu de brûler du charbon, brûler un métal; c'est le zinc qui est actuellement universellement employé pour toutes les piles et on peut montrer assez facilement qu'il n'est guère possible de le remplacer par un autre métal usuel. Comme la combustion du zinc se fait lentement, et comme ce métal est obtenu lui-même à l'aide de la combustion du charbon, on conçoit facilement qu'on n'aura aucun avantage à remplacer la combustion du charbon dans une machine à vapeur par la combustion du zinc dans un appareil électrique. Si on ajoute en outre qu'il faut, dans une pile, une substance dépolarisante plus chère que le zinc, on voit que l'avenir de l'électricité est limité à certains cas particuliers.

On peut envisager la question à un autre point de vue, celui du poids. Dans une machine à vapeur, la machine elle-même et surtout la chaudière pèsent un poids considérable, et il peut être utile, dans certaines conditions, de réduire le poids à un minimum. Lorsqu'il s'agit de petits bateaux on peut alors s'adresser utilement à l'électricité : cet agent permet de réduire dans de fortes proportions le poids du moteur et de se débarrasser de la chaudière. On pourrait combiner une série de piles, genre Bunsen, exigeant,

des bateaux est déjà ancienne, puisque les premières expériences ont été faites sur la Néva par Jacobi en 1839. Depuis ce temps on a réalisé des progrès énormes en électricité, surtout au point de vue de la production mécanique du courant et de la construction des moteurs électriques; on a inventé de plus les accumulateurs. Il était donc à prévoir que cette question des bateaux électriques serait reprise, et on pouvait espérer un certain succès. Cette prévision s'est réalisée, et depuis quelque temps les petits bateaux ou canots de plaisance, mus par l'électricité, sont fort à la mode.

Disons d'abord, pour circonscrire le problème, que dans l'état actuel de la science on ne prévoit aucunement la possibilité d'employer un jour l'électricité comme mode de propulsion dans la

pour fonctionner, du zinc, de l'acide sulfurique et de l'acide azotique, et dans laquelle le poids total des substances actives ne serait pas considérable par rapport au poids de charbon nécessaire pour actionner de petites machines à vapeur. On pourrait établir ainsi des moteurs électriques qui, sous un même poids, dégageraient plus d'énergie qu'une machine à vapeur et dont le prix ne serait pas très exagéré ; il ne faut pas oublier en effet que, dans les machines à vapeur de dimensions restreintes, le prix du charbon consommé n'est qu'une faible fraction de la dépense totale.

Au lieu de recourir aux piles genre Bunsen, qui sont les plus avantageuses, mais dont les ingrédients sont assez dangereux à manier, on emploie d'habitude les piles au bichromate de potasse. M. Trouvé, qui un des premiers s'est lancé dans cette voie, a combiné une pile au bichromate spécialement adaptée aux petits bateaux de plaisance.

La figure 173 représente l'aspect d'un de ces bateaux construits par M. Trouvé. Ce canot qui a 8 mètres de long sur 1 mètre de large, est pourvu de 7 piles au bichromate, de 6 éléments chacune ; la force totale produite sur l'arbre est de 1 cheval 1/2. Le moteur, du genre Gramme, est établi sur la tête du gouvernail et actionne l'hélice au moyen d'une chaîne de Galle. La vitesse obtenue est paraît-il de 14 à 15 kilomètres à l'heure et on pourrait maintenir cette vitesse pendant plusieurs heures. M. Trouvé a également disposé un modèle de canot où l'hélice est remplacée par un propulseur à augets. La vitesse obtenue dans les deux cas serait la même. Disons encore que, d'après l'auteur, la consommation du zinc et du liquide ne dépasse pas 2 kilogrammes par heure et par cheval, et que la dépense pour le bateau de 8 mètres ne serait pas supérieure à 1 fr. 60 par heure.

L'appareil qu'on voit en A est une sirène-avertisseur, mue par l'électricité.

Les accumulateurs ont fourni un autre moyen d'actionner les petits bateaux de plaisance ; on les a même appliqués avec plus ou moins de succès à la propulsion des torpilles et des bateaux sous-marins. Il existe actuellement, sur la Tamise, à Londres, plusieurs bateaux pourvus d'accumulateurs et qu'on peut louer comme on loue les fiacres dans les grandes villes. Comme il existe le long de la Tamise plusieurs stations d'éclairage électrique, on peut facilement recharger les accumulateurs lorsqu'ils sont épuisés. Les renseignements suivants sur un de ces bateaux ont été puisés dans le rapport de M. Forbes à l'Association britannique pour l'avancement des sciences en 1889.

La chaloupe électrique a une longueur de 10 mètres, sur une largeur de 2 mètres et un tirant d'eau de 37 centimètres en avant et 45 centimètres en arrière. Il y a 44 accumulateurs pesant ensemble environ 1,200 kilogrammes. Un commutateur permet de marcher en avant, en arrière, à pleine vitesse et à vitesse modérée. Le nombre de tours est de 720 par minute, pour la vitesse maximum qui est de 8 à $9^{km},5$ par heure. Cette vitesse médiocre est le côté faible de ces canots, car lorsqu'on monte un courant un peu fort, on n'avance que très peu ; on pourrait probablement augmenter la vitesse dans des proportions assez notables en augmentant le nombre d'accumulateurs, ce qu'on peut faire assez facilement puisqu'il reste encore de la place disponible. La chaloupe électrique peut porter facilement 20 personnes et faire environ 65 kilomètres sans que la batterie soit épuisée. Voici une expérience faite pour mesurer le rendement des accumulateurs. La vitesse moyenne obtenue pendant une marche d'environ huit heures, avec un arrêt d'une heure et d'autres arrêts plus courts, pour passer des écluses, etc., a été telle qu'on a franchi un mille anglais de 1609 mètres en $11^{m},3^{s}$, en descendant le courant et en $10^{m},2^{s}$ en montant. La vitesse moyenne correspond à 9 kilomètres à l'heure, ou à $2^{m},5$ par seconde. Pour mesurer l'effort exercé par l'hélice on a attaché l'arrière du bateau à l'aide d'une amarre à un dynamomètre à ressort ; la pression indiquée était de 97 livres = 44 kilogrammes. L'énergie est donc de $2,5 \times 44 =$ 110 kilogrammètres = 1079 watts ou 1,46 cheval-vapeur. L'intensité du courant électrique moyen était de 23 ampères, avec une différence de potentiel de 78 volts, ce qui donne une dépense d'énergie de 1794 watts. Le rendement total, y compris la perte due au frottement, les pertes électriques, etc., est ainsi de 60 0/0, ce qui est un résultat très satisfaisant, surtout pour les premiers types de canots électriques qui ont été construits.

Lorsqu'on compare les données de cette chaloupe au bateau de M. Trouvé, on trouve une assez grande concordance dans l'énergie dépensée par le moteur ; ce n'est que la vitesse qui est assez différente dans les deux cas ; nous ne savons pas si la vitesse de 14 à 15 kilomètres à l'heure a pu être maintenue pendant un temps d'une certaine durée.

Pour être complet, nous ajoutons les renseignements suivants sur un bateau électrique de construction américaine. Ce bateau d'une longueur de 12 mètres possède un moteur d'un poids de 240 kilogrammes, de 70 ampères et 200 volts, ce qui donne environ 20 chevaux-vapeur. Il y a 200 accumulateurs d'un poids total de 4,000 kilogrammes et la vitesse obtenue est de 19 kilomètres à l'heure.

***BATEAU SOUS-MARIN.** La construction du *Plongeur* à Rochefort en 1863 (V. *Dictionnaire,* Bateau sous-marin), marqua un pas immense en avant dans l'art de la navigation sous-marine, et cependant les essais de ce bateau montrèrent que l'on était loin d'avoir trouvé la solution définitive de ce problème. On pourrait même peut-être dire, que la construction du *Plongeur* et son insuccès retardèrent la réalisation de nouveaux progrès dans cette voie, en montrant nettement toutes les difficultés que présentait la question. La principale de ces difficultés, que rencontra et que ne put résoudre la commission chargée des essais, fut de maintenir le bateau en marche sous l'eau à une profondeur constante.

Les appareils employés pour atteindre ce but comprenaient :

1° Des cylindres verticaux placés à l'avant et à l'arrière du bateau, en communication avec la mer à leur partie supérieure, et fermés dans le bas par un piston qui pouvait se déplacer sous l'action de l'air comprimé, et refouler ainsi un volume d'eau déterminé en augmentant d'autant le volume du bateau et en déplaçant son centre de carène. Cette disposition permettait donc au repos ou à très petite vitesse de faire varier l'inclinaison longitudinale du bâtiment.

2° Un gouvernail horizontal double placé à l'arrière assurait les mêmes changements d'assiette longitudinale pendant la marche.

3° Des hélices de suspension permettaient également de produire les mêmes déplacements. Ces différents appareils étaient parfaitement appropriés au but pour lequel ils avaient été conçus; malheureusement, leur puissance n'était pas assez considérable, car ils étaient mus à bras d'homme, et, de plus, n'étant reliés en aucune façon aux mouvements du bateau qu'ils devaient diriger, ils n'agissaient pas exactement au moment propice pour régler ce mouvement dans le sens convenable. Aussi, pendant toute la durée des essais, le bateau, qui, à la surface, se comportait bien, ne put, une fois immergé, se déplacer en se maintenant dans un plan horizontal; il procédait par bonds, en dessus et en dessous du plan d'immersion que l'on avait choisi, tantôt allant toucher le fond (les essais se faisaient dans la Charente), ou remontant à la surface. Malgré tout le soin apporté aux essais, on ne put résoudre ce problème, qui nous paraît aujourd'hui relativement facile et dont la première solution complète a été donnée par la construction de la torpille Whitehead. Cette solution consiste dans l'emploi d'un piston hydrostatique, d'un pendule régulateur et du servo-moteur.

Au moment des essais du *Plongeur*, un des ingénieurs de la commission avait eu l'idée de relier le gouvernail à un piston hydrostatique se déplaçant sous l'action de la pression de l'eau. On voit qu'ainsi, théoriquement, les organes de transmission étant convenablement disposés; si le piston se trouve à une profondeur supérieure à celle pour laquelle il a été réglé, il dirigera le gouvernail horizontal vers le haut, tendant ainsi à faire remonter le bateau; si au contraire, il se trouve au-dessus de ce plan d'immersion, il disposera le gouvernail pour faire plonger le bateau.

Indépendamment des dimensions considérables qu'il aurait fallu donner à ce piston pour actionner convenablement le gouvernail, et en admettant même qu'on eût trouvé un appareil mécanique permettant d'augmenter cette force dans telle proportion qu'on aurait voulu, on peut dire que le piston hydrostatique seul n'aurait pu maintenir convenablement le bateau dans son plan d'immersion. Les mouvements d'un gouvernail actionné par ce seul organe sont trop brusques, et le bateau procède par bonds comme dans le cas précédent.

Pour régler cette action trop vive, il faut adjoindre au piston un lourd pendule régulateur. On conçoit que si l'on combine les mouvements du piston et du pendule, on puisse suivant l'inclinaison du bateau dans le sens de sa longueur, augmenter ou diminuer autant qu'on le veut, l'amplitude du mouvement du gouvernail dû au piston seul.

Les mouvements du gouvernail peuvent ainsi être réglés de telle sorte que l'amplitude des oscillations, que le bateau décrit en dessus et en dessous de son plan d'immersion, aille en décroissant jusqu'à devenir nulle.

Ainsi que nous l'avons fait pressentir, si l'on voulait actionner directement le gouvernail par les mouvements du piston, celui-ci devrait avoir des dimensions inadmissibles; aussi l'ingénieuse combinaison de M. Whitehead n'aurait produit aucun résultat sans la connaissance du principe d'asservissement des moteurs mis en pratique pour la première fois par M. Farcot en 1868 (V. *Dictionnaire,* SERVO-MOTEUR). L'emploi du servo-moteur donne, en effet, le moyen, non seulement d'amplifier la puissance, mais d'obtenir des mouvements d'une précision absolue. La force relativement faible obtenue par le jeu du piston et du pendule servira à faire fonctionner le tiroir d'un servo-moteur dont le piston agira au moyen de transmissions convenables sur le gouvernail horizontal.

On peut donc dire, en s'appuyant en cela sur l'expérience fournie journellement par le bon fonctionnement des torpilles Whitehead, que la condition essentielle de stabilité de route dans un plan vertical d'un bateau sous-marin, consistera dans l'emploi d'appareils analogues à ceux du piston et du pendule agissant sur le tiroir d'un servo-moteur assez puissant pour actionner facilement le gouvernail horizontal de ce bateau. Il y aurait lieu aussi, pour produire les changements d'assiette au repos, de munir le bateau de pistons analogues à ceux du *Plongeur* et disposés à l'avant et à l'arrière du bâtiment.

L'immersion du bateau parallèlement à sa direction primitive s'obtiendrait en laissant l'eau s'introduire dans des compartiments spéciaux, et l'émersion en expulsant l'eau de ces compartiments.

Il semble d'ailleurs, que, pour posséder une bonne stabilité de route dans le plan vertical, un bateau sous-marin doit toujours avoir, même lorsqu'il est complètement immergé, une certaine flottabilité qui tende toujours à le ramener à la surface, le gouvernail horizontal étant disposé, à son départ, de façon à produire une composante verticale d'enfoncement, annulant à chaque instant la composante verticale d'émersion due à l'excès du déplacement sur le poids total du bateau ou à la flottabilité. Il est bon aussi de disposer en un point quelconque extérieur à la coque, un poids fixe assez considérable et facile à abandonner rapidement, de façon à donner subitement au bateau une flottabilité suffisante pour lui permettre de revenir rapidement à la surface, dans un cas de danger pressant.

Si l'on passe maintenant à l'étude de la machine, on reconnaît que pour l'époque, la machine du *Plongeur* était parfaitement construite; il est à regretter seulement que la fabrication des réservoirs d'air comprimé n'ait pas été à ce moment plus avancée, car au lieu d'emmagasiner de l'air à 12 atmosphères, on aurait pu en comprimer à 100, et décupler ainsi la durée de la marche de la machine.

Aujourd'hui l'air comprimé semble avoir été abandonné par tous les inventeurs de bateau sous-marin, et c'est en général à l'électricité qu'ils ont demandé la force motrice nécessaire au propulseur.

Ce qui séduit au premier abord dans l'emploi des moteurs électriques pour la propulsion des bateaux sous-marins, c'est l'absence complète de produits gazeux à abandonner pendant le fonctionnement de la machine, ce qui permet de ne révéler en rien sa présence à l'ennemi quand le bateau est entièrement immergé. De plus, le poids du bateau et son centre de gravité, ne varient pas pour la même raison. Enfin, un moteur électrique avec sa pile ou les accumulateurs nécessaires à son fonctionnement a généralement un poids plus petit par cheval indiqué que tous les autres systèmes de moteurs connus aujourd'hui.

Doit-on conclure de ces faits que le moteur électrique est nécessairement le plus convenable pour un bateau sous-marin et doit être employé à l'exclusion de tout autre?

On ne saurait l'affirmer, et il y a même lieu de croire que ce ne sera pas là la solution définitive du problème qu'on s'est posé. La meilleure raison qu'on puisse en donner est le rayon d'action relativement faible que possède un bateau muni d'un moteur de ce genre, comparativement à celle qu'il pourrait avoir, s'il était possible de le munir d'une machine à vapeur ordinaire très légère avec un approvisionnement de charbon convenable.

La question de l'évacuation de la fumée complique évidemment dans ce cas la construction du bateau, mais on pourrait n'employer la marche ordinaire, que lorsque le bâtiment naviguerait à la surface. Au moment où il serait nécessaire de l'immerger, on fermerait par des portes absolument étanches l'orifice de la cheminée et les ouvertures du foyer, et on continuerait à marcher soit avec la pression emmagasinée dans la chaudière, soit avec une machine électrique auxiliaire qui fonctionnerait au moyen d'une pile ou d'accumulateurs chargés à l'avance. Cette combinaison forcerait évidemment à augmenter les dimensions des bateaux sous-marins tels qu'on les construit actuellement, mais elle aurait le grand avantage de leur éviter de rentrer au port après un petit nombre d'heures de marche, pour renouveler leur provision d'électricité, et leur permettrait peut-être d'attendre en un point quelconque à l'abri des regards de l'ennemi l'instant favorable pour le frapper.

Il ne faudrait pas conclure de ce qui précède que le bateau sous-marin, au moins dans l'état actuel de nos connaissances, doive être considéré comme un bâtiment pouvant s'éloigner beaucoup des côtes, gagner la haute mer et de là surveiller l'ennemi et le frapper à loisir; son rôle doit être jusqu'à présent beaucoup plus modeste sans être pour cela moins important; il doit se tenir à proximité des ports de guerre et surtout des ports de commerce, qui souvent ne possèdent que de faibles défenses, et par sa présence inquiétante, empêcher l'ennemi de les approcher d'assez près pour les bombarder. Il faut maintenant passer en revue les divers systèmes de bateaux sous-marins construits depuis le *Plongeur*.

La Russie est peut-être le pays où l'étude de la navigation sous-marine a été poussée le plus loin. En 1868, M. Winan construisait et faisait marcher sur la Néva un bateau sous-marin du type désigné sous le nom d'*Alexandrowski*, il ne fut pas jugé bon. Un grand nombre d'autres types furent successivement mis à l'essai, mais ne donnèrent pas de meilleurs résultats.

A la même époque plusieurs bateaux semblables étaient essayés aux Etats-Unis et en particulier l'un d'eux construit par un américain nommé Villeroi, permit à son inventeur et à huit personnes qui l'accompagnaient, de passer cinq heures entières au fond du lit d'une rivière. Dans ce bateau, on conservait à l'air sa pureté primitive par un moyen chimique.

M. Garrett, de Liverpool, fit construire en 1876 par Cochrane, le *Resurgam* qui avait environ 13 mètres de longueur et une forme cylindrique terminée par deux extrémités en forme de cône. Les gouvernails étaient placés au milieu de la longueur, et le bateau possédait des pistons de déplacement analogues à ceux du *Plongeur*. Il exécuta un certain nombre d'expériences intéressantes puis se perdit en vue de la côte de Welsh. Ce bateau a probablement formé la base de la construction du premier type de bâteau de Nordenfeld.

En 1882, on essaya à Saint-Pétersbourg un bâtiment qui suivant certains écrivains serait du type *Bjevalski*, suivant d'autres, aurait été construit par Szevetski, et que quelques-uns enfin prétendent n'être autre que le *Goubet* dont un des premiers types aurait été vendu à cette époque à la Russie, qui en aurait acheté cinquante dès 1883. Quoi qu'il en soit, ce bateau avait environ 6 mètres de longueur, et 2,500 kilogrammes de déplacement. La propulsion était assurée par une hélice mue à bras d'homme. La vitesse ainsi réalisée fut d'environ 3 nœuds 1/2. Au milieu de la longueur du bateau s'élevait une coupole de verre qui restait presque constamment au-dessus de l'eau et d'où l'on gouvernait. Des poids mobiles glissant d'avant en arrière le long d'une tige métallique fixe permettaient de donner au bateau l'assiette voulue. Un réservoir contenait une provision d'air comprimé suffisante pour vingt-quatre heures. L'atmosphère était de plus purifiée par des moyens chimiques. Les torpilles étaient mises en feu par l'électricité.

Le dernier modèle de bateau *Goubet* n'a qu'un déplacement d'environ deux tonneaux; ses prin-

cipales dimensions sont : longueur 5 mètres, largeur 98 centimètres, hauteur au milieu 1m,82. Sa forme lui donne la grande stabilité nécessaire à un bateau d'aussi faible dimension, où le moindre mouvement des hommes à l'intérieur tend à détruire l'équilibre. Dans le milieu du bateau et à sa partie supérieure est un dôme très peu élevé formant panneau de descente sous lequel s'assoient dos à dos les deux hommes chargés de la manœuvre. Ce panneau est hermétiquement clos par un couvercle de forme particulière portant un certain nombre d'ouvertures fermées par des lentilles qui permettent de voir à l'extérieur. La torpille est placée à l'extérieur du bateau, à l'arrière ; elle contient environ 50 kilogrammes de dynamite ou d'autre matière explosive. La manière de la fixer d'une façon certaine contre la coque d'un bateau, paraît être la principale difficulté qu'a rencontrée l'inventeur, difficulté qui ne paraît pas être complètement résolue. La mise en feu doit se faire à distance par l'électricité.

C'est également l'électricité qui fournit la force motrice nécessaire à la propulsion. Cette électricité est obtenue au moyen de piles spéciales dont le courant est envoyé dans une dynamo Siemens qui développe à toute puissance une force suffisante pour donner au bateau une vitesse d'environ cinq nœuds. Indépendamment de la machine motrice et dans le cas où celle-ci ne fonctionnerait plus, soit par suite d'un dérangement, soit par suite de l'usure des piles, le bateau est muni de rames articulées pour assurer dans ce cas sa sécurité. Un réservoir d'air comprimé en contient une quantité suffisante pour remplacer celui qui est vicié par la respiration. Ce dernier est expulsé au moyen d'une pompe spéciale. Le réservoir est suffisant pour deux personnes pendant 10 heures. En outre, une certaine quantité de potasse caustique distribuée en certains points du bateau absorbe une partie de l'acide carbonique exhalé pendant la respiration, et une petite quantité de chlorure de chaux détruit les miasmes et les matières organiques dont l'air se charge dans un espace restreint complètement clos et habité.

Le bateau ne possède pas de gouvernail, l'hélice est reliée à l'arbre de la machine par un joint articulé et on peut la diriger d'un côté ou de l'autre suivant la route que l'on veut suivre. L'assiette longitudinale du bateau est conservée automatiquement, en reliant à un lourd pendule le mécanisme de mise en marche d'une petite machine électrique auxiliaire, qui actionne une pompe pouvant puiser dans un compartiment situé à une extrémité du bateau, par exemple à l'avant et remplir le compartiment de l'autre extrémité, par conséquent de l'arrière, ou inversement.

Quand on veut plonger, on remplit d'eau certains compartiments qui pourront être vidés ultérieurement par l'action d'une pompe.

Pour assurer la sécurité de l'équipage, on dispose sous le bâtiment une quille en plomb qu'on peut abandonner de l'intérieur. En outre, en cas d'accident, on peut abandonner une fusée qui explose en arrivant à la surface de l'eau. Cette fusée peut même être disposée pour recevoir et ramener ainsi à la surface un fil téléphonique.

On a fait récemment à New-York des expériences sur un bateau sous-marin appelé le *Peacemaker*, inventé par le professeur Tuck. Les principales dimensions sont : longueur 9m,15, largeur 2m,59, profondeur au milieu 2m,14. Son déplacement est d'environ vingt tonnes. Une petite coupole émerge seule au-dessus de l'eau. Le *Peacemaker* possède deux gouvernails horizontaux placés de chaque côté et un gouvernail vertical à l'arrière. On a proposé, paraît-il, pour fixer la torpille contre la coque en fer du bâtiment attaqué, l'emploi de forts électro-aimants.

Primitivement, le propulseur était mû par un moteur électrique auquel l'électricité était fournie par des accumulateurs. Mais ce système ayant été reconnu défectueux, on l'a remplacé par une machine à vapeur de quatorze chevaux de Westinghouse, avec une chaudière à la soude de Honigmann. On prétend qu'avec cette nouvelle installation, le bateau file huit nœuds et possède un approvisionnement de soude caustique suffisante pour une marche de cinq heures. Ce bateau est resté sept minutes sous l'eau à une profondeur de 12 mètres environ ; pendant ce temps il a parcouru environ un mille et est passé sous la quille de deux steamers qui étaient sur sa route.

M. Waddington, de Seacombe près de Liverpool, a fait un grand nombre d'expériences sur un bateau sous-marin; le *Porpoise*, de 11m,30 de longueur, et de 1m,83 de diamètre au milieu. Il est mû par l'électricité et possède des piles en quantité suffisante pour parcourir 200 milles à faible vitesse, ou pour marcher pendant dix heures à huit nœuds. Deux gouvernails horizontaux placés dans le milieu de la longueur du bateau servent à le faire plonger ou remonter à la surface. L'air comprimé est contenu dans deux compartiments placés à l'avant et à l'arrière. Le bateau peut-être suspendu à la façon d'un canot aux porte-manteaux d'un navire de guerre.

Bateau Nordenfeld. Un premier bateau sous-marin de ce constructeur, essayé il y a quelques années, présentait la forme d'un cigare; il avait 19m,50 de longueur, et un diamètre de 2m,75 au milieu. La coupole de commandement avait 30 centimètres de hauteur environ; elle était fermée par un couvercle qui pouvait tourner facilement autour d'un pivot pour permettre l'entrée ou la sortie des trois hommes qui composait l'équipage.

Deux petites hélices à axe vertical logées dans des tambours produisent l'immersion à la profondeur voulue, car le bateau reste toujours horizontal et conserve toujours une certaine flottabilité. A l'arrière est disposée une hélice à quatre ailes pour la propulsion. Le gouvernail de direction est placé derrière l'hélice. A l'avant sont fixés deux gouvernails horizontaux dont la disposition est telle qu'ils tendent toujours à faire reprendre au bâtiment la position horizontale dès qu'il l'abandonne. La résistance du bateau est calculée de façon à lui permettre de supporter une pression de 30 mètres d'eau environ, bien qu'on n'ait

pas l'intention de descendre à une telle profondeur.

L'appareil moteur se compose : 1° d'une machine principale Compound avec condenseur par surface ; 2° de deux petites machines auxiliaires pour marcher lorsqu'on est à la surface, et pour actionner les hélices de profondeur lorsqu'on s'immerge. A la surface, la vapeur est obtenue au moyen d'une chaudière ordinaire, mais lorsque le bateau est immergé, cette vapeur provient de deux réservoirs d'eau surchauffée dans lesquels on emmagasine la chaleur quand on navigue à la surface. Ces réservoirs contiennent environ huit tonnes d'eau à une température correspondante à

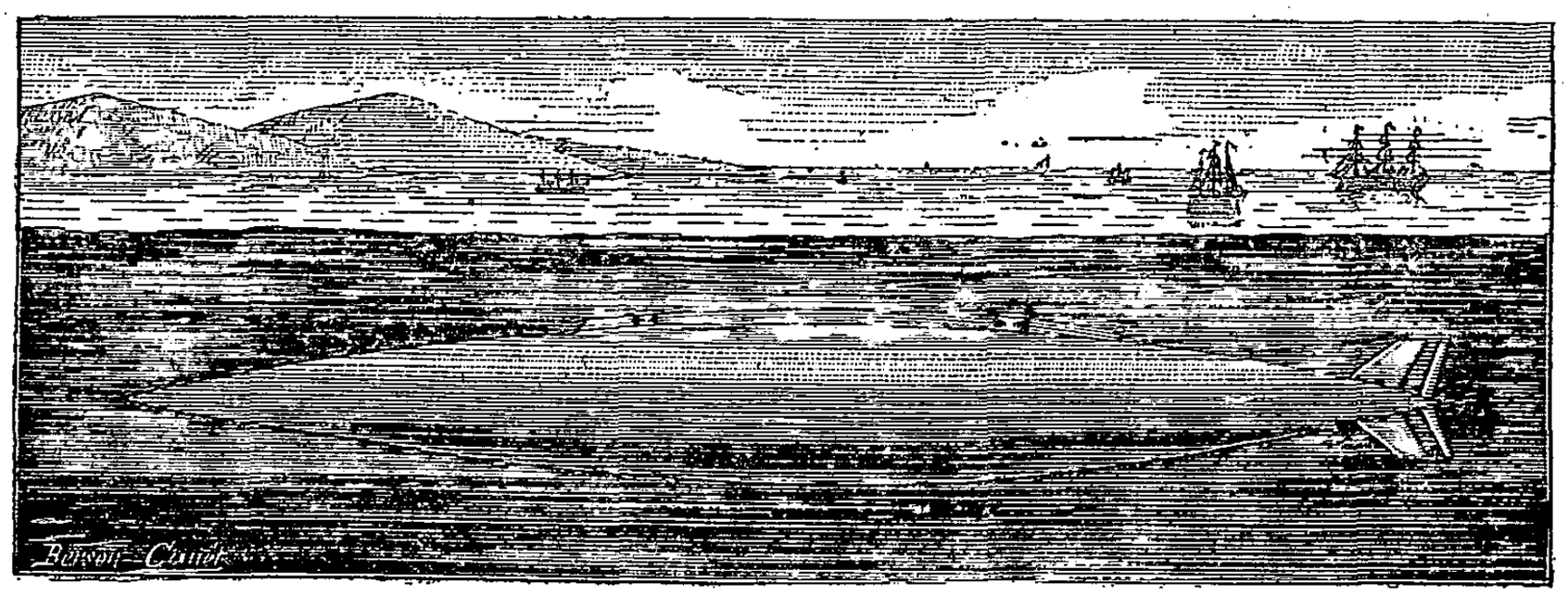


Fig. 174. — *Le* Gymnote *immergé.*

10 atmosphères et ils sont suffisants pour permettre une marche sous l'eau de 15 milles environ à 5 nœuds.

Ce bateau fut acheté par le gouvernement grec en 1886 : il subit des essais satisfaisants dans la baie de Salamis.

Quelque temps après, un bateau sous-marin du même genre fut demandé par la Turquie à M. Nordenfeld. Ce bateau avait les dimensions générales suivantes : longueur, 30m,4 ; diamètre, 3m,65 ; déplacement, 160 tonnes environ.

La vitesse devait atteindre 12 nœuds et il devait contenir une quantité de charbon suffisante pour une course de 100 milles. La profondeur à laquelle il devait pouvoir descendre avec sécurité était de 15 mètres environ. La machine devait fournir 250 chevaux avec une pression aux chaudières de 8 kilogrammes par centimètre carré. Le

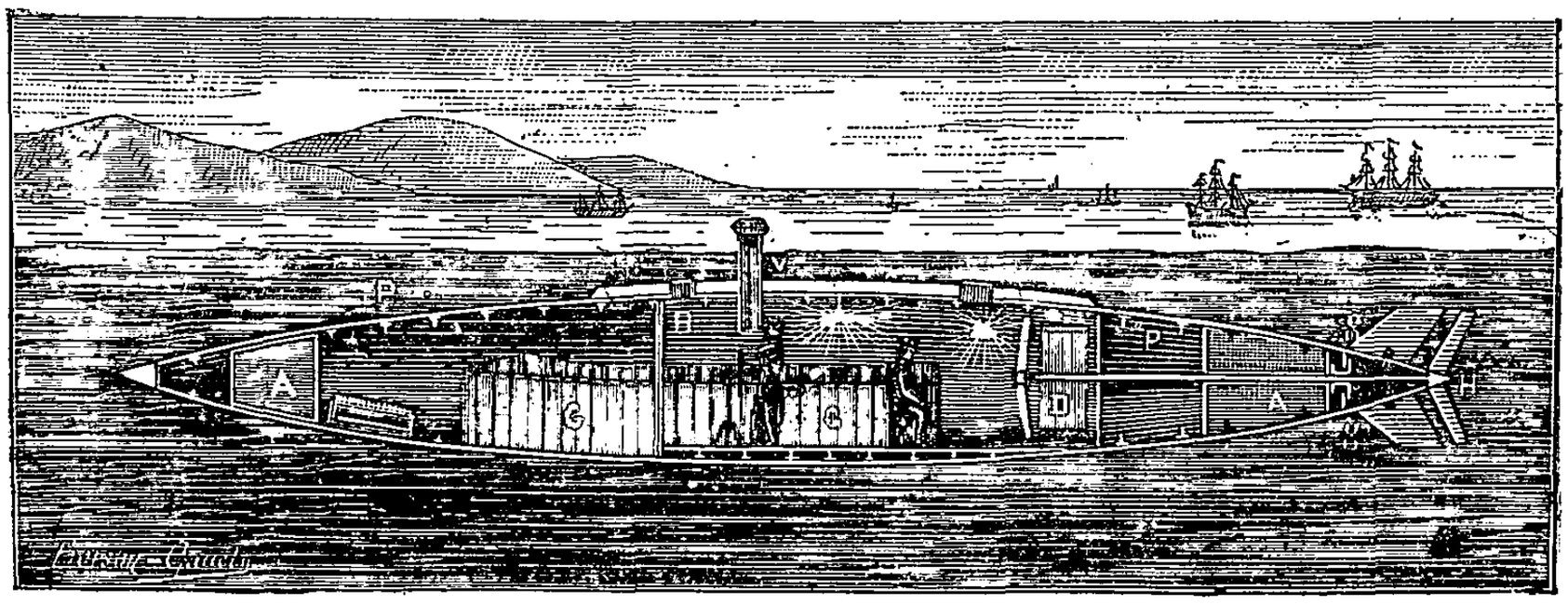


Fig. 175. — *Coupe du* Gymnote.

bateau contient deux réservoirs d'eau de 15 tonnes chacun et une chaudière ordinaire à deux foyers. Il emporte deux torpilles automatiques qui peuvent être lancées par un moyen mécanique. L'équipage est de six hommes, et avec ses soutes pleines, ce bâtiment peut tenir la mer pendant cinq jours environ.

Enfin, dans ces derniers temps, M. Nordenfeld vient de construire un nouveau bateau sous-marin dont les dimensions sont : longueur, 38 mètres ; diamètre, 3m,65 ; déplacement complètement immergé, 230 tonneaux environ ; déplacement pour la navigation à la surface, 160 tonneaux environ.

Les machines qui sont spécialement construites pour l'emploi de la vapeur sous des pressions variées développent 1000 chevaux avec 12 kilogrammes de pression et communiquent au bateau une vitesse de 15 nœuds. Sous l'eau la vitesse n'est que de 5 nœuds. Plusieurs machines auxiliaires permettent d'actionner les gouvernails, es pompes, etc. L'équipage se compose de 9 hommes. Le bateau porte 35 tonnes d'eau froide dans ses réservoirs, et 27 d'eau chaude dans ses chau-

dières. Ces dernières peuvent fournir une course de 20 milles sous l'eau. L'approvisionnement de charbon est de 8 tonnes permettant une distance franchissable de 900 milles environ. On peut à l'occasion remplacer 20 tonnes d'eau froide par 20 tonnes de charbon. L'armement du bateau comprend deux tubes lance-torpilles et deux canons Nordenfeld. Vers le mois de mai 1887, on a procédé à divers essais qui ont montré que le bâtiment réalisait les conditions prévues, mais on ne connaît pas les résultats des essais définitifs.

Le Gymnote. On peut citer en dernier lieu le bateau construit à Toulon par M. Romazotti, ingénieur de la marine sur les plans de M. Zédé, ancien directeur des constructions navales. Ce bateau sur lequel on ne possède que des renseignements très incomplets puisque les essais en sont tenus aussi secrets que possible, possède les dimensions suivantes : longueur, 17m,20; diamètre au milieu, 1m,80; déplacement, 30 tonnes.

La figure 174 représente le *Gymnote* complètement immergé ; la figure 175 représente une coupe longitudinale par l'axe du bâtiment. On y remarque à l'avant et à l'arrière deux compartiments marqués A qui servent à assurer l'assiette longitudinale; en G à la partie centrale sont les accumulateurs, en B se trouve le panneau de descente; le tube V qui émerge quand le bâtiment navigue à une petite profondeur est placé au-dessus de l'homme chargé de la manœuvre du gouvernail et lui permet, au moyen d'un système de lentilles qui lui renvoient l'image des objets extérieurs, de diriger la marche. Ce tube peut être rentré quand on veut passer sous la coque du bâtiment attaqué. En D est le moteur électrique. Le gouvernail est placé en *gg* à l'avant de l'hélice H.

L'appareil moteur est une machine électrique système Krebs. L'électricité est fournie par des accumulateurs. Tout ce qu'on peut dire au point de vue des essais déjà faits avec ce bateau, c'est qu'il a rempli exactement les conditions pour lesquelles il avait été construit. Les expériences auxquelles on s'est livré permettront peut-être d'arriver à fixer définitivement la valeur des bateaux sous-marins et leur mode d'emploi dans l'attaque des navires ennemis ou la défense des ports.

L'Espagne possède un bateau sous-marin, le *Péral* avec lequel un grand nombre d'expériences ont été faites, mais dont on ne connaît pas exactement les résultats.

En résumé et pour terminer ce qui est relatif aux bateaux sous-marins, on peut dire, que, malgré les progrès réalisés depuis le *Plongeur*, le problème de la navigation sous-marine est loin d'être résolu et qu'un des plus grands obstacles que rencontrera toujours l'inventeur et mis en lumière par les nombreuses expériences faites aujourd'hui, sera le défaut de visibilité quand le bateau est complètement submergé. Arrivera-t-on à surmonter cette dernière difficulté ? C'est l'avenir seul qui nous l'apprendra.

• **BATEAU EN PAPIER.** Les bateaux en papier ont été imaginés par C. Water, de Lansingburg (Amérique); on les confectionne habituellement de la façon suivante : on construit un modèle en bois de pin en vraie grandeur du bateau à exécuter, que l'on dispose la quille en l'air; on colle à la partie supérieure voisine de la quille une première bande mince de papier, puis à côté de celle-là une seconde, et ainsi de suite. On recouvre cette première enveloppe d'une autre série de bandes collées sur les premières avec de la colle-forte, après avoir eu soin d'enduire celles-ci de gomme laque. On continue de la même façon jusqu'à ce qu'on arrive à l'épaisseur jugée convenable pour assurer la solidité du bateau. On a soin bien entendu de décroiser les joints des différentes bandes pour ne pas avoir de solution de continuité. Une fois le modèle complètement recouvert de papier, on le place dans une étuve où l'on entretient pendant quatre ou cinq jours une température d'environ 60°, ce qui donne au papier une consistance solide. On peut alors démonter les différents morceaux de bois qui constituent le modèle et il reste une enveloppe de papier de la forme voulue, qui se détache assez facilement de la coque en bois sur laquelle on l'a construite.

Quelquefois, au lieu de coller la première couche, on se contente d'étendre les bandes à l'état humide sur le modèle, en les maintenant à l'aide de petites tringles jusqu'à ce qu'elles soient sèches et qu'elles aient pris la forme voulue. Par dessus cette première couche, on colle les autres à la façon ordinaire, mais on a bien moins de difficulté pour l'enlèvement des pièces du modèle. Une fois qu'on a la forme de la coque en papier, on y dispose une quille, un plat bord et des bancs pour les hommes d'équipage.

L'épaisseur des bateaux en papier ne dépasse généralement pas 1m/m,6, au moins pour les bateaux de courses de faibles dimensions.

On en a cependant construit de dimensions assez considérables (12m,80 de longueur sur 1m,81 de largeur) pouvant porter quarante personnes, mais dans ce cas, la coque était soutenue par des membrures en bois. On cite aussi le cas d'un bateau en papier de 6 mètres de long environ mû par une machine à pétrole actionnant une hélice, et ayant, paraît-il, filé 10 nœuds sur l'Hudson.

• * **BÂTON** ou **BÂTON-PILOTE.** *T. de chem. de fer.* Système d'exploitation en usage sur les lignes à une seule voie : un bâton unique est affecté à l'intervalle compris entre deux stations consécutives, et aucun train n'est autorisé à circuler dans cette section s'il n'est porteur du bâton, de sorte qu'il n'y a jamais qu'un seul train en mouvement sur la section, et que toute rencontre de trains marchant en sens contraire est rendue matériellement impossible. Ce système, qui donne une sécurité absolue et qui est très commode sur les lignes peu importantes, où il ne circule qu'un petit nombre de trains chaque jour, a été inauguré en Ecosse, sous le nom de *staff-system*; la Compagnie de l'Ouest français en fait l'application sur un certain nombre de lignes à voie unique de son réseau.

Dès que la circulation prend une certaine im-

portance, l emploi du bâton ne laisse pas que d'avoir quelques inconvénients : un train qui en suit un autre est obligé d'attendre le retour du bâton, rapporté par un train de sens contraire. Il en résulte la nécessité d'alterner le passage des trains dans chaque section comprise entre deux gares, pour ramener le bâton au point de départ après chaque croisement; il en résulte aussi que l'on est forcé de faire arrêter tous les trains à toutes les stations, tandis qu'il y a beaucoup de lignes à une seule voie sur lesquelles on met en marche, pendant l'été par exemple, des trains express pour desservir rapidement des stations balnéaires ou thermales. Aussi, pour obvier à ces inconvénients, les ingénieurs anglais ont imaginé le *staff and ticket-system*, d'après lequel on peut expédier successivement plusieurs trains dans le même sens, en remettant aux mécaniciens des bulletins d'ordre de marche, le dernier étant seul porteur du bâton qui autorise la marche en sens inverse. Si l'on combine l'emploi des tickets avec une organisation de sections formées, en ne prenant que les gares où s'arrêtent tous les trains, même les trains express, et en négligeant les petites stations intermédiaires, ou bien en faisant ralentir certains trains pour qu'ils puissent prendre ou remettre le bâton au passage, sans s'arrêter complètement, on peut arriver à tourner une partie des obstacles que nous avons signalés. Toutefois, il est hors de doute que l'emploi des tickets a pour effet d'entamer le principe même du *staff-system*, et que, quelles que soient les précautions dont on entoure cet emploi, il y a des mécaniciens qui circulent sans bâton.

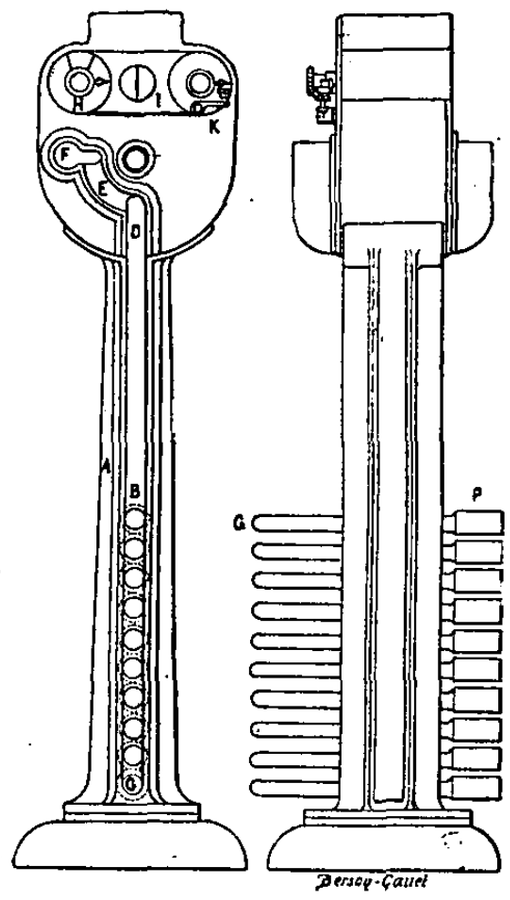


Fig. 176. et 177. — *Bâton-pilote électrique.*

Le *bâton-pilote électrique* exposé en 1889, par le chemin de fer du *London and North Western*, a pour but de remédier à cet inconvénient. L'appareil imaginé par MM. Webb et Thompson, se compose d'une colonne verticale A (fig. 176 et 177) portant une rainure BD dans laquelle sont engagés un certain nombre de bâtons-pilote G, qu'on ne peut dégager ou engager qu'en les faisant remonter de B en D et en E, jusqu'à une ouverture F pratiquée à la partie supérieure de la colonne, à l'intérieur d'une boîte munie d'un cadran H, d'un galvanomètre I, d'une clef J et d'une manette K. En faisant pénétrer le bâton dans l'ouverture F, on met en jeu des enclenchements qui dégagent l'appareil semblable existant à la station suivante et relié électriquement à celui-ci, de sorte que cette station acquiert la faculté de retirer un bâton pour le remettre à un mécanicien, c'est-à-dire d'expédier un train; au contraire, quand on retire un bâton de l'appareil, on enclenche l'appareil de l'autre station, de manière qu'elle ne peut plus rien expédier, jusqu'à l'arrivée à destination du bâton qu'on introduit dans l'appareil de la station destinataire, pour rétablir les communications coupées. Chaque appareil peut contenir plusieurs bâtons superposés, de sorte qu'il est loisible d'expédier des trains dans le même sens, sans exiger le retour du bâton, c'est-à-dire l'alternance régulière de la circulation.

En cas de détresse, l'agent qui va demander du secours, doit emporter le bâton dont la présence seule permet de faire pénétrer la machine de secours sur la section, soit à une extrémité, soit à l'autre, ce qui supprime l'emploi du télégraphe, en exigeant, il est vrai, un trajet à pied, qui peut être d'une assez longue durée.

Cet ingénieux appareil a été très remarqué à l'Exposition universelle. — M. C.

***BATTEUR DE MESURE ÉLECTRIQUE.** *T. de mus.* Nom des appareils qui permettent à un chef d'orchestre de conduire un grand nombre de musiciens, ou de transmettre à des choristes qui ne peuvent le voir, la mesure variée des morceaux à exécuter.

Quelquefois le batteur de mesure est un simple tube de verre rendu lumineux par un fil électrique incandescent qui le traverse; ou c'est une baguette à l'extrémité de laquelle est attachée une petite lampe à incandescence alimentée par un accumulateur voisin. Ces moyens ont été et sont encore employés quelquefois lorsqu'un chef doit conduire simultanément plusieurs musiques éloignées, ou faire jouer dans des scènes de nuit.

Mais les batteurs de mesure électriques les plus usités sont ceux qui transmettent la mesure au moyen de battements *auditifs*; tantôt à l'aide d'une sonnerie électrique sans interrupteur, tantôt par le tic-tac d'un métronome. Enfin d'autres montrent, *visible* à toute distance, une baguette qui donne la mesure. Dans ces différents cas, c'est l'électro-aimant qui est le moteur.

Batteur de mesure ou métronome électrique de M. J. Duboscq. Cet appareil a été longtemps, depuis 1869, employé dans les théâtres, pour mettre en communication l'orchestre et les chœurs qui souvent sont placés dans les coulisses hors de la vue du chef d'orchestre. Ce métronome est formé d'un fléau de balance sur les bras duquel agissent alternativement deux électro-aimants, et dont l'aiguille centrale très courte attire l'extrémité inférieure de la vergette du métronome qui s'incline dans un sens ou dans l'autre, suivant que le courant agit sur le premier ou le second électro. Le transmetteur, un peu compliqué, est commandé par une tige à ressort aboutissant à une

pédale ; suivant qu'elle est abaissée ou relevée le courant passe dans l'un ou l'autre des électros.

Batteur de mesure de M. Samuel. L'appareil de Duboscq n'est plus guère usité, à cause de l'impossibilité où il est de marquer autre chose que deux coups inverses l'un de l'autre, ce qui est insuffisant, car il ne peut donner la mesure à trois temps ou à quatre temps, ni les ralentissements qui, à la fin du troisième temps, précèdent un point d'orgue sur le quatrième temps, mode fréquemment usité eu musique. Le batteur de mesure de M. Samuel paraît répondre à tous les *desiderata.* L'appareil monté sur un trépied à roulettes porte une boîte carrée où se trouve un mécanisme ingénieux. La baguette qui sort de cette boîte à travers l'ouverture d'une paroi est suspendue à l'aide d'une articulation à genou qui lui permet de s'incliner en tous sens et de donner les quatre mouvements qui commandent la mesure.

Ce résultat s'obtient à l'aide de quatre électro-aimants, dont deux servent à produire le mouvement vers la gauche et vers la droite, et les deux autres à donner le mouvement de haut en bas et de bas en haut. Des ressorts antagonistes remettent la baguette à sa position médiane.

Pour que la baguette accomplisse celui des mouvements que l'on veut, il suffit d'envoyer un courant électrique dans les électro-aimants correspondants. A cet effet, la boîte du transmetteur a trois claviers superposés; celui du bas a quatre touches (pour la mesure à quatre temps), celui du milieu trois touches (pour la mesure à trois temps, celui du haut deux touches (pour la mesure à deux temps). L'appareil peut faire tous les signaux, ralentissement et accroissement de vitesse. On peut, en frappant plusieurs fois la même touche, marquer les mesures complexes, six, huit, etc. Un câble de transmission réunit les quatre contacts du clavier aux électro-aimants correspondants.

Batteur de mesure de M. Carpentier. L'instrument présenté à l'Académie des sciences (en 1886) permet de transmettre la mesure à des exécutants placés de manière à ne point voir le chef d'orchestre et paraît suppléer avec avantage les *frappeurs* qui s'entendent mal, en les remplaçant par des *signaux visibles* et reposant, sur une illusion d'optique, qui consiste à rendre visibles, sur un fond noir, deux règles tournant (par le moyen de deux électro-aimants) alternativement leurs faces blanches ou noires, sous l'angle que forme ordinairement les positions extrêmes de la baguette du chef d'orchestre. Mais cet instrument a l'inconvénient, comme celui de M. Duboscq, de ne pouvoir marquer que deux temps. — C. D.

BATTEUSE. *Inst. d'agr.* (V. *Dictionnaire*, BATTRE [Machine à]). On ne trouve plus aujourd'hui que les deux catégories suivantes :

1° *Batteuses en long ou en bout* dans lesquelles la paille passe dans une direction perpendiculaire à l'axe du batteur;

2° *Batteuses en travers* dans lesquelles la paille passe dans une direction parallèle à l'axe du batteur; les autres systèmes ont été abandonnés par la pratique.

Les *batteuses en bout* peuvent se diviser en deux types : celles dont les batteurs sont garnis de dents ou de chevilles, appelés *batteurs à pointes* ou américains (t. I, p. 587) et celles qui ont les batteurs à battes, ou *batteurs écossais* (t. I, p. 581). Les batteurs américains ne se rencontrent plus que dans les petites machines à bras ou dans les machines américaines à grand travail. Les batteurs à battes sont employés dans les machines à battre simples fonctionnant à la vapeur et notamment les *loco-batteuses*, dont nous dirons quelques mots plus loin. En général les batteurs des machines en bout sont très courts, ils peuvent battre une grande quantité de gerbes mais brisent plus ou moins la paille.

Les *batteuses en long* varient suivant la forme des battes du batteur. Les batteurs des machines françaises ont de $1^m,20$ à 2 mètres de long, ceux des machines anglaises varient de $0^m,90$ à $1^m,55$; ils obligent à engrener la paille plus ou moins obliquement par rapport à l'axe du batteur.

Peu de modifications ont été apportées à ces machines, si ce n'est la perfection et le fini de la construction. Nous examinerons rapidement les machines de l'Exposition universelle de 1889, en les classant de la façon suivante :

1° *Batteuses simples.* Composées d'un batteur et d'un contre-batteur auxquels on ajoute quelques fois un secoueur;

2° *Batteuses composées.* Batteur, contre-batteur, secoueurs, premier nettoyage composé d'un crible et d'un ventilateur;

3° *Batteuses à grand travail.* Batteur, contre-batteur, secoueurs, premier nettoyage, second nettoyage avec ou sans trieur;

4° *Loco-batteuses.* Moteur et batteuse directement accouplés sur le même chariot;

5° *Batteuses spéciales.*

1° *Batteuses simples.* Citons le modèle à pédales de la machine Jannel frères, dit « la Vosgienne » qui existait déjà en 1878. Dans cette machine, l'engreneur agit par son poids sur deux pédales lesquelles transmettent le mouvement par bielles et manivelles. D'après le constructeur, un homme seul peut battre 10 décalitres de grain à l'heure; s'il a un aide qui lui passe les gerbes tout en agissant aussi sur des pédales, le travail peut atteindre 16 décalitres à l'heure. Aucun essai sérieux n'a encore été effectué sur cette machine. Beaucoup de machines simples rentrent dans la quatrième catégorie où nous les examinerons;

2° *Batteuses composées.* Machine E. Froger dans laquelle tous les mouvements sont circulaires : les secoueurs sont rotatifs, le grain est conduit au nettoyage par une vis d'Archimède;

3° *Batteuses à grand travail.* Ces machines sont souvent pourvues d'*engreneuses mécaniques* et de *lieuses mécaniques.* A la batteuse le *Progrès* et la *Septentrionale* d'Albaret, de 5 chevaux-vapeur, on peut adapter une lieuse indépendante, à deux liens, du même constructeur; cette lieuse est montée sur quatre roues et se relie à la batteuse par deux fers méplats; citons

les machines de Breloux et Cie, Brouhot et Cie; Caramija-Maugé, Cumming; Faitot frères; Fortin frères; Th. Gautereau; Girardin; Hidien (simplification apportée au deuxième nettoyage); Lotz fils de l'Ainé; Merlin et Cie (batteuse à grand travail, type anglais, n'exigeant que 6 à 7 chevaux-vapeur); L. et A. Picard frères; Société française de matériel agricole (batteuse à grand travail, type anglais, de 12 à 15 chevaux-vapeur).

4° *Loco-batteuses.* 1° Moteur constitué par un manège; dans ces machines le *manège* est à piste circulaire, comme dans le modèle encore existant de Gautereau (t. I, fig. 358) ou à plan incliné (V. MANÈGE, au *Supplément*). Les machines à manège à plan incliné se sont très répandues ces derniers temps et jouissent d'une bonne réputation. Nous n'insisterons pas ici sur le manège proprement dit; la batteuse est généralement d'un type composé : batteur en long, secoueurs (quelquefois rotatifs) et premier nettoyage. Les machines à un ou deux chevaux sont montées sur deux roues porteuses.

2° Moteur constitué par une machine à vapeur. Modèle très employé dans la région de l'ouest (machines Boulet et Cie, Lotz, Renaud, Chaillou et Roulin, Nassivet en France; Lipop et Rau en Russie); ils sont montés sur deux roues : d'un côté se trouve la chaudière horizontale, quelquefois à retour de flamme, surmontée du moteur à vapeur vertical et de l'autre la batteuse simple du type écossais; le volant commande le batteur par courroie. Ces machines, auxquelles on ajoute quelquefois un secoueur, font énormément de travail mais exigent une nombreuse équipe d'ouvriers. Quatre jambes en bois servent à caler la machine et à la maintenir de niveau. Ces machines conviennent très bien aux entrepreneurs de battage des localités où la main-d'œuvre est à bas prix.

5° *Batteuses spéciales.* Dans cette catégorie se rangent les *batteuses à petites graines*, appelées souvent *batteuses à trèfle* et les *batteuses mixtes* à blé et à petites graines.

Batteuses à petites graines. Deux types sont actuellement en usage : 1° les machines qui n'opèrent que sur les capitules ou épillets séparés préalablement à la main des tiges, dites *machines à ébosser*, types antérieurs à 1889; 2° les machines qui opèrent sur l'ensemble des plantes et qui font le travail en deux fois : l'*ébourrage et l'ébossage*, types de 1889.

Les machines à ébosser ont quelquefois un batteur cylindrique horizontal tournant dans un contre-batteur perforé et excentrique par rapport à l'axe (système Chenel-Lotz); mais le plus souvent le batteur est conique et garni de battes en hélices; le contre-batteur est également conique. Les capitules passent dans le batteur, soit par la grande, soit par la petite base et à l'autre extrémité sort la graine mélangée de bourre. Dans les machines à grand travail, les matières, à la sortie du batteur, passent (comme dans les batteuses à blé) dans des appareils de nettoyage, cribles, ventilateurs, etc.

Parmi les machines à ébourrer et à ébosser citons les modèles (1889) de Cumming, Brouhot et Ci, Hidien, Merlin et Cie, Ribotteau et Grangé, la Société française de matériel agricole. Le batteur à ébourrer est analogue, sauf la longueur, à un batteur de machine en long suivi de ses secoueurs alternatifs. Dans la machine Cumming, les deux batteurs sont indépendants, les otons sont remontés dans le premier batteur par un aspira-

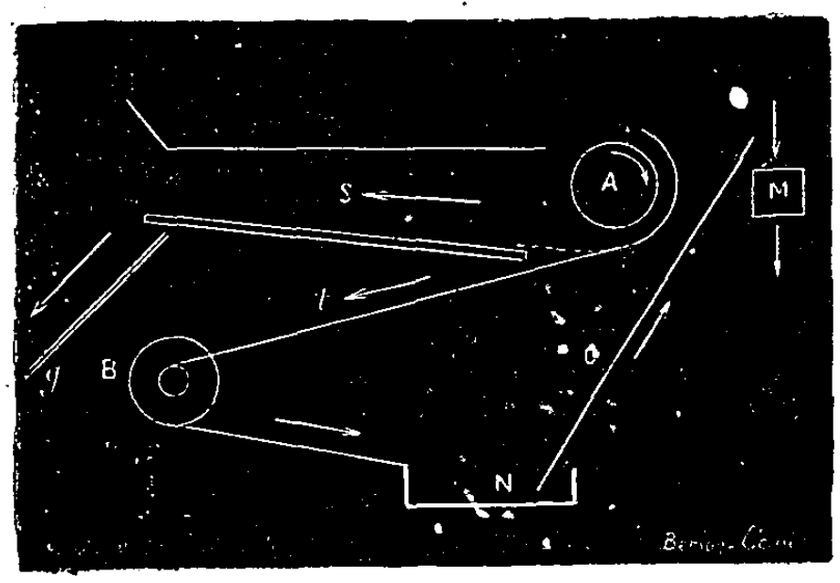


Fig. 178. — *Schéma de la batteuse à petites graines (Hidien).*

teur; les bourres sont envoyées directement du premier au second batteur par une vis sans fin; deux ventilateurs donnent quatre coups de vent sur quatre grilles superposées. Dans la machine Hidien, représentée en principe par la figure 178, le trèfle passe dans le batteur ébourreur A et sur les secoueurs S; la paille tombe sur la grille *g*. La bourre et les graines passent sur une table *t*

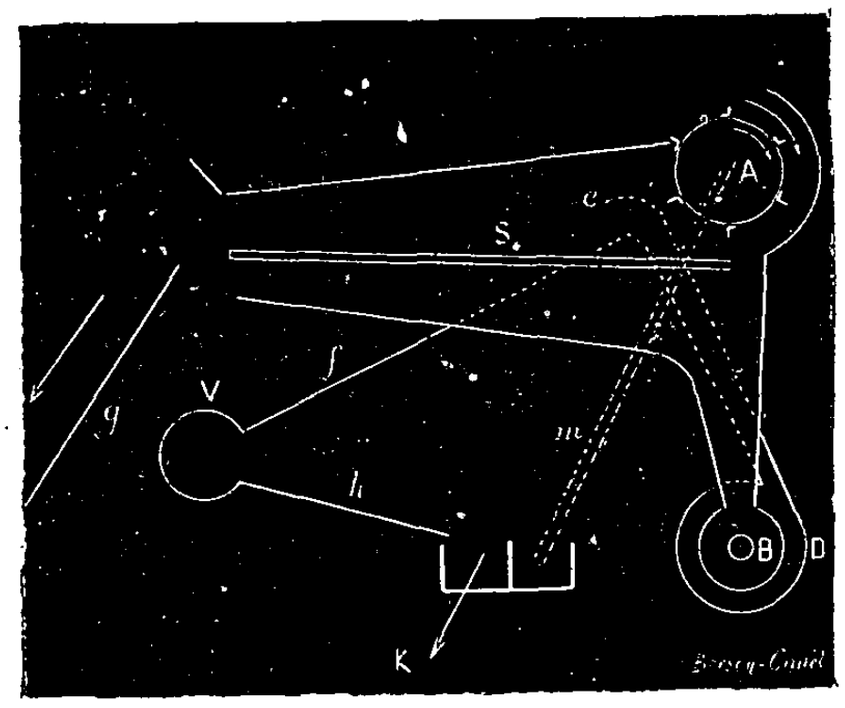


Fig. 179. — *Schéma de la batteuse à petites graines (Merlin et Cie).*

qui les conduit au batteur-ébosseur B (les grains entrent par la petite base et sortent par la grande) puis reçoivent le premier nettoyage en N; la graine propre est élevée par une chaîne à godets C dans le second nettoyage M.

Dans la batteuse Merlin (fig. 179) le batteur-ébourreur est en A, au-dessus du batteur-ébosseur B; à la sortie du batteur A les pailles passent sur les secoueurs S et la grille *g*; les bourres entrent dans le batteur B par la grande base et sortent à l'extrémité où elles sont prises par un

élévateur à force centrifuge D qui les élève en *e* à la partie supérieure de la machine, à côté du batteur A (qui n'occupe que la moitié de la machine); la graine passe sur deux grilles *f* et *h*, où elle reçoit l'action de deux ventilateurs V à axe commun, donnant trois coups de vent. Le grain nettoyé sort en K, les otons sont remontés dans le batteur A par aspiration (le mouvement seul des battes A produit l'aspiration) par le conduit *m*.

Dans la machine de la Société française de matériel agricole, le batteur à ébourrer a 0m,46 de diamètre et est du type Girard à battes perforées (t. I, fig. 352, p. 586). La bourre tombe sur une table en zinc perforé et est conduite par une vis sans fin à un élévateur à force centrifuge, placé en bas de la machine. L'élévateur élève les matières dans un batteur à ébosser tronc-conique (de 0m,47 et 0m,60 de diamètre) à battes en fer en U, commandé directement par la courroie motrice. Le contre-batteur est à lames cannelées disposées en hélice. Les produits entrent par la grande base du cône et ressortent par la petite base pour tomber sur les grilles de nettoyage sur lesquelles agit un ventilateur ; des grilles les graines sont élevées par un élévateur à palettes ; un aspirateur complète le nettoyage.

Toutes ces machines à ébourrer et ébosser sont à grand travail ; elles exigent de 4 à 5 chevaux-vapeur pour produire de 1 1/2 à 2 hectolitres de graine nettoyée à l'heure.

Machines mixtes à blé et à trèfle (Hidien, Société française de matériel agricole). Dans ces machines le blé ne passe qu'au batteur-ébourreur de la batteuse à trèfle ordinaire. Pendant le travail du blé le batteur tronc-conique est immobilisé ou enlevé et le grain passe directement aux appareils de nettoyage.

Travail des batteuses. Les batteuses en travers exigent moins de travail mécanique que les batteuses en long; les machines à battre à grand travail, à double nettoyage exigent de 550 à 680 kilogrammètres par kilogramme de gerbes de blé battues, et de 610 à 910 kilogrammètres par kilogramme de gerbes de seigle. Les mêmes machines, avec batteur américain, n'exigent que 525 kilogrammètres par kilogramme de gerbes de blé et 455 kilogrammètres par kilogramme de gerbe de seigle. Le grain laissé dans la paille par ces machines à grand travail varie de 1,52 à 1,94 0/0 du poids total du grain contenu dans les gerbes.

Voici quelques chiffres provenant d'observations personnelles sur des batteuses en travail courant dans différentes fermes. — M R.

Machines	Force motrice	Nombre de personnes	Travail à l'heure	
			Gerbes battues	Grain
			kil.	kil.
Batteuse en bout, genre écossais, sans secoueurs ni nettoyage	Manège à 4 chevaux	12 à 15	1.500	500
Loco-batteuse, batteur genre écossais, sans secoueurs ni nettoyage	4 chevaux-vapeur (consom. 22 à 23 kil. de charbon à l'heure)	50	7.200	2.400
Batteuse composée, avec secoueur et nettoyage simple	Locomobile 3 chevaux	8	2.000 à 2.100	700
Batteuse composée avec secoueur et net toyage	Locomobile 6 chevaux	24	4.800	1.600

BATTRE LES COTONS (Machine à). Deux types de batteurs finisseurs pour coton ont été exposés en 1889 : l'un, construit par la Société alsacienne de constructions mécaniques de Belfort, était un batteur quadrupleur à un volant portant trois battes, du système Lord à alimentation à pédales, avec régulateur à cônes permettant de supprimer la pesée au passage précédent ; l'autre, construit par MM. Jacob Rieter et Cie, de Winterthur (Suisse), était un batteur tripleur à un volant, portant deux battes-alimentation formée de seize pédales et d'un rouleau à pointes.

Dans la machine à battre les cotons de la Société alsacienne, nous avons remarqué le mouvement qui imprime au cylindre alimentaire une diminution ou une accélération de vitesse, lorsque la nappe qui passe entre l'auge formée par les pédales et le rouleau à pointes est supérieure ou inférieure au poids déterminé d'avance; ainsi que le dispositif de sécurité qui rend complètement impossible pendant le travail l'ouverture des couvercles du volant ou des tambours métalliques : ce point a une importance relative, étant donné que la majeure partie des accidents graves de filature sont occasionnés par les batteurs. Dans cette machine la forme de la batte est modifiée : le milieu en est évidé, de manière qu'on puisse y loger la forte rivure en saillie du bout du bras et de façon à arriver ainsi à une plus grande solidité d'assemblage; en outre, la saillie supérieure de l'entaille vient agir sur le coton présenté par l'alimentation. C'est à l'aide d'un manchon denté que se font pour ce batteur la mise en marche et l'arrêt de l'alimentation. Une disposition spéciale permet aussi d'y régler à volonté la quantité d'air à admettre sous la grille du volant et de fournir, à volonté aussi, l'excédent d'air nécessaire à l'entraînement du coton vers les tambours métalliques : cette disposition n'est autre qu'une cloison verticale en tôle fermant complètement le dessous du batteur, placée entre les bâtis longitudinaux sous le cannelé alimentaire, et portant des ouvertures rectangulaires dont on peut régler la dimension au moyen de registres à coulisses ; comme la quantité de duvets que le volant projette en même temps que

les boutons dépend en majeure partie de la vitesse de l'air qui entre dans la grille, on a ainsi en main le moyen d'augmenter ou de diminuer la quantité de ces déchets légers suivant la qualité du fil à produire. C'est le mouvement de l'enroulage lui-même, au moyen de roues droites, arbre de couche et roues d'angle actionnant le cône moteur du régulateur, qui commande l'alimentation : de cette manière, la vitesse entre les deux organes est toujours intimement liée, sans glissement possible : de plus, la courroie a une durée plus longue en raison du grand diamètre du cône. Enfin, l'expérience ayant appris qu'en raison des causes d'usure très rapide dues aux grandes vitesses, aux fortes pressions agissant sur les organes, et aux poussières qui se dégagent incessamment, le frottement fonte sur fonte était le plus doux et offrait dans ces conditions la plus grande résistance, tous les agents principaux cannelés, axes de volant et de ventilateur, rouleaux-presseurs, ont leurs collets formés d'une boîte en fonte mise à chaud et tournée ensuite, et marchant dans de longues douilles en fonte.

Le batteur de MM. Jacob Rieter et C^ie^, de Winterthur, au lieu des tringles verticales du mouvement Lord, est muni d'un système de leviers articulés, réunissant ensemble d'abord deux extrémités de pédales, puis deux de ces leviers et accouplant ces derniers : il présente ainsi une réunion de huit pédales pour chaque moitié de machine, celle-ci s'articulant de part et d'autre à un levier horizontal qui, par une transposition de tringle, peut agir sur le guide-courroie. Il résulte de cette disposition que lorsque l'extrémité d'une pédale s'abaisse, sa voisine s'élève de la même quantité et que le point du milieu reste immobile : une différence dans un sens ou dans l'autre agit sur le point d'attache, et, pour augmenter ou diminuer l'alimentation, la somme ou la différence de tous ces mouvements des extrémités des pédales vient opérer sur un levier transmettant par un petit arbre de couche le mouvement aux guide-courroies, de manière à agir dans le sens voulu. Ce mouvement est un peu compliqué et ne semble pas être aussi sensible que le dispositif usuel. Dans cette machine, les cônes moteurs ont leur axe horizontal et sont très écartés l'un de l'autre, car l'un est placé au niveau de la toile sans fin et l'autre est situé un peu au-dessus du sol : les chances de glissement de la courroie sont ainsi diminuées et son déplacement sur les cônes largement facilité. Comme dans le batteur de la Société alsacienne, un appareil de sûreté empêche l'ouverture des couvercles du volant et tambours métalliques pendant le travail.

En somme, ces machines qui constituent les derniers perfectionnements dans la construction des machines à battre les cotons, présentent quelques points suffisamment intéressants pour attirer l'attention des hommes de métier. — A. R.

BATTRE LES TAPIS (Machine à). Aujourd'hui, dans toutes les grandes administrations, les tapis

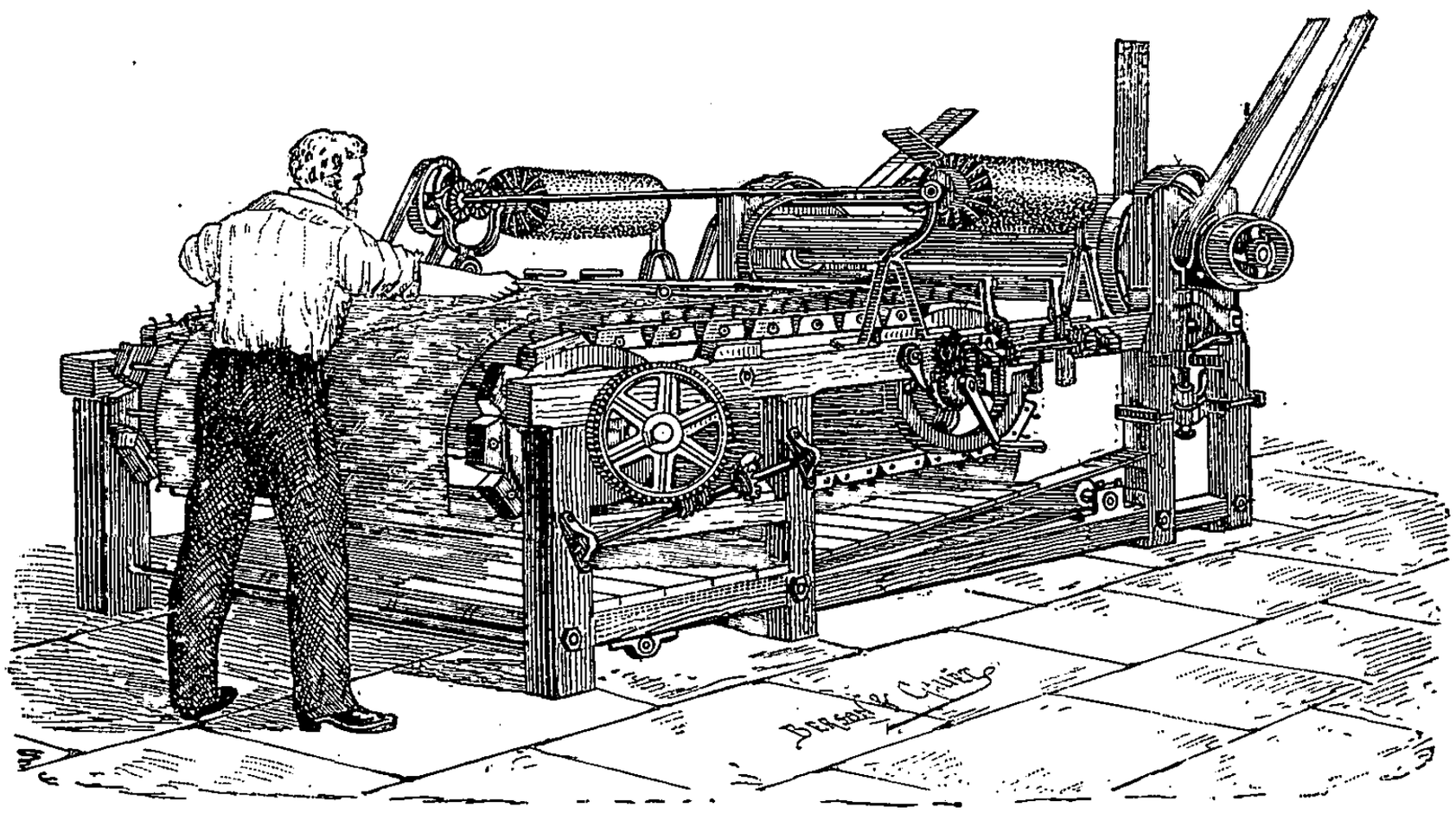


Fig. 180. — *Machine à battre les tapis.*

sont battus à la machine. Lorsque l'opération se fait à bras d'hommes, non seulement il en résulte des inconvénients hygiéniques sérieux, provenant de l'absorption des poussières qui se dégagent et dont les batteurs ne peuvent suffisamment se garantir, mais encore, à cause des repos fréquents pour respirer l'air pur, on ne peut guère battre convenablement que deux tapis par heure.

Au chemin de fer du Nord, on emploie une machine spéciale inventée par M. Bricogne, ingénieur de la Compagnie, qui permet de battre fort rapidement les tapis et les coussins des voitures à voyageurs et dont l'avantage au point de vue économique est tel que le nettoyage d'une pièce revient aujourd'hui à moins de 3 centimes au lieu de 40 centimes que coûtait autrefois le bat-

tage à la main. Les coussins y sont à la fois battus et brossés : ils passent à cet effet sous deux brosses cylindriques, entre lesquelles ils sont battus par des bandes de cuir à semelles fixées à un tambour qui fait trois cents tours par minute. Quant aux tapis, ils sont placés sur des chaînes sans fin d'une construction particulière qui les présente à l'action des batteurs (fig. 180). La machine est complètement enfermée dans une chambre vitrée de 3 mètres de long sur 1m,95 de large et 2m,17 de haut, qui met les ouvriers à l'abri de la poussière tout en leur permettant de suivre l'opérateur; et un aspirateur Bourdon placé à l'extérieur enlève cette poussière au fur et à mesure qu'elle se produit.

La disposition employée pour le battage des tapis aux magasins du Louvre est différente : elle est due à M. Honoré, ingénieur de cette maison. La battage se fait dans un tonneau polygonal en bois à claire-voie de 4 mètres de diamètre sur 2m,50 de large, animé d'un mouvement de rotation peu rapide, de sorte que les tapis sont constamment soulevés et retombent sur les lattes de la claire-voie à travers lesquelles sortent les poussières. Comme au chemin de fer du Nord, l'appareil est enfermé dans une chambre close en verre. Pour chasser les poussières, un ventilateur soufflant lance de l'air dans cette chambre placée au sous-sol : celles-ci sont alors entraînées par un conduit souterrain; les plus lourdes viennent se déposer dans une grande chambre également au sous-sol de 15 mètres de long sur 9 mètres de large et 3 de haut, les plus légères suivent et s'élèvent dans les chambres superposées aux divers étages de 22 mètres carrés de section communiquant les unes avec les autres par des cheminées de 3 mètres carrés de section disposées en chicanes : le tout aboutit à un faux grenier de 65 mètres de long sur 14 de large, séparé en deux par une cloison de façon que les poussières aient encore deux fois cette longueur à parcourir avant de déboucher dans une cheminée de sortie; ce sont les poussières les plus fines et les plus ténues qui se déposent dans ce grenier. Cette disposition donne d'excellents résultats et son application n'a d'autre inconvénient que l'espace très grand qu'elle demande pour être adoptée. — A. R.

* **BAUDRY** (Paul), artiste peintre, né à La Roche-sur-Yon en 1828, mort à Paris le 17 janvier 1886. Entré de bonne heure dans l'atelier de Drölling, il s'y fit aussitôt remarquer par les dispositions les plus heureuses, et obtint, en 1847, le deuxième prix de Rome. On lui fit attendre le premier pendant trois ans; il le remporta enfin en 1850, avec nn vif succès, sur le sujet de *Zénobie retrouvée au bord de l'Araxe*. Son dernier envoi de Rome fut très remarqué. Il comprenait deux toiles : *Supplice d'une vestale*, et la *Fortune et le jeune enfant*, qui, exposées au Salon, valurent à l'artiste une première médaille et l'entrée au Luxembourg. Depuis, ses expositions les plus remarquées furent une *Léda*, joli tableau auquel on reprocha des tendances un peu sensuelles, de même qu'à sa fameuse composition, la *Perle et la Vague*, au Salon de 1863, et qui souleva des critiques fort vives à ce point de vue. Pour répondre à ceux qui lui reprochaient des attaches trop étroites avec la Renaissance, Baudry envoya une *Charlotte Corday* qui fut très discutée, et qui était certainement inférieure au reste de son œuvre, mais dont le succès populaire fut très grand; il eut en même temps un rappel de médaille de première classe et la croix de chevalier de la Légion d'honneur. Citons encore de lui quelques excellents portraits, notamment celui de Beulé, le premier en date et un des plus beaux, ceux de Guizot, Giraud, Ch. Garnier, l'architecte de l'Opéra, Edm. About, le général Cousin de Montauban appuyé sur son cheval, sans oublier une ravissante tête d'enfant, *Guillemette*.

Mais où le talent de Baudry fut peut-être le plus digne de remarque, c'est dans la peinture décorative, vers laquelle d'ailleurs l'artiste avait été porté par toutes ses études des grands maîtres de la Renaissance et où ses propres qualités pouvaient le mieux se faire valoir. Quelques travaux de ce genre, traités avec bonheur et avec talent, l'avaient mis en vue : *Cybèle et Amphytrite*, pour le salon de Mme la comtesse de Nadillac, les *Douze dieux*, *Vénus et Diane*, dessus de porte pour l'hôtel Fould (1861), cinq dessus de porte, encore, pour l'hôtel de Galliéra, représentant les *Grandes villes de l'Italie*, et un certain nombre de cartons destinés à être reproduits en tapisserie, entre autre les *Cinq sens*, pour le palais de l'Elysée.

Guidée par cet ensemble d'œuvres auxquelles la notoriété s'était si justement attachée, la commission des Beaux-Arts ne pouvait faire un meilleur choix que celui de Baudry pour la décoration du nouvel Opéra. Seulement il était peut-être excessif de lui donner à la fois la décoration du foyer et celle du plafond, travail énorme qui devait être terminé dans des délais relativement courts. Baudry cependant n'hésita pas à s'en charger, comptant prendre des collaborateurs; puis, au dernier moment il résolut de rester seul. Mais il en résulta pour lui un surmenage tel, que sa santé fut irrémédiablement altérée.

La décoration de l'Opéra est le plus important ensemble qui ait été confié, dans le cours de ce siècle, à un seul peintre. Elle comprend trente-trois compositions, qui furent achevées en 1874, L'*Harmonie*, la *Mélodie*, la *Gloire*, la *Poésie*, emportée par Pégase; la *Pitié*, l'*Epouvante*, la *Fureur*, l'*Amour* et l'*Esprit*, sont les principales figures du plafond central, qui malheureusement a beaucoup souffert déjà de la chaleur du lustre, malgré la précaution que l'artiste avait eue d'éviter l'emploi du blanc de plomb toujours sujet à noircir. A côté, il faut faire une grande place à certains sujets isolés, mais complets : *David devant Saül*, la *Vision de Sainte-Cécile*, *Salomé devant Hérode*, les *Corybantes devant le berceau de Jupiter*, *Orphée livré aux Ménades*, compositions destinées à rappeler la musique et la danse au point de vue historique et pittoresque. Puis, dans les voussures du plafond, avec diverses figures et portraits, deux compositions magistrales : le *Par-*

nasse, ou Apollon recevant la lyre de la main des Grâces, entouré des musiciens anciens et modernes, et la *Poésie civilisant le monde*, où l'on retrouve les principaux artistes et écrivains de l'antiquité. Dans les panneaux rectangulaires du foyer, il a peint huit figures assises, d'environ trois mètres de hauteur, qui représentent les *Muses,* Polymnie exceptée.

Baudry semblait aux yeux du public posséder une note très personnelle, et un dessin de lui frappait facilement les yeux, Mais, les critiques et les artistes lui ont vivement reproché des réminiscences par trop visibles des grands maîtres italiens de la Renaissance, ainsi qu'une certaine mollesse dans les chairs, et une monotonie un peu fade dans ses figures. On peut aussi regretter, surtout en présence de notre tendance au mouvement dans l'art, la froideur de ses compositions. Mais il est juste de louer en lui la clarté de l'ensemble, la correction du dessin, le coloris brillant des maîtres vénitiens dont il avait fait une étude spéciale. Au dessin d'Ingres, son maître par Drölling, il avait ajouté peut-être la sécheresse des lignes, mais aussi la chaleur de tons qui a donné aux œuvres sorties de son pinceau une des premières places dans le mouvement artistique de son époque.

Membre de l'Académie des beaux-arts en 1870 il avait remporté la médaille d'honneur en 1881 et avait été promu en 1875, commandeur de la Légion d'honneur. — C. DE M.

BEC A GAZ. De grands progrès ont été réalisés depuis que nous avons signalé, dans le premier volume de ce *Dictionnaire*, les *becs intensifs* qui étaient déjà appliqués pour l'éclairage au gaz.

— Le principe de la récupération de la chaleur avait été à peine entrevu, depuis les essais de Chaussenot qui, dès 1836, avait eu l'idée d'augmenter le pouvoir éclairant des flammes en les alimentant avec de l'air chaud, jusqu'à l'apparition de la lampe à récupération, imaginée en 1880 par Frédéric Siemens (de Dresde), qui le premier produisit avec le gaz des foyers de 20, 30, 50 carcels, dont la consommation se réduisait à 50, 40 et même 33 litres de gaz par carcel.

On sait que la consommation du bec type adopté comme terme de comparaison pour la vérification du pouvoir éclairant du gaz, est de 105 litres par heure pour une intensité lumineuse égale à celle de la lampe Carcel, prise comme étalon de lumière. On conçoit donc quel avantage présentent des brûleurs qui ne consomment que 35 à 40 litres de gaz pour une carcel.

Mais la forme disgracieuse et les dimensions incommodes des lampes Siemens en rendaient l'application difficile, lorsque parut en Angleterre, en 1885, la *lampe Wenham*, qui réunissait l'économie et la bonne utilisation du gaz avec des dispositions simples se prêtant à des formes d'un aspect agréable.

Depuis lors un certain nombre de modèles différents, dérivant du même type, ont été construits sur le principe de la récupération de la chaleur pour alimenter avec de l'air chaud la combustion du gaz et obtenir par ce moyen une plus grande intensité lumineuse. Nous citerons notamment : la lampe *Cromartie* (de M. W. Sugg, à Londres); la *Rouennaise* (de MM. *Grégoire et Godde*); la lampe *Wouters;* la lampe *Danischewski;* la lampe *Deselle* ; la lampe *Fourness* (en Angleterre); la lampe *Ezmos* (en Belgique); le *bec* et la *lampe gazo-multiplex* (de M. Bandsept). Ces divers types de brûleurs intensifs, variant de 2 jusqu'à 20 carcels, s'appliquent à tous les besoins de l'éclairage intérieur, salles de cafés, bureaux, magasins, etc.

Pour l'éclairage des voies publiques nous signalerons particulièrement le type *Schulke* (dit *bec Parisien*) qui a été installé dans les lanternes de la rue de la Paix; le bec *Guibout*, qui a été essayé sur l'avenue de l'Opéra, et le bec *Industriel* qui a été appliqué sur la place des Victoires pendant l'Exposition de 1889 et dont les essais se poursuivent avec succès. Ces becs donnent une intensité de 10 à 20 carcels; mais on a dépassé de beaucoup cette limite, et pour prouver que le gaz peut lutter avec l'électricité, aussi bien sous le rapport de l'intensité que sous celui du prix de revient de l'éclairage, la Compagnie Parisienne avait installé devant le pavillon du Gaz, à l'Exposition, quatre candélabres surmontés de becs dus à M. Constantin, d'un type analogue à ceux de la rue du Quatre-Septembre, mais donnant 80 carcels avec une dépense de 4,000 litres; et MM. Bengel frères ont construit, sur le type du bec industriel, *un modèle qui produit 150 carcels* avec une dépense de 5,000 litres de gaz à l'heure.

Les lampes basées sur le principe de la récupération permettent d'obtenir aujourd'hui l'intensité de la Carcel avec des dépenses de 55 à 60 litres de gaz pour les foyers lumineux de faible intensité, de 45 à 50 litres pour ceux de moyenne intensité, et enfin de 30 à 35 litres pour ceux de grande puissance.

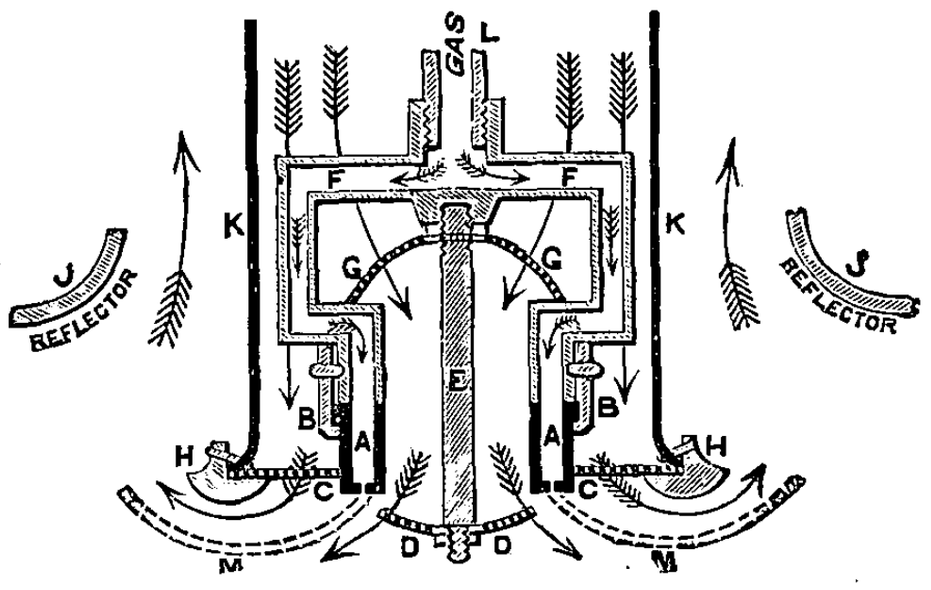
Et si, dans ces conditions, on calcule à quel prix revient l'éclairage, d'une part, avec du gaz à 30 centimes le mètre cube, d'autre part avec l'électricité à raison de 15 centimes les 100 watts, on est amené à reconnaître que le bon marché reste encore jusqu'à présent du côté du gaz.

Avant de décrire quelques-uns des types les plus récents de lampes intensives que nous venons d'énumérer, nous allons passer en revue un certain nombre de brûleurs dont les résultats comparatifs fournissent des données intéressantes pour leur application à l'éclairage intérieur. Ces résultats sont consignés dans le tableau de la page suivante que nous empruntons, en le résumant, à un Mémoire présenté par M. L. Busine à la Société technique des gaziers belges. Les expériences qui ont servi à obtenir ces chiffres ont été exécutées avec un photomètre de Dumas et Regnault, et les résultats numériques ont été ramenés à ceux qu'on obtient avec du gaz à 105 litres par Carcel, ce qui correspond à l'unité de lumière adoptée généralement en France.

Les *becs Delmas*, dont il est parlé en premier lieu, sont des becs papillons, surmontés d'un récupérateur de chaleur formé de trois enveloppes concentriques en cuivre et en tôle, qui échauffent l'air alimentant la combustion du gaz. On peut les installer dans des lanternes de ville.

Bec Wenham. Le brûleur qui constitue le principe de la lampe Wenham a été le premier bec intensif à récupération qui ait été appliqué avec un réel succès à l'éclairage intérieur, ainsi que la lampe Cromartie qui a fait son apparition presque en même temps que lui. Pour en comprendre la disposition, il suffit de jeter les yeux sur la figure 181 qui représente en coupe verticale l'ensemble de ce brûleur. L'air pénètre par les ouvertures AA et traverse le récupérateur B qu'échauffe la cha-

leur perdue de la flamme qui sort du brûleur D, sous la forme d'une couronne annulaire CC. L'air échauffé dans le récupérateur arrive au contact de la flamme après avoir traversé la chambre cylindrique GG. L'ensemble du brûleur est placé vers le centre d'une coupe hémisphérique en cristal K, maintenue au moyen d'un anneau métallique s'adaptant au rebord inférieur du couvercle; un loquet G et une charnière H permettent d'ouvrir cette coupe pour l'allumage. Un réflecteur FF fermant la partie supérieure de la coupe, renvoie verticalement de haut en bas les rayons lumineux. Les produits de la combustion, après avoir traversé le récupérateur BB, sont évacués par la cheminée, au sommet de laquelle ils se divisent en frappant le disperseur, tandis que le gaz descend au brûleur en s'échauffant dans le tube L placé dans l'axe même de cette cheminée d'évacuation et dans les conduits FF.



Fig, 181.

Le brûleur proprement dit, est formé d'une couronne annulaire en stéatite, analogue à celle d'un bec d'Argand ordinaire, et le gaz s'échappant par les petits trous de cette couronne, se mélange intimement avec le double courant d'air chaud qui afflue en dessus et en dessous de la flamme, comme l'indiquent les flèches tracées sur la figure 181. La division des jets de gaz au contact de l'air chaud rend leur combustion parfaite et contribue ainsi à augmenter l'intensité lumineuse et l'économie produites par le principe de la récupération de la chaleur.

Des expériences photométriques exécutées en

TABLEAU COMPARATIF DE DIVERS BRULEURS. — *Becs à double courant d'air, et à récupération.*

Numéros	Désignation des becs	Nombre d'essais effectués	Moyenne des essais en		
			Débit horaire en litres	Pouvoir éclairant en Carcels	Gaz dépensé par Carcel et par heure
			litres	carcels	litres
	Becs papillons avec récupération de chaleur.				
1	Bec Delmas (petit modèle).	»	86	1.1	78.0
2	— n° 2	»	120	1.5	70.5
	Becs à double courant d'air, avec cheminée en verre.				
3	Bec porcelaine de 40 trous, panier en porcelaine.	2	163	1.7	99.7
4	— demi-phare, 2 rangs concentrés de 40 trous chacun.	3	184	2.9	95.8
5	— Monnier, 40 trous.	2	134	1.3	103.0
6	— dit Américain en stéatite, 36 trous.	8	229	2.2	104.3
7	Même bec avec panier en cuivre.	3	223	2.2	101.6
8	Bec Bengel perfectionné, 32 trous.	3	227	2.6	87.5
9	— Vioche, stéatite, 36 trous	3	220	2.4	91.5
10	— de Brouwer, stéatite, 40 trous.	3	252	2.8	90.1
11	— Albert, stéatite, 32 trous.	3	218	2.5	91.4
12	— nec plus ultra, stéatite, 40 trous	3	282	3.0	94.0
13	— Sugg, stéatite, 36 trous.	3	233	2.7	90.3
14	— Lallier et Octrue, 40 trous, avec cône diviseur	3	180	2.0	90.0
15	— Verlé, mêmes dispositions	3	232	2.6	89.8
16	— Boudin, 40 trous, cône diviseur.	2	201	1.9	105.8
17	— Siemens D. (petit modèle), 18 trous et diviseur.	2	121	1.0	115.7
18	— — C. (grand modèle) } diviseur en fonte évasé. . .	3	312	3.2	98.9
19	— — B. — }	3	418	4.5	93.2
20	— — A. — }	3	777	8.0	97.0
21	— expenser ou expansion, 40 trous.	3	275	3.2	85.3
22	— Brillant Haniette, 32 trous, à disque.	3	190	2.0	95.1
23	— Delhaise, sans panier, 40 trous, à disque	2	294	3.6	79.3
24	— — avec panier, 40 trous, à disque	2	274	3.5	77.5
	Becs à cheminée en verre, avec récupération de chaleur.				
25	Bec Missire, 48 trous	3	221	2.5	87.4
26	— Cardinal (1er modèle), 32 trous.	3	206	2.7	76.4
27	— — (perfectionné), 32 trous.	2	211	2.8	74.1
28	— Delhaise, à récupération	2	189	3.1	62.6

Lampes à récupératian de chaleur.

Désignation de la lampe	Essais	Débit horaire en litres	Pouvoir éclairant en Carcels	Gaz dépensé par Carcels et par heure
		litres	carcels	litres
Fourness.	Horizontalement.	279	4.0	69.7
	Verticalement.	282	6.0	47.0
	Oblique à 45°	283	5.9	48.0
	Moyenne pour la demi-sphère. . .	281.3	5.3	53.0
Wenham, n° 2, sans réflecteur. . .	Horizontalement	290	5.43	53.6
	Verticalement.	292	8.71	33.4
	Oblique à 45°	293	9.13	32.1
	Moyenne pour la demi-sphère. .	291.6	7.75	37.6
Delhaise, n° 1, sans réflecteur. . . .	Horizontalement.	194	3.6	55.4
	Verticalement	194	5.1	38.0
	Oblique à 45°	195	5.0	39.0
	Moyenne pour la demi-sphère. .	194.3	4.56	42.6
Delhaise, n° 2, sans réflecteur . . .	Horizontalement.	305	5.62	54.2
	Verticalement.	304	10.77	28.2
	Oblique à 45°	303	8.8	34.4
	Moyenne pour la demi-sphère. .	304	8.39	36.2
Lampe « Acmé », petit modèle. . . .	Horizontalement.	240	3.6	66.6
	Verticalement.	240	5.12	46.8
	Oblique à 45°.	245	4.53	54.0
	Moyenne pour la demi-sphère. .	241.6	4.41	54.7
Lampe « Acmé », n° 2.	Horizontalement.	298	5.71	52.1
	Verticalement.	299	9.2	32.5
	Oblique à 45°	298	7.92	37.6
	Moyenne pour la demi-sphère. .	298.3	6.61	39.2
Lampe Cromartie, petit modèle. . .	Horizontalement.	111	1.61	68.94
	Verticalement.	114	2.71	42.66
	Oblique à 45°	112	2.52	44.4
	Moyenne pour la demi-sphère. .	112.3	2.28	49.2

Angleterre par M. W. Hartley, ont donné, pour la quantité de lumière répartie sous une inclinaison de 45°, les résultats suivants :

Lampes essayées	Gaz brûlé par heure	Lumière totale obtenue	Lumière par pied cube de gaz (soit pour 28 litres 315)
		bougies	boug. (candles)
N° 1	6.4 p. cub. (177 lit.)	8.60	55.0
N° 2	12.9 — (368 lit.)	9.50	122.5
N° 3	15.2 — (425 lit.)	11.40	171.0

Le brûleur Wenham se prête à une grande variété de formes de lampes, parmi lesquelles nous nous bornerons à signaler le type désigné sous le nom de *lampe-étoile*, qui étant à faible débit s'applique avantageusement à l'éclairage divisé, et le type de *lampe à ventilation*, que représente la figure 182 et qui se recommande tout spécialement pour l'éclairage des locaux qu'il est nécessaire de ventiler et d'éclairer simultanément. Cette application du gaz à la ventilation des grands locaux et même des maisons d'habitation a été démontrée d'une façon complète dans l'installation du Pavillon du gaz, à l'Exposition, et depuis lors la Compagnie parisienne en a fait plusieurs applications remarquables dont nous aurons à reparler en détail quand nous traiterons le sujet spécial de la *ventilation*. — V. ce mot.

Le bec Wenham a été, comme nous l'avons déjà dit, le point de départ d'une série de brûleurs intensifs à récupération, dans la description desquels nous ne pouvons entrer, et qui présentent avec lui, sauf les détails de formes et de dispositions accessoires, une grande analogie de fonctionnement.

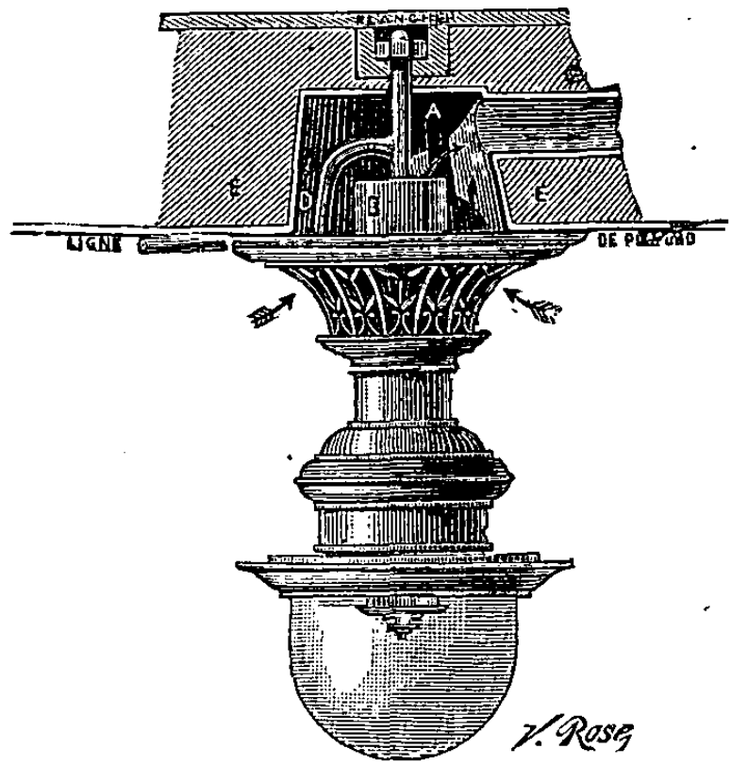


Fig. 182. — *Type de lampe appliquée au plafond avec disposition spéciale pour la ventilation.*

A Chambre de ventilation. — *B* Arrivée des gaz chauds produisant le tirage. — *D* Arrivée du gaz au brûleur. — *E E* Epaisseur du plafond, dans laquelle est ménagé le conduit.

6° Bec et lampe gaso-multiplex. Les foyers intensifs à grande puissance ont pour but de lutter en intensité lumineuse avec les foyers électriques, mais ils ne se prêtent pas à la division facile de la lumière qui est un des avantages caractéristi-

ques du gaz, et qui constitue la supériorité de ce mode d'éclairage sur ses concurrents. On peut donc se demander si la voie suivie par les inventeurs de foyers puissants est réellement la bonne, ou du moins la seule à suivre pour atteindre le but pratique auquel doivent tendre tous les efforts : l'économie de la dépense horaire alliée à l'augmentation de l'intensité.

Evidemment la nécessité d'un éclairage plus puissant que celui fourni par les becs ordinaires à gaz est devenue plus impérieuse que jamais, en raison de la concurrence de l'éclairage électrique ainsi que de celle des lampes-phares et autres lampes à pétrole. Mais si le besoin de cet accroissement de lumière s'impose désormais, il n'est pas moins indispensable que ce résultat soit obtenu dans les conditions les plus avantageuses pour le consommateur, en apportant le moins de changements possibles dans la disposition des appareils, dans le mode d'installation et d'application du gaz, et surtout dans la commodité qu'il présente pour diviser et répartir l'éclairage dans les meilleures conditions.

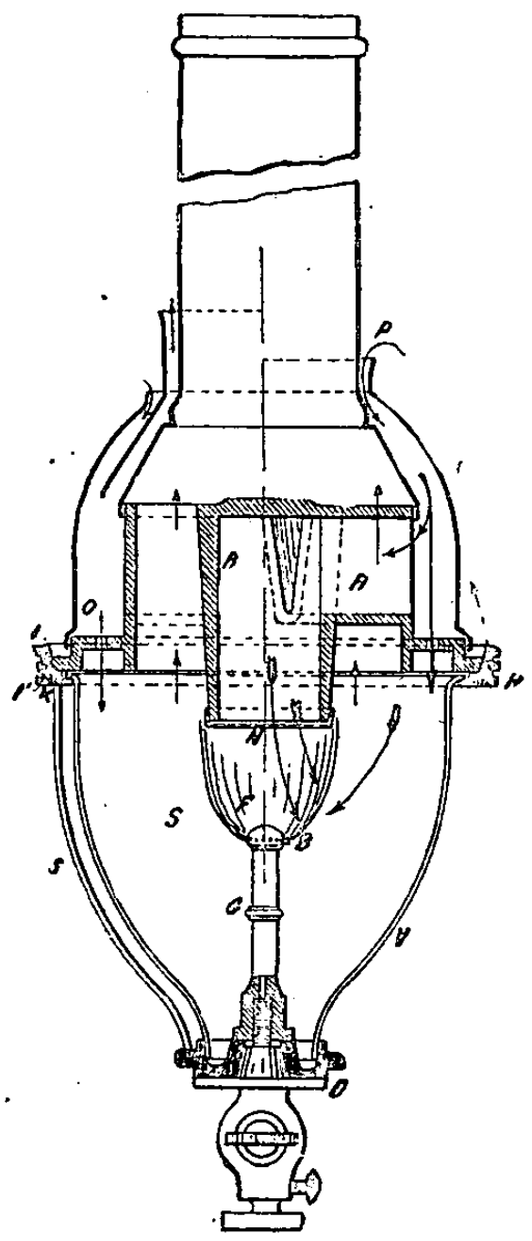


Fig. 183. — *Bec intensif gaso-multiplex (système A. Bandsept) dépensant 130 à 150 litres à l'heure pour l'éclairage divisé.*

Ainsi envisagé, le problème se présente donc sous une face différente. A la recherche des foyers puissants, qui concentrent sur un seul point une intensité considérable, avec une dépense de gaz élevée, vient s'ajouter une autre solution au moins aussi intéressante, sinon plus, qui consiste à conserver le principe de la division de la lumière, par l'emploi de petits foyers réalisant, avec un volume de gaz réduit aux plus faibles limites possibles, la meilleure utilisation de son pouvoir éclairant.

C'est en se plaçant à ce point de vue que M. A. Bandsept a créé les deux types d'appareils qu'il a désignés sous le nom de *Gaso-Multiplex*, en appliquant la dénomination de *Bec* au plus petit modèle, consommant environ 130 à 150 litres de gaz, destiné à l'éclairage divisé, et celle de *Lampe* au modèle supérieur, dépensant 250 litres, plus spécialement appropriée à l'éclairage concentré.

Ce brûleur, dont la figure 183, jointe à cette description, représente une vue d'ensemble, se compose d'un petit bec en stéatite renfermé dans une coupe en cristal surmontée d'une coupole métallique dans laquelle se trouve un récupérateur échauffant l'air destiné à l'alimentation de la combustion.

Le bec est à flamme en tulipe. Par son faible débit, il satisfait à toutes les exigences de la lumière divisée, en produisant un accroissement notable de pouvoir éclairant pour une consommation de gaz qui ne dépasse pas celle des becs actuels. Son application immédiate aux appareillages existants, lustres, consoles, herses, lanternes, etc., n'offre pas de difficultés.

Au point de vue de la construction, il y a lieu de remarquer que le foyer, disposé au centre d'une coupe en verre, envoie ses rayons dans le haut des espaces à éclairer, aussi bien que dans le champ horizontal. Cet avantage est réalisé par l'abaissement de la position du brûleur, placé à une assez grande distance du corps du récupérateur. La flamme monte librement vers la tubulure centrale d'un distributeur d'air et est rendue fixe par une attraction exercée entre sa zone extrême de combustion complète et le métal de la tubulure porté au rouge. Sa forme spéciale est due à la combinaison des courants d'air intérieur et extérieur, ayant pour effet de ralentir le mouvement ascensionnel du gaz et de produire la combustion du mélange à la plus basse pression possible, ce qui contribue à l'augmentation du rendement lumineux.

Le petit brûleur rond est vissé sur une colonnette qui se fixe dans une douille ou porte-bec. Une couronne métallique, supportée au moyen de trois tigelles rigides brasées sur le porte-bec, présente une saillie circulaire sur laquelle repose une coupe en cristal. La même couronne porte également le distributeur d'air, muni de son enveloppe et surmonté de la cheminée. Cet ensemble est relié à la couronne par un assemblage à baïonnette.

Le distributeur d'air est constitué par cinq carneaux en V aboutissant à une tubulure centrale qui plonge dans la coupe en verre, mais dont l'extrémité est éloignée du brûleur. Lorsque le bec fonctionne à régime normal, la flamme s'élève jusqu'au bord de la tubulure, vers lequel elle est sollicitée par l'action combinée des courants d'air intérieur et extérieur ; légèrement épanouie à l'origine, elle se redresse et se développe en forme de tulipe. Elle acquiert une fixité remarquable par suite de l'attraction exercée sur ses ailes par le métal rougi de la tubulure et qui a pour effet d'étendre la zone lumineuse jusque dans le champ horizontal.

D'autre part, le gaz arrivant par le bas n'obstrue plus le bec, ainsi que cela se produit dans les lampes intensives suspendues, alimentées le plus souvent par un tuyau adducteur du gaz qui traverse la cheminée et le récupérateur. Le profil spécial du distributeur d'air du *multiplex* évite,

du reste, les dépôts de noir de fumée que l'on rencontre fréquemment dans les lampes avec récupérateurs à fonds plats contre lesquels les fumées vont butter.

En résumé, le *gaso-multiplex* est conçu à un point de vue pratique et l'économie qu'il réalise sur les becs ordinaires ressort des chiffres suivants :

Le pouvoir éclairant de ce petit bec est de 2,9 carcels pour 125 litres de gaz à l'heure, ce qui correspond à 43 litres environ par carcel ; et avec réflecteur il arrive à 4 carcels, ce qui fait 31 litres par carcel.

Ces résultats atteignent les meilleurs rendements obtenus jusqu'à ce jour avec les lampes intensives à grande consommation.

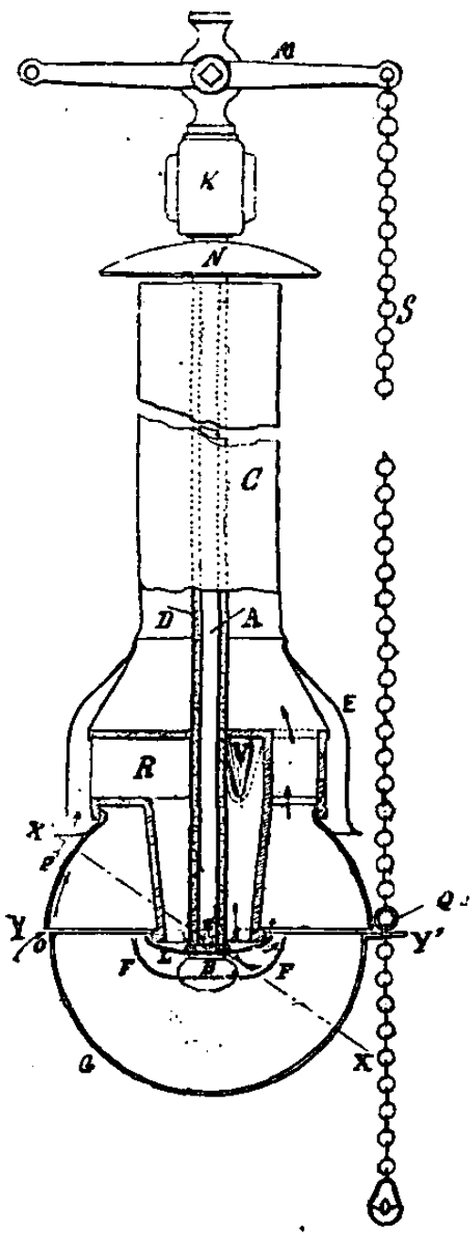


Fig. 184. — *Lampe intensive gaso-multiplex (système A. Bandsept) dépensant 250 litres à l'heure.*

Basée sur le même principe, la *lampe gaso-multiplex*, dont la figure 184 représente une coupe verticale, offre également des dispositions simples et pratiques qui en assurent le bon fonctionnement. On y retrouve d'abord, comme dans le *bec*, l'abaissement du foyer lumineux à une assez grande distance du récupérateur, de façon à relever autant que possible le rayon d'intensité maximum, incliné à 65° environ par rapport au plan horizontal. Il en résulte une réduction notable du cône d'ombre supérieur, une meilleure répartition de la lumière dans les parties hautes des locaux à éclairer.

Le brûleur B est renfermé dans la coupe G au-dessous de la tuyère centrale du récupérateur R; la flamme se contourne en forme de tulipe aplatie F, et la zone lumineuse, d'une grande blancheur, acquiert un plus grand développement dans le sens de sa hauteur. L'air extérieur appelé par le tirage s'introduit en P dans l'espace annulaire continu formé par le chapiteau autour du globe; son accès est libre et uniforme sur toute la périphérie, ce qui donne à la flamme sa régularité et son homogénéité.

L'allumage est rendu facile par une disposition ingénieuse de la coupe en cristal qui, au lieu d'être montée avec nn cercle à charnière se fermant par un loquet, est suspendue sur deux pivots Z, vissés dans le réflecteur bombé XY et permettant à la coupe G de basculer pour s'ouvrir comme le montre la ligne pointillée XX', quand on veut allumer le brûleur. Ce mouvement de bascule s'obtient du même coup que l'ouverture du robinet d'alimentation du gaz, en tirant la chaînette S qui fait agir le bras de levier M du robinet et qui saisit au passage le taquet Q attaché au bord de la coupe. Cette disposition, tout en simplifiant la manœuvre des appareils, a encore pour avantage d'en régulariser le fonctionnement, dérangé le plus souvent par suite des différences de dilatation des pièces faisant jointure. Les couronnes des globes, avec le mode d'attache ordinaire, tendent à s'ovaliser suivant une direction perpendiculaire à l'axe des attaches fixes : charnière et loquet. On arrive à compenser cette tendance à la déformation sous l'action des hautes températures produites dans les lampes, en ménageant sur les rebords du récupérateur des masselottes compensatrices. Mais M. Bandsept applique un remède plus radical à cet état de choses en séparant complètement le réflecteur et le porte-globe, dont le travail moléculaire, différant notablement, peut alors s'effectuer en toute liberté.

L'air chaud, arrivant de haut en bas, est dirigé sur la flamme par les lamelles L ayant pour objet de le fractionner en minces filets, afin de parfaire la combustion jusque vers le centre de la flamme F. Le rapprochement de la coupe et du réflecteur sphérique est combiné de façon à assurer une étanchéité suffisante à cette jonction. Il ne peut se produire dans cette lampe des courants parasites, ou fausses entrées d'air, si nuisibles à la marche des appareils intensifs. Elle ne fume jamais, son récupérateur étant placé hors de l'atteinte des flammes, et le gaz se trouvant soustrait à l'action directe de la haute température des produits de la combustion, par suite de la disposition spéciale donnée au tube adducteur A renfermé dans une gaine isolante D; cette enveloppe évite les dépôts de graphite et le brûleur est, par conséquent, moins exposé à se boucher.

En somme, la lampe gaso-multiplex présente l'avantage d'un fonctionnement régulier et durable, assuré par une grande simplicité d'organes et par les précautions prises pour parer à toute cause de dérangement.

Brûleurs intensifs à récupération *appliqués à l'éclairage des voies publiques.* Nous avons déjà signalé les essais qui ont été faits pendant l'Exposition pour l'application de divers brûleurs intensifs à l'éclairage des voies publiques.

Les résultats très satisfaisants obtenus avec 15 *becs Industriels* installés sur la place des Victoires et avec ceux placés en divers autres points de Paris, ont décidé le service municipal de la ville de Paris à faire l'application de ce système de becs sur plusieurs places dont l'éclairage avait toujours été jusqu'à présent trop faible avec les becs ordinaires dont on faisait usage. Ces nouveaux becs permettent de répandre sur la chaussée trois fois plus de lumière avec moitié moins de dépense.

— Tel est le résultat qu'on vient d'obtenir pour l'éclairage de la place de la Bastille qui présentait cependant de réelles difficultés à cause de la grande surface à éclairer : 27,500 mètres carrés, avec de larges voies aboutissant sur les côtés, et même un de ces côtés sans constructions, par conséquent sans aucun obstacle empêchant la déperdition des rayons lumineux dans l'espace.

L'éclairage de la place de la Bastille est effectué actuellement par 42 becs Industriels dont 33 de 1,200 litres et 9 de 750 litres à l'heure. Ils se répartissent de la manière suivante : pour ceux de 1,200 litres, 8 autour de la colonne, 7 sur les refuges, 3 à l'entrée du boulevard Richard-Lenoir, et les 15 autres aux angles des grandes voies aboutissant sur les côtés de la place; pour ceux de 750 litres, 1 est à l'entrée de la rue de la Roquette et 8 sont placés du côté du canal, sur les trottoirs bordant la station des tramways.

• **Bec industriel**. Le *bec industriel*, dû à MM. Cordier et Lacaze et construit par MM. Bengel frères, à Paris, se compose d'un brûleur spé-

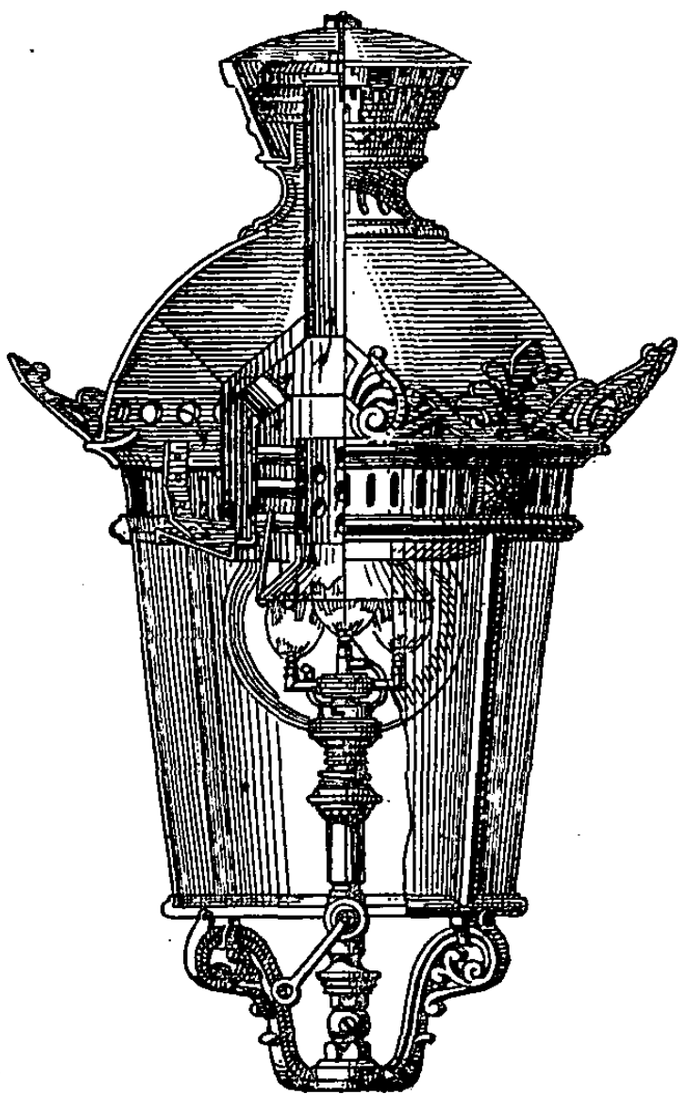


Fig. 185. — *Application du bec Industriel dans une lanterne de ville.*

cial enfermé dans une coupe en verre et d'un récupérateur. La figure 185 le représente moitié en élévation, moitié en coupe verticale.

1° Le *brûleur* est formé par un ensemble de becs papillons dont le nombre varie suivant la consommation de l'appareil ; leur direction respective est telle que les flammes ne se rencontrent pas, et qu'elles laissent entre elles un espace libre pour le passage de l'air nécessaire à la combustion du gaz. Cet air, par suite de cette disposition, lèche la flamme sur ses deux faces et la combustion est aussi complète que possible.

2° La *coupe*, en verre bien recuit, par sa forme spéciale, enveloppant le globe de feu formé par l'ensemble des flammes, empêche leur refroidissement et dirige sur elles le courant d'air chaud, venant du récupérateur.

Sa forme sphérique est en rapport avec celle du foyer lumineux présentant l'aspect d'une boule qui en occuperait le centre. Dans ces conditions, les différents points de la coupe sont à égale distance des flammes ; les sections de passage d'air sont toutes semblables et tous les points de cette coupe étant également chauffés, elle est ainsi en état de mieux résister aux effets de la haute température.

3° Le *récupérateur* est en nickel pur, métal inoxydable et par conséquent d'une longue durée.

Au centre se trouve une grande chambre de combustion dans laquelle les produits gazeux tourbillonnent avant de s'échapper par les tubes horizontaux qui les conduisent à la cheminée. L'air nécessaire à la combustion, pour se rendre aux brûleurs, passe entre deux enveloppes en nickel, très minces, dont l'une d'elles a une de ses parois en contact avec les produits chauds de la combustion et l'autre avec l'air froid. L'air qui s'est déjà échauffé entre les deux enveloppes extérieures, pénètre par deux orifices dans une chambre intérieure et annulaire, traversée par les tubes horizontaux servant au dégagement des produits de la combustion et qui, formant chicane, augmentent la surface de contact entre les produits gazeux chauds et l'air froid.

Après avoir traversé cette chambre, l'air ayant acquis déjà une température élevée vient frapper sur le réflecteur en porcelaine qui est chauffé directement par les flammes des brûleurs, et il atteint alors le degré de chaleur voulue pour que la combustion du gaz se fasse à une température telle que toutes les particules de carbone soient complètement brûlées. La circulation de l'air nécessaire à la combustion suit donc pour son échauffement une marche rationnelle et méthodique qui assure le meilleur rendement. La quantité de chaleur récupérée est relative, bien entendu, à la vitesse des courants chauds et froids ; on règle ces vitesses au moyen d'une plaque placée au-dessus de la cheminée, laquelle détermine le tirage ou appel d'air. Grâce à cette disposition, on arrive à annihiler totalement l'influence du vent sur la marche des becs placés dans les lanternes, qui fonctionnent normalement aussi bien pendant les bourrasques qu'en temps calme.

On construit plusieurs dimensions de ce type de becs ; elles se différencient par la consommation de gaz à l'heure :

	Litres		Pouvoir éclairant			
Type A.	350	à l'heure,	7	carc.,	soit 1 carc.	pr 50 lit.
— B.	425	—	9.9	—	—	43
— C.	550	—	12.60	—	—	42
— D.	750	—	19	—	—	39.50
— E.	1.000	—	27	—	—	37
— F.	1.200	—	33.40	—	—	36
— G.	1.400	—	40	—	—	35

• **Becs à incandescence.** On a déjà fait diverses tentatives pour appliquer le principe de l'incandescence à la combustion du gaz.

Bec Clamond. Dès 1882 M. Clamond avait présenté un bec au moyen duquel le gaz brûlait dans l'intérieur d'une sorte de capuchon ou mèche en

fils de magnésie entrecroisés comme un tissu à très larges mailles, qui devenaient incandescents et produisaient un vif éclat. Des perfectionnements récents apportés au bec Clamond l'ont rendu plus pratique. Les corbeilles de magnésie sont plus solides, elles résistent mieux au transport et surtout à l'action de la flamme ; elles durent environ 300 heures sans être détériorées. Le gaz arrive sous la corbeille par un faisceau de petits tubes faisant l'office de chalumeaux Bunsen, et déterminant une combustion complète, accompagnée d'une vive incandescence des mailles de magnésie qui enveloppent la flamme.

Bec Auer von Welsbach. En 1885, on a vu paraître un autre genre de brûleurs à incandescence, dû au Dr Auer Von Welsbach, qui se compose d'un brûleur Bunsen surmonté d'un capuchon en gaze légère imprégnée de certains sels ou oxydes métalliques, dont on tient secrète la composition. Ce brûleur est entouré d'un verre comme un bec d'Argand. On a trouvé un pouvoir éclairant qui donnerait une carcel pour 40 litres de gaz ; mais il ne dépasse pas la puissance de 3 carcels ; il ne peut donc convenir que pour l'éclairage intérieur. Il a une fixité et un éclat qui rivalisent bien avec l'incandescence électrique, mais il produit une lumière dont les tons assez variables, et en général verdâtres, sont d'un effet peu agréable.

***Bec à albo-carbon.** On emploie depuis un certain nombre d'années un système d'appareils qui ont pour but d'enrichir le gaz en le carburant au moyen de vapeurs de naphtaline. Le bec, du type Manchester, est placé en dessous d'un disque métallique faisant corps avec un récipient hémisphérique dans lequel on met de la naphtaline moulée en petits morceaux ; le tube d'amenée du gaz s'introduit dans ce récipient, échauffé modérément par la chaleur communiquée au moyen du disque placé au-dessus du brûleur; le gaz se charge de vapeur de naphtaline et acquiert un éclat remarquable. Des essais faits par M. L. Busine sur ce genre de brûleur ont donné :

Dépense de gaz en une heure. .	93 litres.
Albo-carbon (naphtaline)	11 grammes.
Pouvoir éclairant.	2 carcels 4 dixièmes.

soit 39 litres de gaz et 4gr,6 de naphtaline par carcel et par heure. — G. J.

* **BELGIQUE.** Situation économique. Par sa superficie et par le nombre de ses habitants, la Belgique est un des pays les plus faibles de l'Europe. Par sa situation géographique, par la richesse de son sol, la densité de sa population, l'activité et l'industrie de ses villes et de ses campagnes, elle en est l'un des plus importants.

Placée entre la France, l'Allemagne, la Hollande et l'Angleterre comme une sorte de carrefour où des facilités de communication de toute sorte semblent appeler de vastes courants d'échanges, elle était tout naturellement désignée pour devenir l'un des grands marchés du monde. D'autre part, les ressources offertes quant à l'échange des matières premières, et par son propre sol et par cette proximité des principaux centres d'approvisionnement de l'Europe, lui assuraient des conditions assez favorables, des éléments de travail assez abondants et assez variés pour la mettre à même de prendre, au point de vue de la production, un rang honorable parmi ses puissants et industrieux voisins.

Grâce à l'énergie et à l'intelligence d'une population honnête, laborieuse, douée d'une faculté de multiplication incomparable, la Belgique a su tirer admirablement parti de ces avantages et leur faire porter tous les fruits dont ils contenaient le germe, en consacrant au développement de ses forces économiques une somme d'efforts qui a fait d'elle la rivale heureuse des peuples les plus avancés dans la voie du progrès industriel et commercial. Mais, si elle a ainsi atteint un degré de prospérité matérielle dont pourraient être jaloux bien des Etats qui, par l'étendue de leur souveraineté territoriale et l'imposant appareil de leur puissance militaire, se croient en droit de prétendre à un rôle plus brillant dans l'action où se jouent les destinées du vieux Monde, il ne faut pas oublier qu'elle est en partie redevable de cette supériorité aux circonstances historiques d'où elle est née, et surtout au régime de neutralité internationale sous lequel elle fut placée lors de sa constitution comme Etat indépendant. Il est certain que l'on doit considérer comme l'un des facteurs principaux de sa remarquable fortune cette précieuse garantie de sécurité qui, la maintenant en dehors des divisions stériles, des luttes épuisantes et des conflits meurtriers d'où sont sorties les modifications survenues depuis un demi-siècle dans le groupement des forces politiques de l'Europe, a permis à ce petit pays de tourner tous les ressorts de son activité vers l'œuvre pacifique de l'amélioration des conditions de l'existence sociale par le travail et l'épargne. A ce titre, la Belgique nous fournit un exemple singulièrement instructif des résultats étonnants auxquels peut arriver le génie humain, lorsqu'il lui est donné de goûter, à l'abri d'institutions libérales, les bienfaits de la paix.

Il y aurait, du reste, injustice à ne pas rendre hommage à la convenance pleine de dignité et de sagesse avec laquelle la Belgique, tout en s'assurant, par son propre respect de la situation spéciale dont elle a accepté les obligations, le respect des autres, sut résoudre le délicat problème de *vivre en bons termes avec tous*, évitant tout à la fois de provoquer autour d'elle d'autre agitation que celle d'une émulation féconde, et d'encourir, par un attachement exclusif au culte de ses intérêts matériels, le reproche d'égoïsme auquel elle eût pu aisément donner prise, si avant tout et toujours, elle ne se fut montrée sincèrement dévouée à la cause du progrès et de la civilisation.

De toutes les sympathies que lui a conciliées cette attitude, les moins vives ne sont pas, à coup sûr, celles qui lui sont acquises dans notre pays. Les liens de cordiale amitié qui existent depuis longtemps entre les deux nations, unies déjà par une communauté de race, de langue, de tendances, d'aspirations et de souvenirs, ne pouvaient manquer de se trouver resserrés de jour en jour plus étroitement par la multiplicité et par l'importance des relations d'intérêt qui d'autre part les rapprochent sur le terrain économique.

A tous ces points de vue, la Belgique devait faire, dans la série des travaux que nous avons entrepris dans ce *Supplément* sur la situation économique des divers Etats, l'objet d'une étude beaucoup plus étendue que ne semblent le comporter, au premier abord, les dimensions restreintes de l'espace qu'elle occupe sur la surface du globe. Cette circonstance qu'il s'agit d'un coin de terre ayant à peine cinq fois l'étendue moyenne d'un département français, ne rend d'ailleurs que plus intéressants les résultats que nous allons avoir à constater en essayant de déterminer successivement les traits principaux du développement intérieur et la portée du rayonnement extérieur de ce pays.

Production. Si l'on déduit de la superficie totale de la Belgique (2,945,715 hectares), l'espace occupé par les

voies de communication, les étangs, les cours d'eau, etc., le champ de la production se trouve ramené à 2,704,957 hectares A part la région centrale, comprise entre l'Escaut, la Sambre et la Meuse (Hesbaye), à laquelle la nature a prodigué des qualités de fertilité remarquables, on peut dire que toutes les autres parties du territoire belge exploitées aujourd'hui, doivent au travail de l'homme le meilleur des ressources qu'elles offrent à la production. Certaines d'entre elles, comme les plaines basses des polders actuellement couvertes de troupeaux et de champs d'une extrême fécondité, ont été entièrement conquises sur la mer. Les Flandres elles-mêmes, cette terre proverbiale des gras pâturages et des récoltes abondantes, représentent le fruit de plusieurs siècles d'efforts opiniâtres, sans lesquels elle ne serait encore actuellement qu'une vaste étendue de sables arides ou de marécages semblable à la Campine, la lande ingrate et désolée du Nord, qui prolonge à travers la province d'Anvers et le Limbourg, un véritable désert de bruyères et de boues demeuré jusqu'ici rebelle à toute culture, souvent même à toute tentative de boisement, et dont quelques points, de loin en loin seulement, ont pu être défrichés à la suite de patientes opérations de plantation et d'assainissement. Enfin, dans les contrées accidentées de l'Est, moins déshéritées pourtant si l'on excepte le plateau des Hautes-Fagnes, également parsemé de tourbières et de steppes incultes, dans l'Ardenne naguère encore couverte de vastes forêts, dans le pays de Herve et le Condroz où le climat est rude, où le sol est humide et froid, si la terre subvient à la nourriture de ses habitants, c'est seuseulement grâce à un labeur incessant qui ne laisse sans emploi aucun des plis de terrain au fond desquels peuvent s'abriter les prairies et les fermes.

On voit par là quelle somme d'efforts et de travail il a fallu dépenser pour arriver à restreindre la surface des terres incultes à ses dimensions actuelles : environ 230,000 hectares, à peine 7 0/0 du domaine agricole de la Belgique.

Ce n'est là d'ailleurs qu'une partie de l'œuvre vraiment créatrice accomplie sur le terrain de la production, et non la plus considérable assurément, si on la compare à l'immense déploiement d'activité que l'industrie a dû réaliser de son côté pour arriver à mettre en valeur dans des conditions excellentes de prix de revient, malgré des difficultés d'extraction souvent très réelles, les richesses souterraines, et faire surgir de toutes parts une foule de centres manufacturiers de première importance qui, tout en assurant au pays l'avantage de la transformation des principales matières premières qu'il fournit, ajoutent à ses revenus le bénéfice de nombreuses variétés de travail, nées tout entières de son initiative.

Dans l'enquête officielle effectuée à l'occasion du recensement général de 1880, il a été procédé à des évaluations dont les résultats permettent de se faire une idée d'ensemble de l'intensité du mouvement de la production. Voici, d'après les chiffres qui résument les constatations faites à cette époque, comment se décomposeraient les revenus bruts annuels des différentes branches de la production :

Production animale. . .	238.752.000	
Production végétale . .	1.412.223.000	
Total de la production agricole.	———	1.650.975.000
Production des industries extractives (mines et carrières). . .	235.838.000	
Production des autres industries.	2.175.138.000	
Total de la production industrielle.	———	2.410.976.000
Ensemble.		4.061.951.000

Si l'on prend pour base ces résultats, chaque habitant produirait en moyenne une valeur de près de 736 francs par an. La population qui, d'après les calculs statistiques, dépasse aujourd'hui 6,000,000 d'habitants était, en effet, lors du recensement de 1880 de 5,520,000 habitants (1). Dans ce chiffre, 1,199.319 personnes (soit 21,77 0/0) représentaient la population agricole, et 952,947 (17,26 0/0) dont 757,890 ouvriers, la population industrielle. Il en résulterait que la population agricole produit en moyenne par tête et par an une valeur de 1,396 francs, et que la moyenne est à peu près double pour la population industrielle.

L'enquête de 1880 fournit, en outre, sur les conditions et les moyens de la production un certain nombre de renseignements généraux qu'il nous paraît utile de résumer ici avant d'aborder l'examen détaillé des diverses branches dont elle se compose.

Le nombre des exploitations rurales s'élevait à la fin de 1880 à 910,396. Mais il convient de noter que dans ce chiffre figurent près de 600,000 exploitations de moins d'un hectare.

Le salaire moyen des travailleurs employés par l'agriculture était, pour les hommes de 2 fr. 40 ou de 3 fr. 10, selon qu'ils reçoivent ou non la nourriture; pour les femmes de 1 fr. 25 ou de 1 fr. 70 dans les mêmes conditions.

On comptait à la même date 1,835 semoirs mécaniques, 422 faucheuses, 296 faneuses, 1,300 râteaux mécaniques, 1,015 moissonneuses, 6,930 machines à battre. Le nombre des machines à vapeur locomobiles utilisées pour le travail dans les exploitations rurales était de 423.

A défaut de données d'ensemble sur toutes les industries exercées en Belgique, une statistique des principales, au nombre de soixante et une, a été dressée en 1888, et permet de juger assez exactement de la situation industrielle du pays. Les établissements recensés étaient au nombre de 26,521, dont le personnel se composait de 384,065 ouvriers, 1,086 apprentis et 15,508 employés. La durée moyenne du travail y était de 10 h. 53 minutes, le taux moyen du salaire quotidien de 1 fr. 21 au-dessous de 14 ans, 1 fr. 80 de 14 à 16 ans et 3 fr. 13 au-dessus de 16 ans. Le salaire moyen annuel ressortait à 838 francs, l'ensemble des sommes payées pour la main-d'œuvre était de 326,000,000 de francs dans les soixante et une industries recensées.

L'industrie charbonnière entre dans cette somme pour près de 87,000,000 de francs, soit 26,68 0/0; puis viennent les industries lainière, sidérurgique et linière qui paient à la main-d'œuvre chacune de 21 à 22,000,000 de francs, c'est-à-dire 7 0/0 du total précité.

Le relevé ci-dessous fait connaître le nombre des machines et chaudières à vapeur utilisées dans tous les établissements industriels de la Belgique en 1850, en 1880 et en 1887 :

Années	Moteurs à vapeur		Nombre de chaudières à vapeur
	Nombre	Force en chevaux-vapeur	
1850	2.017	50.455	2.978
1880	11.759	273.309	12.762
1887	13.633	337.506	13.778

Agriculture et industries qui s'y rattachent, alimentaires et autres. Après avoir traversé une période de

(1) La densité de la population, pour tout le Royaume, est de 204 individus en moyenne par kilomètre carré, proportion qui n'est atteinte dans aucun autre Etat. Elle diffère, d'ailleurs, sensiblement de province à province. Tandis que l'on compte 336 habitants par kilomètre carré dans le Brabant, il n'y en a que 93 dans le Limbourg 92 dans la province de Namur et 50 dans le Luxembourg. La moyenne dans les cinq autres provinces varie entre 227 et 315.

grande prospérité, l'agriculture a subi en Belgique, comme dans la plupart des pays voisins, une crise aiguë qui s'est manifestée depuis une quinzaine d'années par l'avilissement des prix des produits du sol, une diminution sensible de la valeur vénale de celui-ci et une réduction très forte du taux des fermages.

Mais les modifications survenues ainsi dans la situation de l'agriculture ne paraissent pas avoir ébranlé la confiance que la Belgique a toujours professée dans l'application des théories libre-échangistes, et tout récemment encore le gouvernement déclarait du haut de la tribune que, quelle que fût sa sollicitude pour les intérêts de la production rurale, il se croyait moins que jamais en droit de faire faire participer l'Etat au renchérissement des conditions de l'alimentation publique, en cherchant une compensation aux difficultés de l'heure présente dans des mesures destinées à restreindre l'action de la concurrence extérieure.

Loin de se laisser décourager par les difficultés de la lutte, l'initiative privée a d'ailleurs appris depuis longtemps en Belgique à compter avant tout sur ses propres forces, et les intéressés se sont attachés de plus en plus à chercher le remède dans l'augmentation des rendements par l'application des méthodes de culture les plus perfectionnées. Bien que la petite propriété soit de beaucoup la plus répandue, nulle part ailleurs les procédés de la culture intensive ne sont pratiqués dans des proportions plus larges qu'en Belgique, où l'on a reconnu de longue date que les avances faites à la terre sous forme d'engrais se retrouvent avec usure dans la récolte.

Aussi la consommation des engrais y a-t-elle fait d'énormes progrès. Indépendamment des engrais naturels tels que le guano importé en grandes quantités du Pérou, l'emploi des préparations fertilisantes a donné naissance à une branche d'industrie considérable qui s'applique à la fabrication des engrais artificiels dont les phosphates, le nitrate de soude, le chlorure de potassium, forment la base.

En somme, c'est surtout sur les exploitations d'une étendue relativement considérable que les effets de la crise ont été ressentis le plus péniblement. Mais, là encore, les dangers en ont pu être atténués par des modifications ingénieuses apportées aux anciens modes d'exploitation.

L'une de ses conséquences les plus générales a été d'amener presque partout le producteur à limiter la culture des céréales, pour se livrer plus spécialement aux diverses spéculations dont le bétail fait l'objet. Nous trouvons dans les résultats du dénombrement de 1880 des éléments d'appréciation sur l'importance des ressources que possède à cet égard l'agriculture belge.

On y estimait à 660,000,000 francs le capital que représente la valeur des animaux domestiques de toute sorte, utilisés par l'agriculture belge, et à 238,000,000 le produit annuel moyen de consommation fournie par eux. Le tableau suivant donne, d'après les résultats du recensement de 1880, le nombre et la valeur des chevaux, bêtes bovines, moutons, porcs, etc. :

Chevaux	271.974	têtes valant	194.778.100 fr.
Bêtes à cornes. .	1.382.815	—	408.315.050
Moutons..	365.400	—	12.150.200
Espèce porcine. .	646.375	—	27.174.660
Espèce caprine. .	248.755	—	4.975.000
Anes et mulets. .	10.120	—	500.000
Ruches d'abeilles	97.000		2.000.000

La production chevaline fournit à l'exportation une valeur d'environ 14,000,000 francs. L'exportation des animaux des espèce bovine, ovine et porcine représente près de 7,000,000. Mais l'importation qu'exige la consommation intérieure excède de beaucoup cette exportation. C'est ainsi qu'en 1888 la valeur des bêtes à cornes importées dépasse 42,000,000 francs, et celle des moutons atteint près de 21,000,000.

Les produits secondaires de basse-cour jouent un très grand rôle dans l'économie rurale de la Belgique. Les volailles représentaient en 1880 un capital d'environ 8,000,000 francs. L'élevage des lapins (2,000,000 francs) fournit par an de 240 à 300.000 douzaines de peaux très recherchées pour la chapellerie et la fabrication des pelleteries communes imitant la fourrure de la loutre. La production des œufs donne lieu à un commerce de conserves pour l'exportation assez actif, et qui d'ailleurs s'approvisionne pour une assez large part à l'étranger. Le commerce du beurre est également assez développé; l'exportation s'élève certaines années à 4,000,000 de kilogrammes, mais elle a eu beaucoup à souffrir depuis quelque temps de la concurrence qui lui est faite dans les pays voisins par les beurres artificiels. La fabrication des fromages est assez importante notamment aux environs de Bruxelles et dans le canton de la Herve, dont les produits ont une certaine réputation à l'étranger.

De ce travail d'utilisation des menus produits de la ferme, il faut rapprocher les revenus du jardinage et de la production fruitière. La production des fruits est estimée 50,000,000 francs environ, la majeure partie est destinée à l'exportation. A elle seule, l'Angleterre achète chaque année pour près de 10,000,000 francs de pommes et de poires; la France fait d'autre part d'assez forts achats de fraises, de pêches, de raisins, etc., dont la culture en serre a pris dans ces dernières années un développement considérable. Il en est de même de la production des légumes qui fait aux environs de Bruxelles, Malines, Louvain, Anvers, Gand, Liège, Huy, l'objet d'une culture maraîchère extrêmement active. Ces cultures, qui occupaient en 1880, 39,724 hectares, s'étendent en 1889 à plus de 45,000. Enfin, l'horticulture, de tous temps très en honneur en Belgique, s'est fait une place sérieuse dans le mouvement des échanges, l'exportation des plantes et fleurs s'étant élevée à près de 4,000,000 francs.

L'étendue réservée aux grandes cultures se compose d'environ 1,900,000 hectares dont 400,000 hectares de prairies et 1,500,000 de terres ensemencées.

Les espèces végétales à la production desquelles s'attache l'agriculture belge sont les principales céréales (1,000,000 hectares environ), les légumineuses (féverolles, pois, vesces), les plantes industrielles (chanvre, lin, colza, tabac, houblon, chicorée, betterave à sucre), les plantes racines (betteraves fourragères, carottes, navets, rutabagas, turneps, pommes de terre), et les plantes fourragères (trèfles, luzernes, sainfoin, etc.).

Le tableau de la page suivante donne la superficie des ensemencements et les rendements dans ces diverses cultures. Il y a lieu d'observer que ces rendements sont sensiblement inférieurs à la moyenne normale, ces résultats étant ceux de l'enquête de 1880, année de récolte médiocre.

La production des céréales qui, comme nous l'avons indiqué déjà, est plutôt en décroissance, est très inférieure aux besoins de la consommation. En 1880, l'insuffisance que fait apparaître la comparaison du mouvement de l'importation et de l'exportation ressort à 6,261,883 hectolitres.

La *meunerie* qui emploie plus de 10,000,000 quintaux de blé, doit effectuer pour plus de moitié des approvisionnements au dehors. Elle occupe environ 4,000 établissements et produit annuellement une valeur d'environ 322,000,000 francs, plus de 14 0/0 de la production industrielle de la Belgique. Son exportation, 961,000 quintaux de farines, sons et fécules (22,000,000 francs), présente un excédent de 210,000 quintaux sur l'importation des produits similaires,

L'industrie des pâtes alimentaires est représentée par quelques établissements importants. Mais sa production (1,750,000 kilogammes) ne suffit pas aux besoins du marché intérieur.

Il existe également en Belgique plusieurs amidonneries, l'une d'elles notamment, très vaste, près de Lou-

Nature des cultures	Superficie	Rapport à l'étendue cultivée	Rendement	
			Total	Moyen à l'hectare
	hectares	p. 100	hectolitres	hectolitres
Froment	275.932	13 91	5.408.567	19 60
Epeautre	52.514	2 65	»	32 89
Seigle	277.640	13 96	5.551.119	20 03
Méteil	25.726	1 29	»	19 90
Orge	40.182	2 03	»	28 16
Avoine	249.486	12 58	8.946.667	35 86
Sarrasin	13.184	0 66	»	19 85
Légumineuses	33.093	1 66	705.873	21 33
Colza	6.437	0 32	»	20 83
			kilogrammes	kilogrammes
Chanvre	805	»	»	677
Lin	40.078	2 02	25.889.000	637
Tabac	1.577	0 08	2.884.333	1.829
Houblon	4.185	0 21	4.436.100	1.060
Chicorée	11.026	0 56	»	17.330
Betteraves à sucre	32.627	1 64	1.038.493.000	31.676
Racines fourragères	36.152	1 82	»	»
Pommes de terre,	199.357	10 05	»	12.235
Plantes fourragères	185.778	9 37	»	»

vain, fabrique environ 12,000,000 kilos d'amidon par an; la matière première employée est, en général, le riz importé de l'Inde.

L'*industrie sucrière* qui, vers 1880, avait pris en Belgique, comme dans les pays voisins, un essor considérable, a subi à partir de cette époque une crise des plus sérieuses qui a atteint son maximum d'intensité en 1885. Mais depuis lors, sous l'influence de la nouvelle législation, un relèvement sensible s'est produit.

Dans la campagne 1888-1889, 40,000 hectares ensemencés ont produit 1,350,000,000 kilogrammes de betteraves travaillées dans 113 fabriques; la quantité des sucres pris en charge a été de 93,213,649 kilogrammes. Les provinces qui concourent à cette production sont par ordre d'importance : le Hainaut (26,500,000 kilogrammes, 45 fabriques); la province de Liège (22,500,000 kilogrammes, 26 fabriques) ; le Brabant (13,840,000 kilogrammes, 14 fabriques); la Flandre orientale, la province de Namur, le Limbourg, la province d'Anvers et la Flandre occidentale. L'exportation du sucre brut a été en 1888 de 68,254,872 kilogrammes valant 23,889,205 francs.

Depuis quelque années, une grande partie du sucre brut produit dans le pays est travaillé dans les raffineries belges (30 établissements). En 1888, la production des sucres raffinés et des sirops a été de 37,048,813 kilogrammes, l'exportation de 19,691,837 kilogrammes, valant 9,845,918 francs.

La raffinerie importe, en outre, spécialement de Java, des sucres de canne (12,000 kilogrammes en 1888), employés concurremment avec les sucres indigènes pour la production du candi; l'exportation de ce produit, qui est accompagné de cassonades et de sirops, a été en 1888 de 3,600 kilogrammes. Les sucres bruts de cannes servent également à la fabrication du chocolat, à celle des bonbons fins et à la brasserie.

La *chocolaterie* (Bruxelles, Anvers, Tournai) a progressé depuis quelque temps, comme le montre l'augmentation constante de l'importation du cacao; 438,000 kilogrammes en 1879, 562,678 en 1884, 788,212 en 1888. Mais l'importation des chocolats étrangers est assez considérable, 336,000 kilogrammes en 1888, et l'exportation reste peu active, 4,290 kilogrammes.

La *brasserie* trouve sur place une partie du houblon qui lui est nécessaire. La culture de cette plante, pratiquée dans quelques communes du Hainaut, du Brabant et de la province dé Liège, est générale dans les Flandres ; les houblonnières d'Alost et de Poperingue ont une importance spéciale et exportent même une partie de leur récolte. Mais la production indigène, 4,500,000 kilogrammes environ, ne satisfait pas entièrement à la demande des brasseries du pays; l'importation du houblon s'est chiffrée en 1888 par 1,469,768 kilogrammes d'une valeur de 1,102,326 francs venant pour les deux tiers d'Allemagne. Les brasseries répandues, au nombre de 2,702, sur tous les points du territoire ont produit 10,165,582 hectolitres. L'exportation des bières est presque insignifiante, à peine 4,000 hectolitres, tandis que l'importation représente environ 70,000. La consommation nationale absorbe donc à peu près 10.230,000 hectolitres, ce qui fait ressortir la consommation moyenne par tête de la bière à 170 litres.

La *distillerie* était représentée en 1888 par 287 établissements. Les distilleries agricoles, de beaucoup les plus nombreuses, opèrent principalement sur les céréales, mais travaillent aussi les mélasses, les betteraves, etc. La production s'est chiffrée, en 1888, par 541,688 hectolitres d'alcool à 50°. Cette quantité équivaut presque à la consommation, l'importation et l'exportation s'élevant respectivement à 13,596 et 17,356 hectolitres. La distillerie de seigle et d'orge produit une spécialité d'eau-de-vie de genièvre analogue à celle qu'on fabrique, mais sur une bien plus grande échelle, en Hollande.

La culture de la *chicorée*, qui est une des richesses des Flandres et du Hainaut, a donné naissance à une industrie importante. Les racines de cette plante, séchées et torréfiées dans de nombreuses fabriques, sont consommées en grande quantité dans le pays et font, en outre, l'objet d'un commerce d'exportation très actif; les chicorées séchées ont représenté en 1888 à la sortie 41,476,607 kilogrammes (valeur 8,295,321 francs), la chicorée torréfiée 2,271,227 kilogrammes (valeur 1,135.613 francs).

Les *fabriques d'huile* travaillent surtout les graines de lin et de colza récoltées en Belgique, auxquelles s'ajoutent des quantités moindres d'arachides et de chenevis achetées au dehors. En 1888, l'importation des graines oléagineuses a atteint 185,855 tonnes, d'une valeur de 46,500,000 francs. La production des huiles végétales est d'environ 50,000 tonnes : l'exportation, 15,250 tonnes (11,300,000 francs) ne compense qu'en partie l'importation (21,600 tonnes).

Le *tabac* récolté en Belgique, 4,771,133 kilogrammes en 1880, 3,529,935 en 1888, est préparé dans les nombreuses manufactures du pays, mais n'en forme qu'une partie de leurs

approvisionnements ; l'importation représente en effet 7,203,715 kilogrammes en 1880 et 8,491,932 en 1888, ce qui porte à 12,000,000 kilogrammes en chiffres ronds le poids de la matière première employée par les fabriques. Elles produisent pour la consommation locale des tabacs ordinaires à fumer (15,500,000 francs environ) et des cigares de basse qualité. Seule, la fabrication des cigares de luxe, qui est installée à Anvers, et qui emploie des feuilles de la Havane, travaille sérieusement pour l'exportation ; le montant de ses ventes au dehors est en moyenne de 1,500,000 francs par an.

Le *lin*, à la culture duquel s'appliquent surtout les Flandres, alimente l'une des industries textiles les plus anciennes et les plus prospères dont nous aurons à parler plus loin. Il s'exporte en outre, à l'état brut, après rouissage, en Angleterre et en France (37,470,000 kilogrammes valant 52,500,000 francs en 1888). La culture de ce textile ne fait d'ailleurs qu'augmenter ; elle occupe aujourd'hui à peu près 21,000 hectares.

Les forêts, autrefois considérables, sont encore assez nombreuses dans la partie orientale et septentrionale de la Belgique (489,000 hectares), mais diminuent rapidement. L'exploitation de leurs produits alimente en partie une industrie très importante ; on compte en Belgique 250 *scieries mécaniques*, les principales se trouvent à Anvers, Gand, Bruxelles, Ostende, Poix, Chimay, Louvain, Liège. Indépendamment des bois du pays, elles reçoivent des envois considérables de bois, tant du nord de l'Europe que de la mer Noire, de l'Adriatique et d'Australie. L'importation atteint un volume moyen de 500,000 mètres cubes et une valeur de 60,000,000 francs. Le sapin figure pour plus de moitié parmi les essences importées, le reste se compose de chêne, bois des îles, liège, etc. Mais cette industrie travaille surtout pour la consommation intérieure ; l'exportation des bois de construction, d'ébénisterie et autres atteint à peine en effet 500,000 francs. Celle des bois ouvrés est de 700,000 francs.

Industries extractives. Les provinces du Hainaut, de Namur, de Luxembourg et de Liège sont celles où le sous-sol présente les richesses les plus considérables et les plus activement exploitées.

Entre Tournai, Mons et Bruxelles, aux alentours d'Ath et de Soignies, s'ouvrent les profondes carrières à ciel ouvert de Lessines, de Quenast, de Maffle, d'Ecaussines, de Baudour, de Keramis, d'Hautrage, etc. Des unes on tire les pierres à bâtir, le granit pour les dalles, granit bleu de Flandre ; des autres le grès et le porphyre pour le pavage des rues, d'autres fournissent la chaux ou la terre plastique qui sert à la fabrication des pipes de Nimy et aux faïenceries de Leuze et de Tournai.

Les marbres offrent des variétés très riches. Les principales sont le noir fin, la brèche de Waulsort, le bleu belge au fond noir veiné de blanc, le Saint-Anne et les rouges.

Les carrières occupaient près de 30,000 ouvriers en 1888, la production brute était estimée à 34,440,000 francs ; de 1874 à 1883 elle avait varié entre 39 et 43,000,000 francs.

Les matières ainsi extraites donnent lieu, en outre, à une main-d'œuvre dont on ne peut saisir l'importance par ce fait que l'exportation des pierres brutes, taillées ou sciées, atteint près de 60,000,000 de francs, et celle des pierres sculptées ou polies 3,500,000 francs.

Il faut citer enfin, parmi la production des carrières belges, les schistes du Luxembourg, les ardoises de Chimay et les phosphates dont l'extraction dépasse 166,000 tonnes.

La principale de toutes les richesses souterraines de la Belgique est le *charbon de terre*. L'énorme masse de houille qu'elle possède se répartit entre deux grands bassins ; l'un à l'Ouest, le Borinage, s'étend dans la vallée de la Sambre de Charleroi à Mons et de Mons vers Valenciennes, où il se prolonge en France à travers les départements du Nord et du Pas-de-Calais ; l'autre à l'Est, entre Liège et Huy, le long de la Meuse, va d'autre part de Liège au Limbourg hollandais et se continue au delà de la frontière allemande dans la Prusse Rhénane. L'étendue totale des houillères est de 145,000 hectares.

Les statistiques officielles estiment les quantités de charbon extraites depuis 1830 à la fin de 1885 à 561,911,000 tonnes et la valeur de cette extraction à 6,211,500,000 francs.

Actuellement la Belgique vient en Europe au quatrième rang pour la production de la houille, suivant de très près la France qui est elle-même dépassée par l'Angleterre et par l'Allemagne.

Le tableau ci-dessous montre la progression suivie par le développement des charbonnages belges depuis 1830.

PRODUCTION DES CHARBONNAGES BELGES.

Moyenne annuelle par périodes décennales depuis 1830.

1830-1839	moy. annuelle	2.780.361 ton.	30.094.000 fr.
1840-1849	—	4.626.225	43.045.000
1850-1859	—	7.706.185	81.481.000
1860-1869	—	11.372.004	134.014.000
1870-1879	—	14.716.257	185 928.000
1880-1888	(9 années)	16.654.395	162.880.000

Production des dix dernières années.

1879	15.447.292 tonnes	144.995.000 fr.
1880	16.886.698	169.680.000
1881	16.873.951	163.704.000
1882	17.590.989	175.896.000
1883	18.177.754	184.778.000
1884	18.051.499	172.032.000
1885	17.437.603	154.618.000
1886	17.285.543	142.542.000
1887	18.378.624	147.674.000
1888	19.218.481	162.018.000

L'exploitation de la houille a été faite en 1888 par 268 sièges d'extraction, à une profondeur moyenne de 457 mètres. Très près de la surface dans certaines parties, notamment aux environs de Liège et de Charleroi, les couches carbonifères sont au contraire beaucoup plus profondes dans le Hainaut. Dans un des puits appartenant au charbonnage de Poirier les travaux du dernier étage sont à 940 mètres.

L'industrie houillère occupait en 1888, 103,825 ouvriers et utilisait une force totale de 125,258 chevaux vapeur répartie comme il suit :

418 machines d'extraction d'une force de 61,511 chevaux ;

379 machines d'aérage d'une force de 18,104 chevaux ;

208 machines d'épuisement d'une force de 31.195 chevaux ;

973 machines d'usages divers d'une force de 14,448 chevaux.

La production (19,218,481 tonnes) se divise entre les trois provinces où se trouvent les charbonnages dans les proportions suivantes :

Hainaut. .	13.993.140 ton.	117.577.000 fr.
Liège. . .	4.797.168	41.642.000
Namur. .	428.173	2.799.000

Depuis quelques années, l'utilisation des déchets produits par la manutention de plus en plus considérable qu'exige la préparation des diverses grosseurs de charbon a été résolue par la confection des briquettes agglomérées. Ces produits, très recherchés par l'industrie et la consommation des ménages, sont fabriqués dans des proportions de plus en plus considérables.

La Belgique exporte à peu près le quart de sa production houillère, soit sous forme de charbon, soit sous forme de briquettes ou de coke. Voici, pour 1888, le tableau de cette exportation, dont la majeure partie se dirige vers la France.

Houille. . . .	4.441.908 tonnes	54.466.900 fr.
Briquettes . .	324.893	4.418.545
Coke	1.060.754	19.093.542
Soit une valeur totale de. . .		77.978.987 fr.

L'importation de la houille et des briquettes ayant atteint cette même année 1,034,748 tonnes, la consommation intérieure de la houille crue ressort à 15,806,069 tonnes. Elle ne cesse d'ailleurs d'augmenter d'année en année. En 1862, elle était moitié moins forte; en 1872, elle a dépassé pour la première fois 10,000,000 de tonnes; en 1882, elle n'atteignait pas encore tout à fait 13,000,000. Depuis lors, elle a présenté certaines variations que montre le relevé ci-après.

1883. . .	13.631.565 ton.	1886. . .	12.749.558 ton.
1884. . .	13.482.504	1887. . .	13 480.609
1885. . .	13.156.490	1888. . .	15.806.069

La consommation de la houille atteint ainsi, d'après les derniers résultats, 2,633 kilogrammes par tête. Plus 7,000,000 de tonnes, c'est-à-dire au moins moitié de la consommation totale, sont employées pour les besoins de la grande industrie.

La production métallique de la Belgique comprend le *fer* dont on trouve des gisements importants aux environs de Charleroi, Liège et Namur, le *zinc* ou calamine dans les mines de la Vieille et de la Nouvelle-Montagne à Moresnet près de Liège et dans les mines de Corphalie près de Huy; enfin le *plomb*, le *cuivre* et le *manganèse*.

De 1840 à 1887, les mines métalliques ont produit une valeur d'environ 422,000,000 de francs. Particulièrement actives de 1853 à 1873, elles ont perdu depuis beaucoup de leur importance. Cette diminution provient, notamment pour les mines de fer, de l'épuisement de certains gîtes, de l'augmentation des frais inhérents à une exploitation de plus en plus profonde, et aussi à la concurrence des minerais plus riches de Lorraine et du Luxembourg. La quantité de minerai de fer lavé, qui en 1865, par exemple, dépassait 1,000,000 de tonnes, était tombée à 153,378 en 1886.

Nous donnons ci-dessous, d'après les statistiques officielles, les résultats de la production des différentes mines métalliques en 1887.

Blende.	12.405 tonnes	552.000 fr.
Calamine.	8.474	345.000
Galène	548	92.000
Pyrite de fer.	3.490	32.000
Fer (minerai lavé). . .	185.186	1.183.000
Valeur totale.		2.204.000 fr.

On peut juger du ralentissement qui s'est produit dans cette branche de la production belge en rapprochant de ces résultats ceux de 1865, qui se chiffraient par un total de 15,903,000 francs. Le nombre des ouvriers employés, qui avait dépassé à un certain moment 13,000, n'est plus en 1887 que de 1,537.

Métallurgie. Malgré ce ralentissement de la production minérale du pays, la métallurgie, qui avait pris une extension sérieuse dans les provinces de Liège, Namur et Hainaut, ne cesse de se développer, grâce à l'abondance du combustible et à la facilité de recevoir des pays voisins les matières premières dont elle a besoin.

Nous donnons ci-dessous la liste des principales matières premières fournies par l'importation qui viennent s'ajouter aux minerais indigènes.

Minerais de fer et limaille.	1.746.997 t.	20.964.000 fr.
Ferrailles.	25.267	1.768.717
Fonte brute.	211.055	11.608.000
Etain brut	2.148	6.658.000
Plomb brut.	15.640	5.787.000
Cuivre et nickel	4.202	9.244.000
Matières minérales brutes.	38.371	38.371.000

Le mouvement de production de l'industrie métallurgique est indiquée par les chiffres ci-dessous :

	1870		1880		1887	
	Tonnes	Francs	Tonnes	Francs	Tonnes	Francs
Fonte.	565.234	41.209.000	608.084	37.276.000	755 784	34.080.000
Fer et acier	526.577	95.427.000	596.098	102.376.000	725.501	85.729.000
Zinc en lingots..	45.754	19.455.000	59.880	25.802.000	80.468	29.038.000
Plombs en saumon..	10.034	4.331.000	8.204	3.133.000	10.044	3.196.000
		160.422.000		168.587.000		131.933.000

La valeur de la production métallurgique atteindrait donc, d'après ces calculs, 132,000,000 de francs; elle occupe plus de 25,000 ouvriers.

En 1888, l'exportation de l'industrie sidérurgique : fonte, fer, acier bruts et ouvrés s'est élevée à. . . . . 74.449.000 fr.
celle du zinc ouvré ou non à. 28.219.000
— du plomb. 5.189.000
— de l'étain. 1.975.000
— du cuivre, nickel et autres métaux (l'or et l'argent exceptés).. . . . 7.350.000

De nombreux groupes d'usines se livrent d'autre part aux constructions mécaniques et confectionnent, indépendamment des machines à vapeur, machines-outils, appareils ordinaires, des outillages spéciaux pour la sucrerie, les industries textiles (garnitures de cardes, métiers, etc.).

La construction du matériel des chemins de fer occupe à elle seule 9 ateliers pour la construction des locomotives, 20 pour les voitures et vagons, 24 pour le matériel fixe, 40 à 50 pour les pièces de détail en fer, acier et pour les autres métaux. Cette spécialité emploie 18,000 ouvriers, 4,500 chevaux-vapeur et produit une valeur d'environ 70,000,000 de francs. Elle est exercée notamment dans l'usine Cokerill le plus grand établissement métallurgique de la Belgique, fondé en 1817 à Seraing près de Liège.

En 1888, l'exportation des machines et mécaniques, outils en métaux, matériels de chemins de fer, etc., a représenté une valeur de 52,237,000 francs.

Au groupe de la métallurgie se rattache la fabrication des *armes* qui a son centre à Liège où elle fait vivre plus de 30,000 ouvriers. Encore aujourd'hui le travail se fait à façon dans cette industrie. Mais dans ces derniers temps plusieurs grands établissements se sont créés pour l'application des procédés mécaniques. La production représente environ 22,000,000 de francs. L'exportation en 1888 a été de 12,000,000 de francs. La France, les Etats-Unis sont parmi les pays qui participent à cette exportation, ceux qui y prennent la part la plus considérable. Il est à remarquer toutefois que celle de la France a diminué de 50 0/0 depuis une dizaine d années.

La coutellerie qui était représentée par des établissements assez importants, à Namur et à Gembloux, a perdu depuis quelques années beaucoup de son activité.

Industries textiles. Elles constituent l'un des groupes les plus importants de la production belge. On peut juger

du mouvement auquel elles donnent lieu par ce fait que la valeur des matières textiles de toutes sortes importées pour la consommation des usines belges s'est chiffrée en 1888 par une somme de plus de 186,000,000 de francs et celle de l'exportation des produits fabriqués dans les manufactures du pays par 210,000,000 de francs environ, dont 135,000,000 pour les fils et 75,000,000 pour les tissus.

C'est l'*industrie de la laine* qui fournit la plus forte partie de ce mouvement. Les laines indigènes ayant été de tout temps très insuffisantes à la fois comme quantité et comme qualité, la plupart des matières premières doivent être demandées à l'importation.

Longtemps Anvers a eu en Europe le monopole du marché des laines de l'Amérique du Sud. Mais depuis une quinzaine d'années le mouvement auquel donnaient lieu les arrivages des laines de la Plata dans ce port a subi un ralentissement marqué, par suite de la concurrence née de l'accroissement des ateliers de lavage et de peignage allemands et des efforts heureux qui ont été faits pour attirer à Dunkerque une partie des provenances de la République Argentine. Les chiffres ci-après montrent la marche suivie depuis 1865 par l'importation des laines de la Plata à Anvers :

1865. . .	78.000 balles.	1880. . .	136.000 balles
1870. . .	135.000 —	1885. . .	117.000 —
1875. . .	158.000 —	1888. . .	115.000 —

Depuis quelques années d'ailleurs les laines du Cap et d'Australie se présentent dans une plus forte proportion sur les places belges : c'est ainsi qu'on évalue à 93,000 balles les achats directs effectués en Australie ou à Londres, en 1888.

Cette même année, l'importation totale de la laine représentait au commerce général 142,840,210 kilogrammes. Défalcation faite du transit, qui prend environ les quatre cinquièmes de cette quantité, il est resté pour la consommation des usines belges 38,083,703 kilogrammes de laine brute.

Verviers, qui dès le x^e^ siècle était renommé pour le travail de la laine, est demeuré le centre principal de l'industrie lainière. Cette localité présente l'ensemble le plus complet pour la transformation de la matière brute en laine lavée, épaillée, filée, peignée. On y compte cinq grands établissements menant de front le peignage et la filature et trois se livrant uniquement à cette dernière opération : le nombre des broches en activité y est de plus de 100,000. Il s'y fabrique de 12 à 13,000,000 de kilogrammes de fils pour le tissage qui s'exportent en Angleterre, en Allemagne et en Autriche.

Verviers et la vallée de la Vesdre tissent en outre des lainages, mérinos, cachemires et autres étoffes de laine peignée. D'autres tissages d'une grande importance sont disséminés sur tout le territoire. Bruxelles et Saint-Nicolas fabriquent des châles et des tartans, Malines, Hérenthals, Duffel, Liège, des couvertures ; Renaix, Mouscron, Gand, Audenarde, Saint-Nicolas, Bruxelles, Braine, l'Alleud, des tissus de demi-laine et des petites étoffes ; Lath, Anvers, Dinant, Tournai, des mérinos, cachemires, etc.

L'exportation des tissus belges, quoique entravée par les tarifs récemment adoptés par plusieurs pays voisins, a encore une certaine activité en Europe, et elle augmente en Amérique, en Australie, en Chine et au Japon. Elle représente en 1888 une valeur de 25,346,597 francs, se décomposant comme il suit :

Draps, casimirs, etc.	15.497.443 fr.
Coatings et autres tissus lourds	2.209.135
Autres tissus légers.	7.640.009

L'*industrie linière* existe en Belgique depuis les temps les plus reculés ; mais c'est seulement vers 1834 que les filatures mécaniques ont commencé à se substituer au filage à la main qui n'a disparu du reste que plusieurs années après. En 1840, on comptait 47,000 broches, 180,000 en 1860 ; il y en a aujourd'hui au moins 250,000. Indépendamment des lins de Flandre, l'industrie linière a consommé en 1888, 54,000,000 de kilogrammes de lin étranger, dont moitié venant de Russie, le reste des Pays-Bas, de France et d'Allemagne. Quant au tissage, il se fait encore en partie à la main dans un grand nombre de communes des Flandres : les principaux centres de fabrication des toiles sont Courtrai, Iseghem, Roulers, Gand, Alost, dont les produits sont des toiles à voiles, toiles d'emballage, toiles à sac, linge de table, de toilette, linge damassé, etc. Les fils de lin figurent à l'exportation en 1888 pour une valeur de 20,754,040 francs et les tissus pour 17,621,053 francs se décomposant comme suit :

Toiles unies et croisées, écrues.	6.775.657 fr.
— — blanches et imprim.	6.647.720
— — teintes.	1.562.606
Autres.	2.635.060

L'*industrie du coton* introduite en Belgique au commencement de ce siècle, compte actuellement 7 à 800,000 broches en activité. Le capital engagé dans l'industrie de la filature et du tissage mécanique du coton est de plus de 60,000,000 de francs, le nombre des ouvriers employés de 30,000 environ.

D'après la moyenne des quinze dernières années, l'importation des cotons bruts s'élève à 22,000,000 kilogrammes (21,288,172 en 1888), venant d'Angleterre, des Indes, des États-Unis, de France et des Pays-Bas. Cette même année la Belgique a importé 1,048,351 kilogrammes de fils de coton.

Les filés produits vont du n° 0 au n°50 belge (45 anglais, soit 40 métrique). Les tissages fabriquent les calicots écrus et blanchis, unis et croisés, flanelles de coton, cuirs anglais unis et à côtes, velours de coton ; les façonnés, basins, piqués, damassés, molletonnés, couvertures ; les tissus mélangés de tous genres, les tissus imprimés, spécialité qui est exercée dans cinq grandes usines.

Gand, qui est le marché le plus important pour le coton, compte de nombreuses filatures de premier ordre et plusieurs tissages. Alost a également plusieurs filatures. Bruxelles s'occupe surtout du tissage de la cotonnette et de l'impression des tissus ; Saint-Nicolas, Renaix, Braine-l'Alleud, du tissage des cotonnettes et des étoffes mélangées laine et coton. Mons fabrique des tissus pour vêtements, Termonde des couvertures à bon marché, Hamme des rubans et des lacets.

L'exportation des fils de coton a représenté en 1888 une valeur de 4,200,000 francs, celle des tissus 20,000,000 environ, ainsi qu'il suit :

Tissus écrus	3.976.790 fr.
— blanchis	3.425.262
— teints.	10.588.852
— imprimés.	1.982.979

C'est sous le règne de Guillaume I^er^ que les premières tentatives furent faites pour implanter en Belgique l'*industrie de la soie*. Mais ce ne fut que plus tard que ces essais, d'abord infructueux, purent être repris et furent enfin couronnés de succès. La soie brute employée par les fabriques belges est tout entière achetée au dehors. Elle figurait en 1888 à l'importation pour 122,952 kilogrammes (7,991,880 francs). Elle est peignée et filée dans les ateliers d'Ath qui utilisent les déchets et produisent des cordonnets et fils de schappe pour la fabrication des dentelles et guipures de Bruges, pour le tissage des étoffes de laine mélangée de Saint-Nicolas, pour la passementerie, la bonneterie, la couture. Les tissages d'Anvers, Alost, Lierre, Lede et Deynze produisent des satins et des tissus unis et variés pour la consommation courante, qui sont vendus en Angleterre, en Amérique et en France (valeur à l'exportation, 900,000 francs).

La fabrication des *dentelles*, très développée en Bel-

que, s'applique à tous les genres : valenciennes, malines, dentelle de Flandre, application de Bruxelles, dentelle-duchesse, torchon, point de Venise et autres points. La dentelle de fil se fabrique soit au fuseau et sur un métier portatif dans les Flandres, à Ypres, Courtrai, Bruges, Gand, Grammont où l'on fabrique des dentelles de soie noire analogue à la guipure de Chantilly, soit à l'aiguille comme la dentelle application de Bruxelles.

Malines, Vilvorde, Bruxelles produisent aussi des *tulles* fins qui s'exportent en France.

La confection des *broderies* blanches à la main est en plusieurs endroits remplacée par le travail à la mécanique. L'Angleterre envoie des quantités importantes de tissus destinés à être réexportés après avoir été brodés à façon. Un grand nombre d'ouvrières à Anvers brodent le tulle au crochet: mouchoirs, rideaux, ornements d'église, qui trouvent leur écoulement en France, en Hollande et dans l'Amérique du Nord. Enfin Bruxelles, Gand, Anvers, Malines, Louvain, Namur, Saint-Nicolas, ont la spécialité des broderies en or et en argent d'une grande perfection, chasublerie, etc.

Depuis quelques années, des maisons de *passementerie* pour ameublement se sont créées à Bruxelles, Génappe, Templeuve, Alost et produisent des tissus, soutaches, ganses, franges pour stores, etc.

La *bonneterie* qui a son centre principal à Leuze fabrique des tricots, des bas, etc., en coton, fil et soie.

L'*industrie du vêtement* a pris, elle aussi, dans ces derniers temps un certain développement, et occupe de nombreux ouvriers et ouvrières, 36,000 environ, à Bruxelles, Liège, Anvers et Charleroi. Elle livre à l'exportation une valeur d'environ 100,000,000 de francs, où les confections pour dames entrent pour 45,000,000 et les vêtements d'hommes pour 55,000,000.

Industries diverses. Parmi les industries qui restent à énumérer, la *tannerie* est l'une des plus importantes. Elle est représentée par un millier d'établissements occupant de 30 à 35,000 ouvriers. Elle produit tous les genres de cuirs : cuirs forts pour courroies et pour cardes, vache lissée, noire, jaune et grainée, veaux cirés, basanes, chevreau pour chaussures, cuirs vernis, unis et colorés, buffle et maroquin. La Belgique importe des peaux de toutes provenances, mais surtout de la Plata. Il arrive plus de 1,200,000 peaux par an à Anvers, qui est pour ces produits un marché plus important que le Havre et que Liverpool. Les groupes de tanneries, corroieries et mégisseries les plus considérables sont ceux de Louvain, Bruxelles, Malines, Namur, Liège, Stavelot, Malmedy, Bruges.

Une partie des cuirs produits en Belgique est utilisée pour la fabrication en gros des chaussures pour l'exportation qui alimente d'importants ateliers à Bruxelles, Binche, Louvain, Iseghem, Herve, etc.

La *ganterie* importe environ 1,000,000 de peaux de chevreau auxquelles s'ajoutent environ 100,000 peaux indigènes. Elle a son siège principal à Bruxelles et produit à peu près 1,200,000 paires de gants par an.

C'est également à Bruxelles que se trouvent les établissements les mieux outillés pour la maroquinerie.

La production du *papier* est évaluée à 45,000,000 de kilogrammes. L'exportation étant en 1888 de 20,538,860, et l'importation de 5,695,551, la consommation ressort à 30,000,000 de kilogrammes environ, soit à peu près 5 kilogrammes par tête. La fabrication des papiers peints est concentrée à Turnhout, qui compte sept grandes usines; celle des papiers pour tentures à Bruxelles qui possède six fabriques, à Liège et à Tongre.

L'exportation de la papeterie se chiffre par un total de 29,000,000 de francs en 1888 :

Papiers d'ameublement. . . .	1.200.000 fr.
Carton	7.800.000
Papiers autres.	20.000.000

L'*industrie typographique* et *la librairie* ont un grand développement : il existe des imprimeries de première importance à Tournai, Liège, Gand, Malines, Anvers, Namur, Hanselt, Braine-le-Comte. L'exportation des livres imprimés représente une valeur de 15 à 1,600,000 francs. Mais l'importation est plus considérable encore, 4,500,000 à 5,000,000 de francs. C'est avec la France qu'a lieu la plus forte partie de ce mouvement d'échanges.

L'industrie des *produits chimiques* contribue à l'exportation pour 29,000,000 de francs environ. Les usines belges fabriquent surtout l'acide sulfurique (100,000,000 kilogrammes), l'acide nitrique (500,000), le sulfate de soude (40,000,000), l'acide chlorhydrique (60,000,000), l'alun (3,000,000), le sulfate d'alumine (1,500,000), le soufre raffiné, Anvers (14,000,000), de nombreuses matières colorantes et du sel raffiné.

L'*industrie céramique* trouve dans les argiles des environs d'Andenne, de Mons, de Tournai, de Chimay et de Nivelles (feldspath) une partie des matières premières qui lui est nécessaire.

Les argiles plastiques de la province de Namur servent à la fabrication d'un grand nombre de produits réfractaires, poteries grossières, tuyaux, pavés de Quaregnon, etc. D'importantes usines produisent en outre des faïences communes ou poteries recouvertes d'un émail stannifère opaque (Tournai, Baudour, Nimy, Wasmuël), et des faïences fines (Jemmapes, la Louvière, Septfontaines). Enfin, on fabrique des porcelaines à pâte dure, à Bruxelles, Hal, Baudour, Audenarde, Tournai.

L'industrie céramique figure à l'exportation en 1888 pour les valeurs suivantes :

Terres cuites, pavés et carreaux	2.304.761 fr.
Poteries communes	284.686
Faïences	3.648.845
Porcelaines.	1.342.554

La *verrerie* a elle aussi une grande activité, surtout dans le Hainaut : ses principaux centres sont Lodelinsart, Jemmapes, Mariemont. L'exportation des glaces et cristaux atteint en 1888, plus de 45,000,000 de francs.

Il faut mentionner pour clore la liste des industries ayant une certaine activité, la tabletterie (objets en bois de Spa), la bimbeloterie, l'industrie du meuble (exportation, 3,794,000 francs), la vannerie dont l'une des branches principales est la préparation du rotin (Bruxelles, Braine-l'Alleud, Namur, Tournai, Hal), la fabrication des tresses de paille pour chapeaux, industrie essentiellement belge, exercée spécialement dans la vallée du Geer (province de Liège), à Roclenge et à Glons.

Enfin l'orfèvrerie et la bijouterie sont représentées par d'importantes maisons à Bruxelles et à Anvers. Cette dernière ville se livre spécialement à la taille du diamant du Cap (50 ateliers occupant 3,500 ouvriers).

COMMERCE EXTÉRIEUR. C'est surtout par les résultats généraux du mouvement des échanges de la Belgique, qu'on peut apprécier dans toute son étendue l'activité vraiment prodigieuse de ce petit pays.

Si l'on prend le chiffre total des affaires qu'elle traite avec le reste du monde, on constate que la Belgique occupe, au point de vue commercial, une situation beaucoup plus importante que la plupart des pays qui, d'après le classement des Etats dans l'ordre politique, figurent au nombre des grandes puissances européennes.

C'est ainsi que ce petit coin de terre presque imperceptible sur la carte du globe, a un commerce extérieur plus développé que l'immense empire russe, et presque égal à celui de l'Autriche-Hongrie et de l'Italie réunies.

Seules, l'Angleterre, la France et l'Allemagne accusent au total de leurs échanges internationaux un chiffre plus élevé que la Belgique. Mais si l'on tient compte de la différence de superficie et de population, l'avantage revient, et de beaucoup, à cette dernière. Alors en effet

que le trafic de la France représente, au commerce général une moyenne approximative de 230 francs par habitant, et celui de l'Angleterre une moyenne de 475, la proportion s'élève, pour la Belgique, à près de 1,000 francs par tête.

De 202,600,000 francs en 1831, le total des importations et exportations atteignait une moyenne annuelle de 4,451,400,000 francs dans la période décennale 1873-1877; il s'élevait à 5,331,000,000 de 1883 à 1887; enfin en 1888, il se chiffre par une somme de 5 887,300,000 francs (3,087,300,000 à l'entrée, 2,800,000,000 à la sortie).

C'est qu'indépendamment des transactions auxquelles donnent lieu les besoins de la consommation intérieure et la production de l'industrie, la Belgique a su attirer chez elle un mouvement presque égal d'échanges, auxquels elle sert en partie d'intermédiaire, et qui constitue un commerce de transit dont l'importance va sans cesse croissant, comme le montrent les chiffres ci-dessous, indiquant le total annuel des réexportations de produits étrangers dans la période décennale 1879-1888 :

1879. .	948.839.419 fr.	1884. .	1.340.202.511 fr.
1880. .	1.008.416.469	1885. .	1.219.501.334
1881. .	1.157.954.166	1886. .	1.330.148.293
1882. .	1.238.013.613	1887. .	1.474.665.915
1883. .	1.242.062.510	1888. .	1.556.325.000

Un grand nombre des marchandises inscrites au tableau des échanges des pays voisins comme destinés à la Belgique ou provenant de ce pays, ne font ainsi que traverser son territoire. Ceci étant vrai, notamment pour les échanges entre la France et la Belgique, il nous paraît intéressant d'indiquer les principaux éléments du commerce de transit dont les totaux figurent ci-dessus. Voici, pour 1888, les catégories qui viennent en tête :

Tissus de soie . . . . . Fr.	327.457.000
Laines.	183.324.000
Tissus de laine	94.080 000
Coton.	90.066.000
Tissus de coton.	61.401.000
Soie	60.608.000
Mercerie et quincaillerie.	38.989.000
Café.	36.240.000
Fils de laine, poils de chèvre.	33.426.000
Machines et mécaniques.	31.320.000
Chanvre, étoupes, lin	30.312.000
Fils de coton	26.810.000
Poteries, faïences et porcelaines.	24.591.000
Fer battu, étiré, laminé.	24.424.000
Verrerie.	23.196.000
Œufs	20.317.000
Peaux tannées, préparées.	18.429.000
Fonte brute.	18.080.000
Fils de soie	17.719.000
Vêtements.	16.365.000
Bestiaux.	14.095.000
Vins.	14.075.000
Acier fondu, brut, en barres, feuilles, fils.	12.450.000

Déduction faite des marchandises de transit, la part du commerce spécial, c'est-à-dire des marchandises importées pour la consommation belge et des produits d'origine ou de manufacture belge exportés, s'établit comme l'indique le tableau en tête de la colonne suivante.

Si l'on compare entre elles les deux colonnes de ce tableau, on voit que la balance du commerce durant la période 1879-1888 se solde au détriment de l'exportation par une moyenne annuelle de 248,767,000 francs. Supérieur à ce chiffre durant les quatre premières années, l'écart diminue ensuite au point de tomber à 88,000,000 en 1884, et reste inférieur à 200,000,000 jusqu'en 1887 ; il est, en 1888, de 290,666,946.

Pour apprécier sainement la nature de cet écart, il faut se rappeler d'abord le chiffre important du transit,

Années	Importation	Exportation
	francs	francs
1879	1.525.504.868	1.190 390.900
1880	1.680.891.839	1.216.741.436
1881	1.627.872.055	1.302.670.114
1882	1.607.563.636	1.325.917.971
1883	1.552.131.319	1.343.125.885
1884	1.425.744.876	1.337.479.444
1885	1.347.047.504	1.200.003.442
1886	1.335.049.297	1.181 974.262
1887	1.431 932.845	1.240.624.573
1888	1.534.367.168	1.243.700.222

dont les bénéfices, qu'il n'est guère possible d'évaluer exactement, viendraient en déduction des différences ainsi relevées.

Pénétrant dans le détail de chacune des branches du commerce spécial, on constate d'ailleurs que les résultats de cette partie du trafic belge témoignent d'une grande richesse industrielle. Si, en effet, la production agricole, malgré son développement, est loin de suffire à l'alimentation du pays et laisse place à une importation considérable de produits alimentaires (38,54 0/0 du total), la production manufacturière exige des achats de matières premières plus considérables encore (44 0/0), mais suffit en très grande partie à la consommation intérieure, restreignant la part des objets fabriqués à 17,54 0/0. Au contraire, à l'exportation, cette même catégorie des objets fabriqués représente 43 0/0 du total, et si les denrées alimentaires n'atteignent que 16,5 0/0, la production du pays en matières premières représente 40,5 0/0.

Importation. Les principales catégories de marchandises dont se compose le groupe des denrées alimentaires sont les suivantes :

Grains	263.315.000 fr.
Bestiaux	51.834.000
Café.	38.371.000
Farines.	30.051.000
Beurres.	26.082.000
Vins	22.710.000
Riz	19.885.000
Viandes.	19.072.000

Dans le groupe des matières premières, nous relevons les catégories suivantes :

Matières textiles	186.782.000 fr.
Résines et bitumes	65.373.000
Bois de construction.	61.337.000
Graines oléagineuses	46.471 000
Matières minérales brutes. .	38.371.000
Graisses	23.692.000
Limaille de fer et minerais .	20.964.000
Tabacs	14.961.000
Huiles végétales.	13.785.000
Charbons de terre	13.608.000
Engrais.	12.590.000
Fer et fonte	11.618.000

Enfin, voici la liste des principaux objets manufacturés importés :

Produits chimiques.	68.579.000 fr.
Tissus de laine.	19.820.000
Tissus de coton.	17.037.000
Teintures et couleurs	13.703.000
Tissus de soie.	12.877.000
Fils de laine.	12.005.000
Mercerie et quincaillerie . . .	11.745.000
Machines et mécaniques . . .	10.573.000
Peaux tannées.	8.610.000
Papiers.	8.064.000

Vêtements	7.212.000 fr.
Fils de laine	6.617.000
Produits typographiques	6.420.000
Fils de soie	5.207.000
Savon	4.001.000
Bijouterie	3.447.000

Exportation. Nous nous bornerons également ici à grouper sous forme de nomenclatures établies par nature des produits, les résultats que nous avons pour la plupart enregistrés déjà en analysant la production.

Parmi les produits alimentaires, on relève les suivants :

Grains	68.995.000 fr.
Sucres bruts	23.889.000
Farines	22.108.000
Viandes	16.181.000
Fruits	10.738.000
Sucres raffinés	9.846.000
Beurres	9.426.000
Bestiaux	6.755.000
Œufs	4.504.000
Pain, biscuits, etc.	3.036.000

Nous donnons ci-après la nomenclature des principales matières premières exportées :

Matières textiles	79.485.000 fr.
Pierres brutes, taillées, sciées	59.214.000
Houilles et briquettes	58.885.000
Coke	19.094.000
Peaux brutes	48.038.000
Zinc brut	28.019.000
Graisses	23.862.000
Graines oléagineuses	18.629.000
Plomb brut	5.119.000
Cuivre, nickel brut	4.317.000
Bois de construction	3 687.000

La liste ci-après résume dans ses lignes les plus remarquables l'exportation des produits manufacturés :

Fils de lin et autres végétaux, filamenteux	75.084.000 fr.
Fils de laine et de poils de chèvre	55.677.000
Verrerie	45.312.000
Fer battu, étiré, laminé	39.039.000
Produits chimiques	28.912.000
Machines et mécaniques	28.155.000
Papier	25.346.000
Machines, machines-outils, matériel de chemins de fer	23.862 000
Tissus de coton	19.974.000
Fers ouvrés	18.265.000
Tissus de lin et jute	17.621.000
Acier fondu, brut, en barres, feuilles, fils	11.839.000
Peaux préparées	11.794.000
Bougies	11.642.000
Mercerie, quincaillerie	11.403.000
Vêtements	9.718.000
Teintures et couleurs	9.658.000
Bois ouvrés	7.259.000
Acier ouvré	4.614.000
Fils de coton	4.317.000
Produits typographiques	4.284.000
Meubles	3.794.000
Faïences	3.649.000
Pierres ouvrées, polies ou sculptées	3.479.000

Provenances et destinations. Les échanges de la Belgique avec l'Europe représentent 83,4 0/0 du mouvement total du commerce spécial, le reste, soit 16,6 0/0, forme la part des relations avec l'Amérique, l'Asie, l'Afrique.

Le tableau ci-dessous présente par ordre d'importance le classement des différents pays avec lesquels la Belgique entretient les rapports d'affaires les plus suivis. Les chiffres qui y sont donnés sont ceux du commerce spécial de la Belgique :

Pays	Importation et exportation réunies	Importation	Exportation
	francs	francs	francs
France	631.700.000	289.000.000	342.700.000
Angleterre	438.700.000	182.600.000	256.100.000
Pays-Bas	388.400.000	216.400.000	172.100.000
Allemagne	369.100.000	169.000.000	200.100.000
Etats-Unis	172.000.000	119.800.000	52.200.000
Russie	155.700.000	149.800.000	5.900.000
Roumanie	95.000.000	90.000.000	5.000 000
République Argentine	76.400.000	54.700.000	21.700.000
Indes anglaises	60.500.000	55.900.000	4.600.000
Suède et Norvège	57.200.000	48.000.000	9.200.000
Brésil	48.200.000	24.500.000	13.700.000
Italie	43.000.000	18.800.000	24.200.000
Pérou	33.200.000	32.200.000	1.000.000
Espagne	29.900.000	10.900.000	19.000.000
Suisse	24.300.000	1 700.000	22.600.000
Hambourg	19.000.000	8.000.000	11.000.000
Portugal	14.200 000	2.400.000	12.000.000
Turquie	12.600.000	3.400.000	9.200.000
Autriche	10.100.000	3.300.000	6.800.000
Grèce	6.900.000	3.000.000	3.900.000
Danemark	6.300.000	1.100.000	5.200.000

A ces pays, il faut ajouter la Chine, où la Belgique exporte 5,600,000 francs, la Colombie, 7,600,000, le Congo, 2,400,000, le Japon, 2,300,000.

Commerce de la France avec la Belgique. Comme on le voit par le tableau qui précède, c'est la France qui prend la première place dans le commerce spécial de la Belgique. Sa part à l'importation (289.000,000 francs) représente 18,9 0/0 du total des marchandises destinées à la consommation belge. A l'exportation (342,700,000 francs), la France reçoit 28,7 0/0 de tous les produits d'origine ou de manufacture belge vendus en dehors.

Il entre, en outre, en Belgique, pour 233,623,000 francs de marchandises qui viennent de France, mais qui sont ultérieurement réexportées dans d'autres pays, et la Belgique nous expédie d'autre part pour 316,974,000 francs de marchandises qui lui avaient été précédemment expédiées de l'étranger; ce qui porte au commerce général de la Belgique notre part des importations à 522,633,000 francs contre 659,655,000 francs à l'exportation.

Le tableau du commerce de la France nous renseigne enfin sur les quantités de produits empruntés à l'exportation générale de la Belgique qui entrent dans la consommation française : c'est l'importation spéciale de la Belgique en France; et, d'autre part sur la proportion dans laquelle figurent parmi les résultats de l'importation générale de la Belgique, les marchandises de production française; c'est l'exportation spéciale de la France en Belgique.

Ces résultats, les plus intéressants à notre point de vue, sont ceux que nous allons analyser dans ce qui va suivre.

La Belgique se présente au second rang, immédiatement après l'Angleterre, dans le classement des Etats avec lesquels les relations commerciales de notre pays ont la plus grande activité. Au commerce spécial de la France, elle figure dans le total des importations pour une valeur de 419,000,000 francs et dans celui des exportations pour 472,000,000 francs, en chiffres ronds.

Il résulte du tableau de la page suivante que l'importation de la Belgique chez nous, supérieure jusqu'en 1884 à notre exportation dans ce pays, a subi ensuite un ralentis-

Commerce de la France avec la Belgique. — Commerce spécial.

	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888
Importations de Belgique en France							
Objets d'aliment.	109.197.599	97.620.043	97.999.488	85.750.497	56.560.935	74.023.492	85.238.222
Matièr. premièr.	286.374.425	289.870.568	278.215.621	244.822.104	288.780.614	266.872.576	263.680.171
Objets fabriqués	112.746.672	104.186.419	86.782.831	73.921.067	73.626.425	73.009.174	70.076.853
Total. . . .	508.318.696	491.677.030	462.997.940	404.493.668	418.967.974	413.905.242	418.995.246
Exportations de France en Belgique.							
Objets d'aliment.	103.064.814	103.564.418	87.805.735	79.521.201	72.917.146	67.200.767	68.012.008
Matièr. premièr.	183.834.814	173.648.569	175.381 367	166.103.123	177.490.612	196.112.725	208.769.947
Objets fabriqués	170 255.779	196.227.607	193.288.992	191.713.423	197.610.963	217.335.427	195.701.098
Total. . . .	457.155.346	471.440.594	456.476.094	437.337.747	448 018.721	480.648.919	472.483.053

sement marqué, qui depuis lors a donné l'avantage à notre exportation. Cette modification de la physionomie des échanges entre les deux pays s'explique, à l'analyse, par une diminution qui a affecté à la fois l'importation des denrées alimentaires, des matières premières et des objets fabriqués, tandis que si nos exportations de produits alimentaires ont décru, la catégorie des matières premières et celle des objets fabriqués accusent des augmentations sensibles.

Prenant les résultats du mouvement des échanges en 1888, nous nous bornerons à détacher du tableau des importations de Belgique en France au commerce spécial les chiffres suivants :

Laines et déchets de laine	66.275.502 fr.
Houille crue.	58.335.361
Céréales (grains et farines).	21.567.487
Lin.	16.802.983
Coke.	13.768.935
Matériaux	13.179.537
Zinc	11.403.876
Papiers, cartons, livres et gravures. .	9.378.786
Pierres et terres servant aux arts et métiers.	9.286.443
Bestiaux.	9.148.682
Engrais	8.909.307
Beurre	8.345.706
Fils de coton	7.244.847
Bois communs.	7.047.393
Tissus, rubans, passementerie et rubans de coton	6.925.069
Machines et mécaniques.	6.054.367
Racines de chicorée sèches	5.148.954
Peaux et pelleteries brutes.	4.209.178
Poteries, verres et cristaux	4.190.271
Outils et ouvrages en métaux.	4.034.604
Son	3.999.208
Œufs.	3.902.398
Chevaux.	3.854.700
Fils de laine	3.681.416
Coton en laine	3.505.028
Tissus, passementerie et rubans de laine	3.280.211
Mélasses.	3.055.825
Ecaussines.	2.647.600
Cuivre.	2.947.969
Nattes ou tresses de paille	2.410.531
Pierres ouvrées	2.180.740
Marbres	2.123.036
Légumes.	1.998.660
Houblon	1.983.447
Fruits	1.801.470
Ouvrages en peau ou en cuir.	1.038.773
Plomb	1.420.179

Du tableau des exportations de France en Belgique nous extrayons les résultats ci-après :

Laines et déchets . . . . . ,	89.122.573 fr.
Tissus, passementerie et rub. de laine	34.089.230
Vins.	23.034.080
Fils de laine.	16.654.326
Peaux et pelleteries brutes.	12.220.594
Lin.	12.911.322
Chevaux.	12.666.450
Vêtements confectionnés et lingerie cousue	11.812.885
Tabletterie, bimbeloterie, etc.	11.500.283
Drilles.	11.084.651
Outils et ouvrages en métaux	10.554.704
Tissus, passementerie et rubans de coton.	9.706.671
Tissus de soie et bourre de soie	9.074.267
Beurre.	8.917.536
Machines et mécaniques	8.540.593
Poteries, verres et cristaux.	7.670.090

Puis, viennent pour des valeurs variant de 7 à 5 millions les ouvrages en peau ou en cuir, le coton ou laine, les bois communs, les peaux préparées, les bestiaux ; de 5 à 2 millions, les fontes, fers et aciers, les cartons et papiers, les huiles fixes, extraits de bois de teinture, les fils de lin et de chanvre, les tourteaux, la bijouterie d'imitation, la margarine, la levure, les engrais, la houille, la potasse, les modes et fleurs artificielles, les meubles ; enfin, au-dessous de 2 millions, la soie, l'horlogerie, le zinc, etc.

Régime douanier. Il est établi dans l'ensemble sur les bases posées dans le traité de commerce conclu avec la France, le 31 octobre 1881.

Ce traité contient, indépendamment de la stipulation du traitement réciproque de la nation la plus favorisée, des tarifs spéciaux assez développés. Celui qui règle les conditions d'entrée des marchandises françaises en Belgique constitue le fond du tarif conventionnel qui est complété par deux articles résultant du traité avec la Serbie, et quatre autres dont l'inscription est la conséquence du traité avec la Suède et la Norvège. Il est applicable, en vertu de la clause de la nation la plus favorisée à la plupart des provenances des Etats européens.

Allemagne, traité du 22 mai 1865 prorogé le 30 mai 1881.

Angleterre, traité du 23 juillet 1862.

Autriche-Hongrie, traité du 23 février 1867.

Danemarck, traité du 17 août 1863.

Espagne, traité du 4 mai 1878.

Grèce, traités du 25 septembre 1840 et 15 juin 1856.

Italie, traité du 11 décembre 1882.

Pays-Bas, traité du 23 février 1874.

Roumanie, traité du 14 août 1880.
Russie, traité du 9 juin 1858.
Serbie, traité du 17 janvier 1885.
Suède et Norvège, traité du 26 juin 1873.
Suisse, traité du 4 juillet 1889.
Turquie, traité du 10 décembre 1861.

Ces conventions arrivent à échéance, celle avec la Roumanie en 1890, avec l'Italie le 1er janvier 1891, avec la France et la Suisse le 1er février 1892, avec la Serbie le 29 juillet 1893; les autres peuvent, à toute époque, être dénoncées, mais la dénonciation ne produit d'effets qu'au bout d'un an.

Le tarif général établi par une loi du 13 mai 1882 contient 238 articles. Il n'est que la reproduction du tarif conventionnel, mais la nomenclature des marchandises y est plus développée et comprend 41 désignations nouvelles de produits qui ne sont pas expressément dénommées dans les traités.

Communications, transports, marine marchande. La plus grande partie du commerce extérieur de la Belgique (57 0/0 du mouvement d'ensemble des importations et des exportations générales) se fait par les frontières de terre.

Indépendamment des voies naturelles de communications qu'elle doit au régime des grands fleuves et rivières navigables (952 kilomètres) traversant ses frontières, et que complète un système très complexe de canaux (1,500 kilomètres), son réseau ferré, l'un des plus développés qui soit au monde (4,447 kilomètres en 1888), a de très nombreux points de contact avec les lignes françaises, allemandes, hollandaises, et le trafic, auquel est employé un matériel considérable, présente une animation extraordinaire.

Toutefois, dans ces dernières années, la part proportionnelle des transports par mer dans l'ensemble du mouvement commercial s'est notablement accrue : de 38 0/0 (1,683,200,000 francs sur un total de 4,396,900,000 francs) en 1878, elle s'est élevée en 1888 à 43 0/0 (2,523,400,000 francs sur 5,887,300,000), soit une augmentation totale de 840,000,000 francs et un accroissement proportionnel de 5 0/0.

Cette augmentation correspond au développement que le port d'Anvers a pris durant cette période à la suite de l'achèvement des travaux gigantesques qui y ont été accomplis. Ce port figure actuellement pour plus des quatre cinquièmes dans le commerce maritime de la Belgique. D'après les relevés de la douane locale, qui ne comprennent pas les marchandises sorties par Anvers avec des documents levés à d'autres bureaux, sa part au commerce général de la Belgique a été, en 1888, de 2,094,100,000 francs : 1,295,000,000 à l'importation (42 0/0 de l'importation totale du pays) et 799,000,000 francs (28 0/0) à l'exportation, dont 324,000,000 formant le contingent du transit.

Les résultats du mouvement de la navigation portent d'autre part au compte du port d'Anvers près de 80 0/0 du tonnage enregistré tant à l'entrée qu'à la sortie des quatre ports belges. Il ne reste en effet aux trois autres : Ostende, Selzaete et Nieuport, qu'un total d'environ 2,000,000 tonneaux sur l'ensemble des transports maritimes, qui atteint, en 1888, 9,820,099 tonneaux. Ce dernier chiffre comprend 4,912,601 tonneaux représentant la jauge totale de 6,930 navires dont 5,572 chargés à l'entrée; et à la sortie 4,907,478 tonneaux par 6,915 navires dont 4,095 chargés.

La Belgique n'a pas jusqu'ici une marine marchande en rapport avec l'importance de ce mouvement. L'effectif de sa flotte de commerce n'est, en effet, en 1888 que de :

	9 bâtiments	à voiles jaugeant	4.271 tonn.
	50 —	à vapeur —	73.384 —
Total	59 bâtiments	jaugeant	77.655 tonn.

Aussi le pavillon national n'arrive-t-il qu'à effectuer 21 0/0 des transports maritimes. Les industriels et les négociants belges, qui, sauf quelques exceptions, moins rares, il est vrai, depuis quelques années ont en général recours à des intermédiaires étrangers pour exporter leurs produits, s'adressent également aux marines étrangères pour transporter la majeure partie du frêt qui sort de leurs ports.

C'est l'Angleterre qui bénéficie dans la mesure la plus large de cette situation : sa part dans le mouvement de la navigation est de 55 0/0 du tonnage. Le pavillon allemand vient ensuite avec 11 0/0. Quand à la marine française, elle ne prend que 2 0/0 à l'entrée et 1,6 0/0 à la sortie. Il faut dire d'ailleurs que, grâce au développement de la frontière de terre et à la facilité des communications de ce côté, c'est par cette voie que se font presque tous les échanges entre les deux pays.

L'émigration belge présente une certaine activité : elle était de 13 à 14 000 personnes en 1884 et en 1885, et elle a dépassé 17,000 au cours de chacune des deux années suivantes; en 1888 elle se chiffre par 23,041 individus.

La Belgique ne possède pas, à proprement parler, de colonies. Toutefois, s'ils ne sont pas en réalité placés directement sous sa dépendance, les vastes territoires du Congo qui, comme on le sait, ont été constitués dans ces dernières années en Etat distinct, sont rattachés à elle par une sorte de lien spécial, en la personne de son souverain, et si l'on considère l'importance de ses relations d'échanges avec ce pays, on peut presque dire qu'elle joue vis-à-vis de lui tout au moins le rôle d'une métropole commerciale. — L. R.

La Belgique à l'Exposition. Le gouvernement belge avait jugé bon de refuser son adhésion officielle à l'Exposition du centenaire, mais il n'avait pu empêcher l'organisation d'un comité privé qui, malgré l'hostilité des principaux personnages politiques, a trouvé aussitôt le plus grand empressement chez les industriels. Devant ce courant d'opinion, le gouvernement belge a modifié son attitude. Il a nommé un commissaire général, M. Carlier, et a fourni une subvention de 600,000 francs, tout en refusant encore de donner à cet appui une forme officielle. 11,000 mètres carrés avaient été attribués à ses nationaux qui, en outre, occupaient dans la section des Beaux-Arts une place très importante.

Pendant la durée de l'Exposition, le comité belge s'est tout particulièrement distingué par la fréquence et l'éclat de ses fêtes, auxquelles la présence de ses grandes sociétés musicales, le célèbre corps de musique des grenadiers et la *Légia*, donnaient encore plus d'attrait. Rappelons enfin, que la dernière fête, au profit de la Belgique, il est vrai, a été la plus belle de l'année, c'est la kermesse d'Anvers, au Palais de l'industrie.

La façade de la section belge s'étendait, en face de la section autrichienne, sur une longueur d'environ 50 mètres; elle comprenait plusieurs doubles portiques en bois peint dans le ton des vieux mobiliers flamands et flanqués de gracieuses colonnettes de marbre. Au-dessus des portes, quelques figurines de van den Kerkove, sculptées sous des arcatures, le lion belge et des cartes du pays, y compris celle de l'Etat libre du Congo.

Les dentelles méritaient tout d'abord d'attirer l'attention. C'est une des industries les plus curieuses du pays, et elle semble très prospère : dentelles aux fuseaux, qui se fabriquent surtout dans les Flandres, et dentelles à l'aiguille, dont le principal centre d'origine est Bruxelles. Celles-ci ont perdu quelque peu leur vogue, mais certainement le côté artistique qu'elles représentent au plus haut point, n'a pas baissé; il nous a paru plutôt en progrès depuis 1878; il y avait là des tableaux en dentelle véritablement merveilleux de reproduction, surtout si on songe que les ouvrières n'ont eu à leur disposition, pour les ombres et les effets, que la différence d'épaisseur de

leur fil. MM. Begerem, Bôval de Beck, Nogués-Richard, à qui avait été confié une partie de la décoration de la section, et Léon Sacré, étaient les principaux exposants de cette classe. Au milieu de la salle, des ouvrières travaillant sous les yeux du public avaient, comme toujours, une grande part du succès.

Les meubles belges font aux nôtres une concurrence redoutable, surtout depuis que les troubles de 1871 ont fait émigrer chez eux une partie de nos meilleurs ouvriers. Malheureusement cette classe était très pauvre d'exposants. A citer parmi les plus remarquables, dans l'ameublement de luxe, Briots, Goyers frères, de Louvain, et dans le mobilier bon marché, bien qu'élégant encore, la maison Damman et Washer, avec de bien jolies incrustations et mosaïques, et la collectivité Malinoise; dans la décoration, M. Briots, encore, qui avait de bien jolies croisées et portières, MM. Houstout et Janlet qui avaient sculpté et peint l'intérieur du compartiment belge. Le premier était hors concours.

De belles expositions de verreries et cristaux occupaient une des salles, mais étaient évidemment très inférieures aux nôtres, à celles de l'Angleterre et de la Bohême. Le vitrail du grand salon au commissariat belge qui représentait la Belgique, était de MM. Contini et C°.

Une autre salle était destinée à montrer tous les états de la laine, depuis l'état brut jusqu'aux tissus les plus fins. L'industrie belge s'alimente surtout de laines américaines et australiennes, et les met principalement en œuvre à Verviers et dans les environs, où 22,500,000 kilogrammes de laine ont été manipulés en 1888. Cette ville avait exposé en collectivité. Nous avons remarqué, pourtant, les envois de MM. Biolley frères, Peltzer et fils, et Simonis.

Dans un compartiment tendu de velours bleu et où des peaux enroulées simulaient assez drôlement des colonnes, on avait concentré l'industrie des peaux, une des richesses de la Belgique; presque tous les exposants ont été récompensés. La maroquinerie, la bimbeloterie, la cordonnerie, l'habillement, la parfumerie, peuvent se contenter ici d'une simple énumération; pourtant on peut signaler, dans les produits exposés, des progrès très appréciables sur ceux qu'on avait pu voir en 1878, et que nous trouverons peut-être redoutables, à la prochaine exposition.

L'industrie des armes à feu a diminué d'importance en Belgique depuis l'extension très grande donnée aux canons en acier, ce qui a diminué l'emploi des ouvriers spéciaux qui forgeaient à la main les canons en fer. Néanmoins, Liège jouit toujours d'une réputation méritée, pour la qualité et le bas prix de ses armes de chasse et de luxe; elle occupe pour cette spécialité environ 30,000 ouvriers. Bertrand et fils, Amiore et C^ie^, et H. Pieper, ont envoyé des modèles hors de toute comparaison.

Les classes réservées aux matériaux de construction, au génie civil, à l'architecture et aux travaux publics, n'étaient pas moins curieuses. On les avait installées en dehors de la section même, et en partie dans des pavillons séparés. La ville de Gand, la société Cockerill, à Seraing, la ville d'Anvers qui avait envoyé un superbe plan en relief du port et des bassins, où l'on pouvait se rendre facilement compte de tous les perfectionnements apportés à cette place de commerce, devenue une des plus importantes de l'Europe, enfin, la maison Blaton-Aubert qui avait un pavillon tout entier pour ses modèles de travaux en ciment et en bétons, étaient les principaux exposants. A la suite de celui-ci, un autre pavillon était affecté aux produits de MM. Solvay et C^ie^, de Couillet, qui sont peut-être les plus grands fabricants de produits chimiques du globe. Cette maison traite surtout la soude et ses dérivés, par des procédés à l'ammoniaque que les découvertes de MM. Solvay ont rendus pratiques.

Les charbonnages et les hauts-fourneaux, sont pour la Belgique une source de richesses inépuisables; il nous serait impossible de citer ici toutes les grandes sociétés qui extraient la houille. La société de Mariemont et de Bascoup avait été installée dans un grand bâtiment comme modèle type des exploitations de ce genre.

A l'Esplanade des Invalides, la Belgique était brillamment représentée dans le groupe de l'Economie sociale. Depuis longtemps déjà, le gouvernement de ce pays et les grandes administrations industrielles rivalisent de zèle et d'efforts pour améliorer la condition morale et matérielle des travailleurs; le compartiment réservé à la commission belge offrait donc un intérêt particulier, aussi bien par l'importance des institutions ouvrières et patronales exposées au moyen de graphiques et de diagrammes, que par l'excellente méthode qui avait présidé à l'organisation de cette exposition. Le jury a décerné un de ses grands prix à la commission belge, présidée par M. Carlier. Parmi les autres grands prix nous devons citer celui que le jury a décerné à la *Caisse générale d'épargne et de retraite sous la garantie de l'Etat belge*, et celui de la Société de *Mariemont et Bascoup* pour l'ensemble de ses institutions patronales tout à fait remarquables.

Beaux-Arts. L'art belge n'a sans doute pas d'originalité proprement dite, sinon en ce qu'il est un peu froid et qu'il offre, au premier coup d'œil d'une exposition collective, comme un amoindrissement de l'art français. D'ailleurs, ceux qui brillaient au Champ-de-Mars, et dans cette section, du plus vif éclat, n'étaient-ils pas des Parisiens? Nous avons nommé Stevens, Willems, Jan van Beers et Wauters.

Néanmoins on a pu constater avec intérêt le réveil d'aspirations nationales chez un certain nombre d'artistes du crû, qui n'ont pas quitté leur pays natal, qui y ont cherché toujours, trouvé parfois, d'heureux sujets d'étude. Nous sommes loin encore des maîtres flamands dont le souvenir est si écrasant pour leurs successeurs, mais la voie est tracée, le succès est suffisant pour encourager à la suivre, et nous ne doutons pas de retrouver plus tard ce mouvement complété, et productif de résultats durables.

Le portrait, le tableau de genre simple, quelques rares paysages, voilà, à ce qu'il semble, le domaine de l'école belge contemporaine. MM. Van Beers, Broerman, Dierickx Verheyden, avaient envoyé des têtes expressives, largement peintes, traitées avec une grande simplicité, mais en même temps une grande vérité d'attitudes et d'effet. L'*Ecole buissonnière*, de M. Farasyn, le *Pique-nique*, de M. Claus, les *Jeunes anglaises jouant dans la prairie*, de M Khnopff, étaient des études de plein air remplies de charme et de couleur. Au contraire, la peinture d'intérieur, minutieuse ou large, spirituelle ou d'une brutalité exacte, était représentée par de jolies toiles. *Repos*, de M. Josse Impens, la *Locataire du sixième*, de Smeth, la *Boutique du brossier*, de Looymans, l'*Atelier de jeunes filles*, de M. Charles Mertens, le *Concours de sculpture*, de M. Pion, le *Béguinage de Gand*, de M. Tytgadt avec un joli effet de lumière. Enfin, quelques épisodes spéciaux à ce pays de marins et de mineurs, la *Fille du pêcheur*, par M. Edouard de Jan, *Hercheuses* et *Borains*, par M. Meunier, des marines de MM. Mols, Bouvier et Musin. Quant au paysage, il avait là pour représentants MM. Franz Courtens, un grand artiste, et Verwée, qui conserve dans ses études d'animaux quelque étincelle des maîtres du XVII^e^ siècle. A côté d'eux, nous pourrions dire à coup sûr après eux, mais dans un rang honorable encore, MM. Jean Stobbaert et Verstraete.

Voilà à peu près tout ce que la réunion fort nombreuse des peintres belges offrait de saillant. A considérer plus la place occupée sur la cimaise, que les véritables qualités artistiques, nous devrions encore une mention à des scènes historiques de grande envergure, telles que le *Bourgmestre Van der Leyen assassiné et ramené à Louvain*, de M. Hennebicq, et *Luther à Worms*, de M. Delpéré; combien nous préférons à ces toiles d'un intérêt médiocre, l'amusante *Revue des jeunes filles des écoles*, par M. Verhas. Ce n'est peut-être pas du grand art, mais

c'est frais, sincère et gai, qualités d'autant plus précieuses qu'on les trouve maintenant plus rarement !

Ce n'est pas en Belgique que nous devrons chercher la renaissance de la sculpture. Quelques morceaux à citer et quelques noms. M. Van der Stappen avait envoyé le *Taciturne* et l'*Homme à l'épée*, M. Leroy, une jolie *Héro*, M. Dillens, une figure pour un tombeau, M. Charlier, une ravissante *Prière*, et M. Meunier, un *Puddleur* vigoureux de facture; le reste ne s'élevait pas au-dessus de la médiocrité; il faut dire d'ailleurs, que jamais à aucune époque, les pays du nord qui ont compté de grands peintres, n'ont produit de bons sculpteurs. C'est un privilège qui semble réservé aux contrées de la chaleur et du soleil. — C. DE M.

*° **BELLITE.** Snbstance explosive découverte en 1887 par M. Carl Lamm, directeur de la fabrique d'explosifs de Rotebro, près Stockholm, et qui, d'après l'inventeur, serait formée d'un mélange de binitrobenzine et d'azotate d'ammoniaque.

Sa puissance est peu inférieure à celle de la dynamite, sa conservation et son transport n'offrent aucun danger, sa manipulation présente une sécurité complète.

On peut l'employer avantageusement dans les travaux de mine. Seulement pour que la bellite fasse explosion il faut qu'elle se trouve enfermée dans un espace parfaitement clos ; de plus, l'azotate d'ammoniaque absorbant facilement l'humidité, les cartouches doivent être formées, ou bien de carton fortement garni de paraffine ou de toute autre matière n'absorbant pas l'humidité.

Au point de vue des usages militaires, son emploi a été considéré comme moins avantageux que celui de certaines autres substances explosives.

° **BENZIDINE.** *T. de chim.* Syn. : *Diamidodiphényle.* En notation atomique ce corps répond à la formule :

$$C^{12}H^{8}(AzH^{2})^{2} = \begin{matrix} C^{6}H^{4}-AzH^{2} \\ | \\ C^{6}H^{4}-AzH^{2} \end{matrix}$$

La benzidine se produit, comme l'aniline, par réduction de la nitrobenzine; elle a été découverte par Zinin en réduisant, par un mélange d'alcool et de sulfure ammonique, soit l'azoxybenzol, soit l'azobenzol qui dérivent aussi tous deux de la nitrobenzine par réduction ménagée. (V. BENZINE). En réalité, le procédé de Zinin ne donne pas de suite la benzidine, mais bien son isomère, l'*hydrazobenzol.* Ce n'est que sous l'influence ultérieure des acides que celui-ci se transforme en benzidine, par suite d'une transposition des atomes d'hydrogène constituants.

$$\underbrace{\begin{matrix} C^{6}H^{5}-Az-H \\ | \\ C^{6}H^{5}-Az-H \end{matrix}}_{\text{Hydrazobenzol}} = \underbrace{\begin{matrix} C^{6}H^{4}-AzH^{2} \\ | \\ C^{6}H^{4}-AzH^{2} \end{matrix}}_{\text{Benzidine}}$$

On peut préparer la benzidine en chauffant vers 120°, dans un autoclave, une partie d'azobenzol avec quatre parties d'acide chlorhydrique. La benzidine est une diamine; comme telle elle se combine avec deux molécules des acides monobasiques pour donner des sels bien définis et bien cristallisés. La benzidine pure est une substance solide blanche cristallisée en paillettes ; elle se dissout peu dans l'eau froide, mais elle est au contraire très soluble dans l'eau bouillante.

BENZINE (V. *Dictionnaire*). *T. de chim.* Syn. *Hydrure de phényle.* En notation atomique, la benzine doit être représentée par la formule $C^{6}H^{6}$. C'est le plus simple de tous les composés aromatiques qui tous peuvent en être dérivés par voie de substitution ; l'étude de la constitution de la molécule de la benzine a donc le plus grand intérêt puisqu'elle conduit directement à la connaissance de la structure moléculaire de tous ses homologues et de leurs dérivés respectifs.

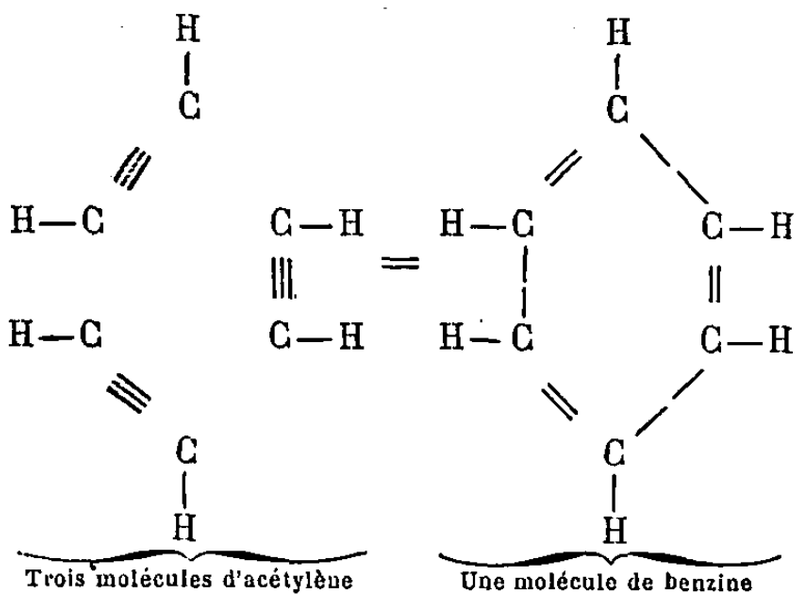
1° Le carbone étant tétravalent, les six atomes de carbone de la molécule de benzine disposent de $6 \times 4 = 24$ valences ; six de ces valences étant saturées par les six atomes d'hydrogène monovalents, il en résulte que les 18 valences en excédent doivent être échangées entre les atomes même de carbone, car, la benzine se comportant dans la plupart de ses réactions comme un corps saturé, on doit admettre qu'elle ne présente aucune valence libre.

2° La benzine ne donnant jamais qu'un seul dérivé monosubstitué avec les corps simples monoatomiques ou avec les radicaux monovalents, on doit conclure que les six atomes d'hydrogène sont identiques.

3° La benzine se formant, comme l'a montré M. Berthelot, par la condensation de trois molécules d'acétylène H-C≡C-H, il en résulte que la molécule doit pouvoir s'écrire $(CH)^{6}$ ce qui indique que chaque atome de carbone est réuni à un des six atomes d'hydrogène.

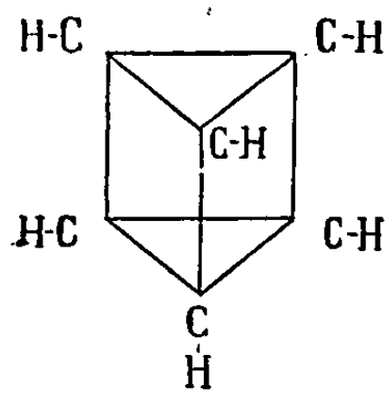
De toutes ces observations il résulte que les six atomes de carbone doivent former une chaîne fermée et être d'ailleurs liés entre eux, soit par trois liaisons simples et trois liaisons doubles, soit par neuf liaisons simples.

En 1865, M. Kékulé proposa de représenter la molécule de benzine par un schéma hexagonal. Dès lors, si l'on admet l'hypothèse des liaisons doubles entre les atomes de carbone, c'est-à-dire si l'on suppose, que dans la synthèse par l'acétylène, les deux atomes de carbone de chaque molécule d'acétylène n'échangent plus entre eux que deux valences, la troisième servant à souder les trois molécules en une seule, on est conduit à représenter la molécule de benzine par le schéma ci-dessous.

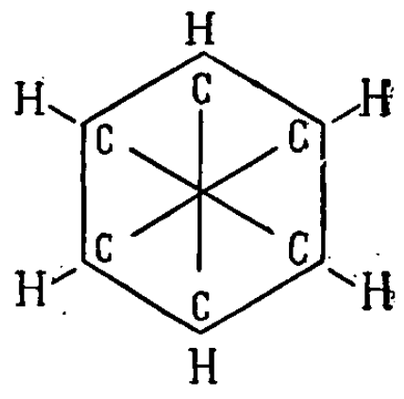


On peut supposer au contraire que les atomes

de carbone de l'acétylène ne sont plus réunis entre eux que par des liaisons simples, dans la molécule de benzine; cette hypothèse conduit à



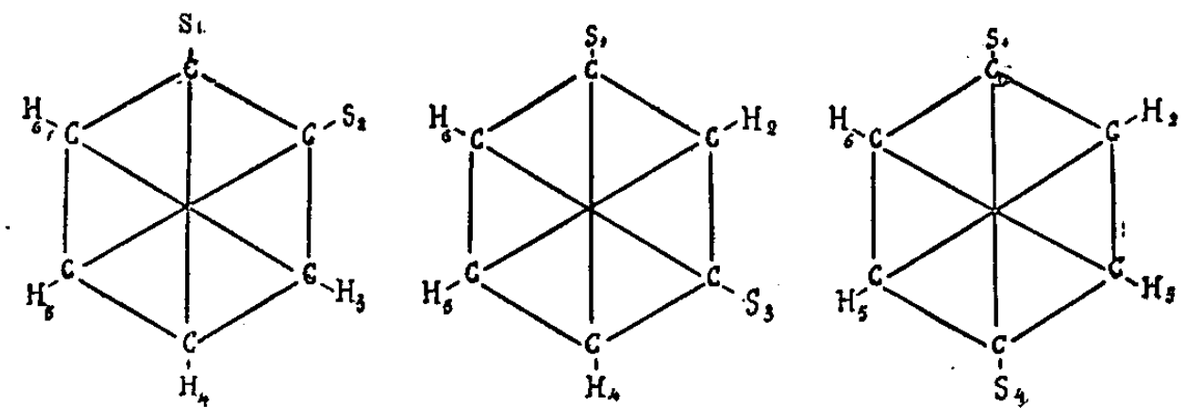
représenter cette molécule, soit par un prisme triangulaire, soit par un hexagone avec ses trois diagonales :



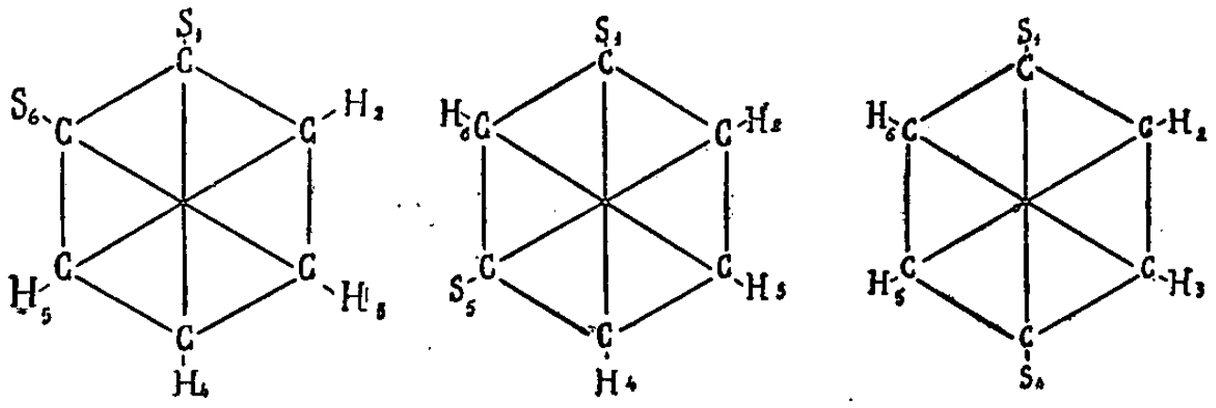
D'après les déterminaisons calorimétriques de M. Thomson, sur la chaleur développée par la combustion de la benzine, le schéma à neuf liaisons simples est seul exact; malgré cela, l'usage général est de se servir de préférence du schéma à trois liaisons doubles ; du reste, tous deux suffisent à expliquer les nombreux cas d'isomérie observés dans la série aromatique.

Dérivés monosubstitués. Lorsque dans la benzine, on substitue à un atome d'hydrogène, un atome d'un corps simple monoatomique ou un radical composé monovalent, on obtient un dérivé monosubstitué ; l'expérience a démontré que de semblables dérivés n'ont jamais d'isomères, c'est-à-dire n'existent que sous une seule modification, toujours la même. Ainsi l'on ne connaît qu'une seule benzine mononitrée (nitro-benzine).

Dérivés bisubstitués. Si nous désignons les six atomes de carbone de la molécule de benzine par les chiffres 1 à 6 et si nous supposons que l'atome d'hydrogène H_1 a été remplacé par un substituant, nous voyons, sur le schéma hexagonal que les atomes H_2 et H_6 sont symétriques par rapport à H_1 et par suite sont identiques ; pareillement les atomes H_3 et H_5 sont aussi symétriques et identiques. Si maintenant nous supposons qu'un second substituant vienne à remplacer un second atome d'hydrogène, il pourra se former l'un des trois isomères



mais il ne pourra pas s'en former d'autres, car les corps



sont respectivement identiques aux précédents. Il en résulte que les dérivés bisubstitués de la benzine peuvent tous se ranger en trois séries isomères que l'on a désignées sous les noms de série ortho (1-2) — série méta (1-3) — série para (1-4). En fait l'expérience a prouvé l'exactitude de ces spéculations théoriques ; pour la plupart des dérivés bisubstitués de la benzine on est arrivé en effet à préparer les trois isomères prévus et ce nombre de trois n'a jamais été dépassé.

Dérivés polysubstitués. Si dans la benzine on remplace trois, quatre..., etc., atomes d'hydrogène par des substituants, il est clair que l'on peut encore rencontrer de nombreux cas d'isomérie ; tous peuvent être prévus par l'étude du schéma hexagonal.

Série benzénique. Parmi les dérivés par substitution de la benzine, les plus importants sont les carbures homologues que l'on peut en déduire par remplacements successifs d'atomes d'hydrogène par les radicaux alcooliques. Tous ces carbures répondent à la formule générale $C^n H^{2n-6}$ et on a désigné l'ensemble sous le nom de *série benzénique*; cette série comprend notamment :

1° Toluène ou méthylbenzine, $C^6H^5\text{-}CH^3$; c'est un dérivé monosubstitué, il n'a donc pas d'isomères ;

2° Orthoxylène $C^8H^{10}=C^6H^4<\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}$ c'est la diméthylbenzine, dérivé bisubstitué dont on connaît les deux isomères qui sont les deux carbures suivants ;

3° Métaxylène ;

4° Paraxylène ;

5° Ethylbenzine $C^8H^{10}=C^6H^5-C^2H^5$;

6° Mésitylène ou triméthylbenzine

$$C^9H^{12}=C^6H^3\begin{matrix}CH^3\\CH^3\\CH^3\end{matrix}$$

7° Pseudo-cumène isomère du précédent, etc...

Tous ces corps se trouvent en général dans les huiles légères ou moyennes séparées par distillation du goudron de houille.

La benzine s'unit soit directement par addition, soit par substitution, avec les corps simples halogènes (chlore, brome, iode), mais les composés ainsi formés n'ont que très peu d'importance au point de vue industriel.

Dérivés par substitution obtenus avec les radicaux composés.

Dérivés nitrés. Ils prennent naissance par l'action de l'acide nitrique fumant ou d'un mélange d'acides nitrique et sulfurique sur la benzine. Si la réaction est modérée, un seul atome d'hydrogène est remplacé par le groupe AzO^2 (nitrile) et on obtient la nitrobenzine.

$$C^6H^6+AzO^3H=C^6H^5-AzO^2+H^2O$$

Ce produit, soumis à l'action ménagée des réducteurs, donne lieu à la formation d'une série de corps composés intéressants ; il se forme d'abord de l'azoxybenzide ou *azoxybenzol*.

$$\underbrace{2(C^6H^5-AzO^2)}_{\text{Nitrobenzine}}+\underbrace{3C^2H^6O}_{\text{Alcool}}$$

$$=\underbrace{\begin{matrix}C^6H^5-Az\\|\\C^6H^5-Az\end{matrix}>O}_{\text{Azoxybenzol}}+\underbrace{3C^2H^4O}_{\text{Aldéhyde}}+\underbrace{3H^2O}_{\text{Eau}}$$

Si l'on continue la réduction en employant l'amalgame de sodium, l'azoxybenzol se transforme en *azobenzol*

$$\underbrace{\begin{matrix}C^6H^5-Az\\|\\C^6H^5-Az\end{matrix}>O}_{\text{Azoxybenzol}}+\underbrace{H^2}_{\text{Hydrogène}}=\underbrace{\begin{matrix}C^6H^5-Az\\\|\\C^6H^5-Az\end{matrix}}_{\text{Azobenzol}}+\underbrace{H^2O}_{\text{Eau}}$$

l'action réductrice se continuant encore, l'azobenzol se transforme en *hydrazobenzol*.

$$\begin{matrix}C^6H^5-Az\\\|\\C^6H^5-Az\end{matrix}+H^2=\begin{matrix}C^6H^5-Az-H\\|\\C^6H^5-Az-H\end{matrix}$$

Enfin l'hydrazobenzol se réduisant lui-même, on obtient de l'aniline.

$$\begin{matrix}C^6H^5-Az-H\\|\\C^6H^5-Az-H\end{matrix}+H^2=2C^6H^5-AzH^2$$

Il est clair qu'il serait difficile dans la pratique de s'arrêter ainsi à chaque phase intermédiaire ; en réalité on obtient toujours un mélange des divers corps cités ; par contre si l'on emploie un réducteur énergique on obtient de suite l'aniline.

Binitrobenzine. Si la réaction de l'acide nitrique sur la benzine est trop vive ou trop prolongée, on obtient la binitrobenzine $C^6H^4(AzO^2)^2$, dérivé bisubstitué qui existe sous trois modifications isomériques, ortho, méta et para, connues toutes trois.

Trinitrobenzine. Enfin on obtient un dérivé trisubstitué en chauffant le mélange d'acide et de benzine.

Dérivés sulfonés. La benzine se dissout à froid dans l'acide sulfurique concentré en donnant l'acide benzine sulfonique.

$$C^6H^6+SO^4H^2=C^6H^5-SO^3H+H^2O$$

Cet acide fondu avec de la potasse en excès donne du sulfite de potasse, de l'eau et du *phénol* ou hydrate de phényle. — V. *Dictionnaire*, PHÉNOL.

$$\underbrace{C^6H^5-SO^3H}_{\substack{\text{Acide benzine}\\\text{sulfonique ou}\\\text{phénylsulfureux}}}+\underbrace{2KOH}_{\text{Potasse}}=\underbrace{C^6H^5-OH}_{\substack{\text{Hydrate}\\\text{de phényle}\\\text{ou phénol}}}+\underbrace{SO^3K^2}_{\substack{\text{Sulfite}\\\text{de potasse}}}+\underbrace{H^2O}_{\text{Eau}}$$

En chauffant la benzine avec un excès d'acide sulfurique on obtient le dérivé bisubstitué acide phényldisulfureux $C^6H^4(SO^3H)^2$ et celui-ci, fondu encore avec un excès de potasse caustique, donne le dérivé dihydroxylé de la benzine, la *résorcine* $C^6H^4(OH)^2$. — V. *Dictionnaire*, RÉSORCINE.

INDUSTRIE DE LA BENZINE. La benzine est aujourd'hui consommée en quantités énormes par l'industrie ; la majeure partie s'extrait toujours du goudron de houille, par les procédés qui ont été décrits dans le *Dictionnaire*, mais, depuis quelques années, on a essayé avec succès de mettre en valeur certaines sources de carbures légers qui avaient été jusqu'alors complètement négligées.

On sait que l'industrie métallurgique utilise comme combustible dans les hauts fourneaux, un coke spécial très dur, appelé *coke métallurgique* que l'on fabrique en énormes quantités sur le carreau même de la mine en utilisant ainsi les menus plus ou moins mélangés. Cette fabrication de coke donne lieu à un dégagement considérable de gaz analogue au gaz d'éclairage qu'il est impossible d'utiliser autrement que comme combustible pour le chauffage des fours à coke eux-mêmes. Les rapides progrès faits dans les vingt dernières années par l'industrie des matières colorantes d'une part, et d'autre part par l'industrie de la soude à l'ammoniaque (procédé Solvay) ont amené naturellement à rechercher les moyens de recueillir et d'utiliser les quantités considérables de goudron et d'ammoniaque entraînées par ces gaz et jusqu'alors perdues ; on a donc imaginé des fours à coke tels que les gaz dégagés puissent en être extraits et complètement refroidis et lavés avant de revenir s'enflammer sous la sole et dans les piédroits. Ces gaz, purgés de goudron par le refroidissement et d'ammoniaque par les lavages, sont encore fortement éclairants, c'est-à-dire entraînent encore à l'état de

vapeurs une certaine proportion de carbures les plus légers et par suite les plus précieux. Or, si l'on fait barboter ces gaz dans un dissolvant quelconque de ces carbures, il est clair que l'on devra les retenir et que si le barbotage (ou le lavage) est suffisamment prolongé, le mélange gazeux restant ne devra plus contenir que des gaz permanents absolument incondensables ; le gaz ne donnera plus dès lors qu'une flamme incolore et non éclairante ; il pourra être brûlé dans les fours, car il n'est plus propre qu'à ce seul usage, fournir de la chaleur. Le dissolvant qui, jusqu'ici, a donné les meilleurs résultats, est l'huile lourde anthracénique et elle a paru être d'autant meilleure pour cet usage, qu'elle s'est trouvée être plus lourde.

Les gaz sont extraits des fours à coke, à travers les serpentins réfrigérants et les laveurs à eau ammoniacale, par de puissantes pompes aspirantes qui les refoulent ensuite, à une pression de 2 ou 3 mètres de hauteur d'eau, dans un grand réservoir cylindrique en tôle ; de là, par une série

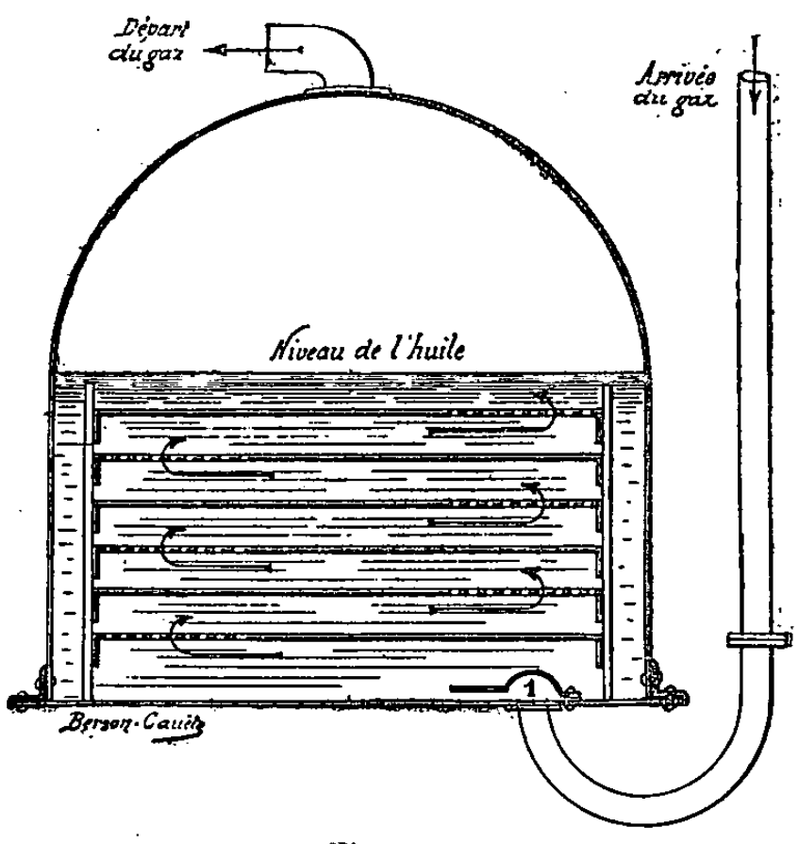


Fig. 186.

de tuyaux en fonte, ils sont distribués dans de longues cuves de barbotage contenant l'huile lourde et munies d'une série de diaphragmes horizontaux en tôle mince perforée, destinés à prolonger et à multiplier les contacts. Nous donnons (fig. 186) la coupe verticale de l'une de ces cuves. Ces cuves sont groupées en batterie de telle façon que le gaz sortant de l'une soit obligé de traverser successivement toutes les autres. L'épuisement des gaz est d'ailleurs méthodique, c'est-à-dire que la cuve qui reçoit le gaz le plus riche est aussi celle qui contient l'huile la plus voisine du point de saturation. Quand la saturation de l'huile est complète, par une manœuvre de robinets on transvase cette huile de la première cuve de barbotage vers une cuve de distillation, puis on remplit à nouveau la cuve de barbotage avec de l'huile épuisée provenant d'opérations précédentes.

La cuve de distillation est en tous points semblable aux cuves de barbotage ; la seule différence, c'est qu'au lieu de gaz elle reçoit de la vapeur d'eau détendue qui, par échauffement d'une part, par entraînement d'autre part, fait distiller les carbures légers entrés en dissolution dans l'huile lourde. Le mélange de vapeur d'eau et de vapeur de benzol est condensé dans un réfrigérant en fer, puis séparé par un vase florentin.

Pour une tonne de houille de valeur moyenne, on peut compter qu'il est possible de recueillir environ 5 à 6 kilogrammes de benzol brut dont moitié environ distillant avant 100°.

Ce benzol brut est comparable au mélange des huiles légères et des huiles lourdes que donnerait la distillation du goudron ; il contient naturellement des alcaloïdes et des phénols que l'on doit éliminer par des battages à l'acide sulfurique et à la soude ; on lave ensuite à l'eau d'une façon complète, puis on distille dans un appareil à colonne ; on arrive ainsi à séparer : 1° du benzol commercial dit « 90 0/0 » ; 2° du benzol commercial dit « 50 0/0 » ; 3° du dissolvant que l'on vend aux dégraisseurs et aux fabricants de caoutchouc ; 4° enfin un résidu que l'on retourne à l'huile lourde pour en maintenir la fluidité. — H. R.

° **BENZOÏQUE** (Acide). *T. de chim.* (V. *Dictionnaire*, ACIDE). En notation atomique, l'acide benzoïque est représenté par la formule

$$C^7H^6O^2 = C^6H^5 - (CO - OH) ;$$

il est à la fois monobasique et monoatomique.

PRÉPARATION. L'acide benzoïque destiné à la préparation des produits pharmaceutiques s'extrait encore aujourd'hui du benjoin, soit par sublimation, soit par épuisement de la résine par une lessive alcaline.

Depuis quelques années, l'acide benzoïque est devenu un produit industriel ; on l'a préparé en grand, d'abord au moyen de l'urine des herbivores dont l'acide hippurique se transforme en acide benzoïque, sous l'influence de la putréfaction ; ce procédé tend à disparaître.

On peut l'obtenir par oxydation directe du toluène :

$$C^6H^5 - CH^3 + 3O = C^6H^5 - (CO - OH) + H^2O$$

L'oxydation peut se faire à froid, à l'aide du permanganate de potasse, ou bien à l'ébullition par l'acide chromique obtenu par mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique.

On peut encore préparer l'acide benzoïque en chauffant avec précaution un mélange de phtalate de chaux avec un excès de chaux éteinte (procédé Depouilly) ; il se produit du benzoate et du carbonate de chaux ;

$$\underbrace{2(C^8H^4O^4Ca)}_{\text{Phtalate de chaux}} + \underbrace{Ca(OH)^2}_{\substack{\text{Chaux}\\\text{éteinte}}} = \underbrace{2CaCO^3}_{\substack{\text{Carbonate}\\\text{de chaux}}} + \underbrace{\left.\begin{matrix}C^7H^5O^2\\C^7H^5O^2\end{matrix}\right\rangle Ca}_{\substack{\text{Benzoate}\\\text{de chaux}}}$$

le mélange est épuisé par l'eau bouillante et la solution est filtrée puis saturée par l'acide chlorhydrique qui précipite l'acide benzoïque.

Quoiqu'il en soit, le seul procédé vraiment industriel est celui qui a été indiqué par MM. Lauth et Grimaux et qui consiste à oxyder le chlorure

de benzyle par l'acide azotique étendu ou par l'azotate de plomb. Le chlorure de benzyle ou éther chlorhydrique de l'alcool benzylique

$$(C^6H^5-CH^2Cl)$$

est aujourd'hui un produit courant; on l'obtient très facilement et à un prix très abordable en faisant agir le chlore gazeux sur le toluène bouillant; dans ces conditions, la substitution se fait uniquement dans le groupe méthylique et l'on obtient le corps presque pur.

Pour fabriquer l'acide benzoïque, on fait bouillir le chlorure de benzyle avec de l'acide azotique étendu dans un récipient communiquant avec un réfrigérant à reflux; il se forme à la fois de l'acide benzoïque et de l'hydrure de benzoyle (aldéhyde benzoïque); au bout de quelques heures la transformation est complète; on sature alors par la chaux, on étend d'eau et à l'aide d'un courant de vapeur barbotante on fait distiller par entraînement l'aldéhyde benzoïque; il reste dans le récipient un liquide alcalin contenant l'acide benzoïque sous forme de benzoate de chaux; on décante dans des cuves en bois et on filtre, puis on précipite l'acide en ajoutant à la solution limpide et froide, un excès d'acide chlorhydrique. Le précipité est recueilli sur filtre, lavé à l'eau froide, turbiné et séché à l'étuve; finalement on le purifie par sublimation dans un four spécial (fig. 187).

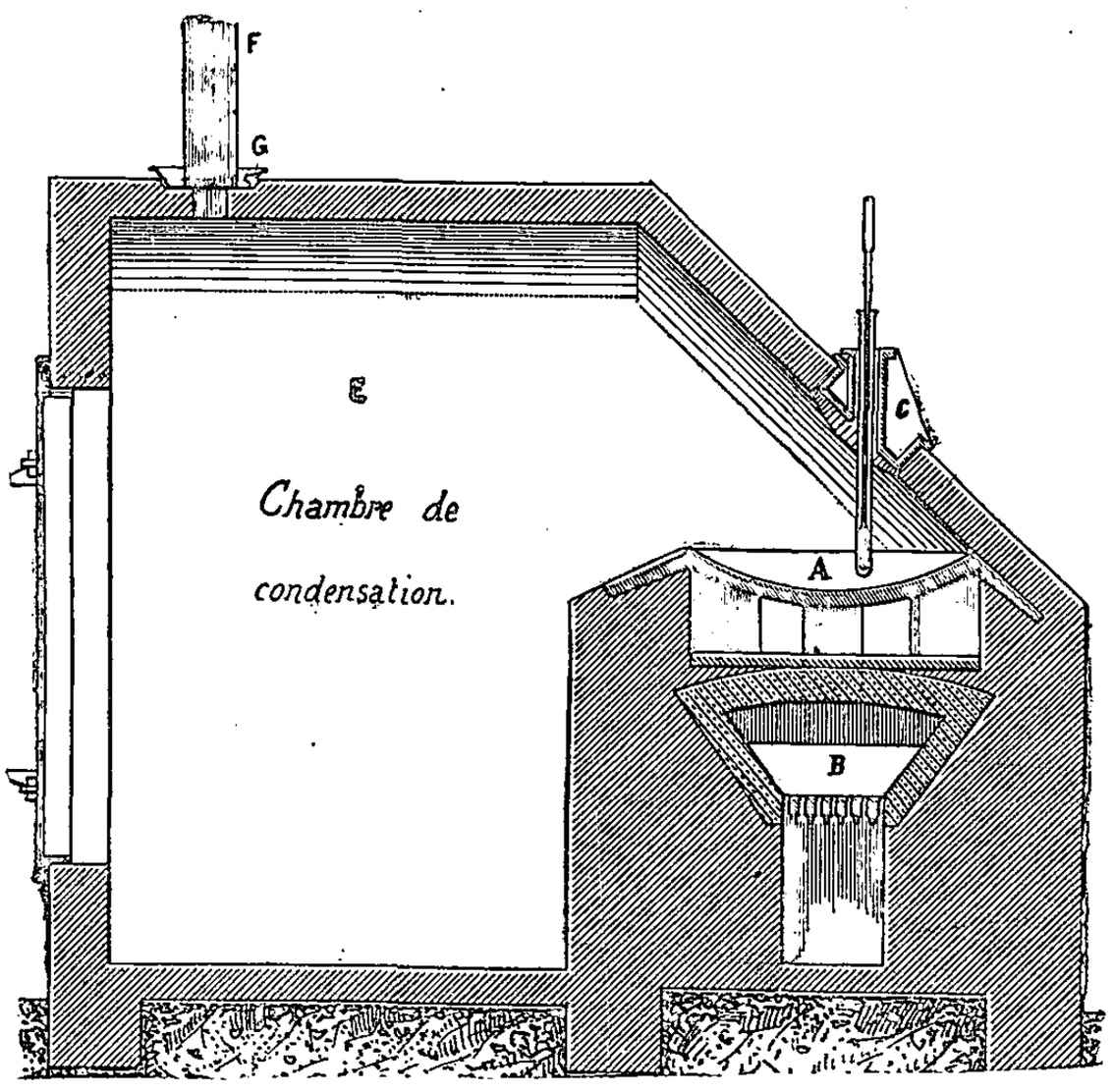


Fig. 187.

A Cuvette en fonte pour recevoir l'acide benzoïque brut. — *B* Foyer. — *C* Tampon en fonte. — *D* Thermomètre. — *E* Chambre de condensation. — *F* Tuyau d'échappement des gaz incondensables.

Propriétés. L'acide benzoïque cristallise en lames blanches nacrées transparentes. Pur il est sans odeur; sa saveur est acide, il rougit le tournesol. Il se dissout dans l'acide sulfurique concentré et froid; par addition d'eau il se reprécipite sans altération. L'acide de Nordhausen ou l'acide ordinaire chaud, le transforment en acide sulfobenzoïque. L'acide nitrique fumant le transforme en acide nitrobenzoïque; le mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique donnent de l'acide binitrobenzoïque, ces deux derniers soumis à l'action des réducteurs donnent naissance aux acides amidobenzoïque $C^6H^4<^{AzH^2}_{CO-OH}$ et diamidobenzoïque

$$C^6H^3\begin{cases}(AzH^2)^2\\ CO-OH\end{cases}$$

Tous ces acides donnent avec le chlore, le brome et l'iode de nombreux produits de substitution qu'il serait trop long d'étudier ici et pour lesquels nous renvoyons aux ouvrages spéciaux.

Benzoïque (*Aldéhyde*). *T .de chim.* Syn.: *aldéhyde benzylique, benzylal, benzaldéhyde, benzoylol, hydrure de benzoyle, essence d'amandes amères.* C'est l'aldéhyde de l'alcool benzylique; elle répond à la formule C^6H^5-COH. Cette aldéhyde se produit lorsque l'on traite par l'eau l'amygdaline que renferment les amandes amères :

$$\underbrace{C^{20}H^{27}AzO^{11}}_{\text{Amygdaline}}+\underbrace{2H^2O}_{\text{Eau}}=\underbrace{C^7H^6O}_{\text{Benzaldéhyde}}+\underbrace{CAzH}_{\text{Acide cyanhydrique}}+\underbrace{2C^6H^{12}O^6}_{\text{Glucose}}$$

C'est une huile incolore, très mobile, très réfringente; sa saveur est âcre et brûlante; son odeur est celle des amandes amères; si elle est bien pure d'acide cyanhydrique, elle n'est pas vénéneuse, du moins à faible dose. La benzaldéhyde bout à 180°; elle se dissout dans trente fois son poids d'eau et se mêle en toutes proportions à l'alcool et à l'éther. Au contact de l'air, ou bien par l'action ménagée des agents d'oxydation, elle se transforme en acide benzoïque.

Si l'on agite l'aldéhyde benzoïque avec une solution concentrée de bisulfite alcalin (de potasse ou de soude), le mélange s'échauffe et il se forme une combinaison cristalline; c'est cette réaction que l'on utilise pour isoler et purifier l'aldéhyde.

Préparation. L'aldéhyde benzoïque se forme dans une foule de réactions plus ou moins complexes : par oxydation ménagée de l'alcool benzylique, du toluène, etc., par distillation sèche d'un mélange intime de benzoate et de formiate de calcium, etc., mais le seul procédé pratique de fabrication industrielle est celui déjà indiqué pour la production de l'acide benzoïque. Nous avons vu en effet que les deux corps prennent naissance simultanément par l'oxydation du chlo-

rure de benzyle au moyen de l'acide azotique étendu ou de l'azotate de plomb. Après la réaction on sature le mélange par un excès de chaux, puis par vapeur barbotante, on fait distiller l'aldéhyde par entraînement. Le mélange d'eau et d'huile sortant du réfrigérant est recueilli dans un décanteur; après séparation l'eau contient environ 3 0/0 d'aldéhyde en dissolution, elle ne peut pas être jetée; on la retourne donc à l'appareil distillatoire ou bien on l'emploie pour préparer le lait de chaux nécessaire aux opérations ultérieures. La benzaldéhyde brute doit être soumise à une rectification puis à une purification.

Rectification. La rectification se fait dans une colonne à distiller représentée par la figure 188.

On opère par fractionnement; on sépare successivement :

1re fraction. Tant qu'il vient de l'eau avec l'huile.

2e fraction. Produit de densité inférieure à 1,050.

3e fraction. Produit de densité comprise entre 1,050 et 1,056.

4e fraction. Queues de densité supérieure à 1,056.

5e fraction. Résidu restant dans l'appareil à distiller.

La 1re fraction doit être reprise avec les opérations ultérieures. Les 2e et 4e sont rectifiées à nouveau séparément; la 3e constitue le produit commercial ordinaire. Si l'on voulait obtenir une benzaldéhyde de choix, il faudrait la purifier au bisulfite puis la rectifier à nouveau afin d'avoir un point d'ébullition et une densité aussi fixes que possible.

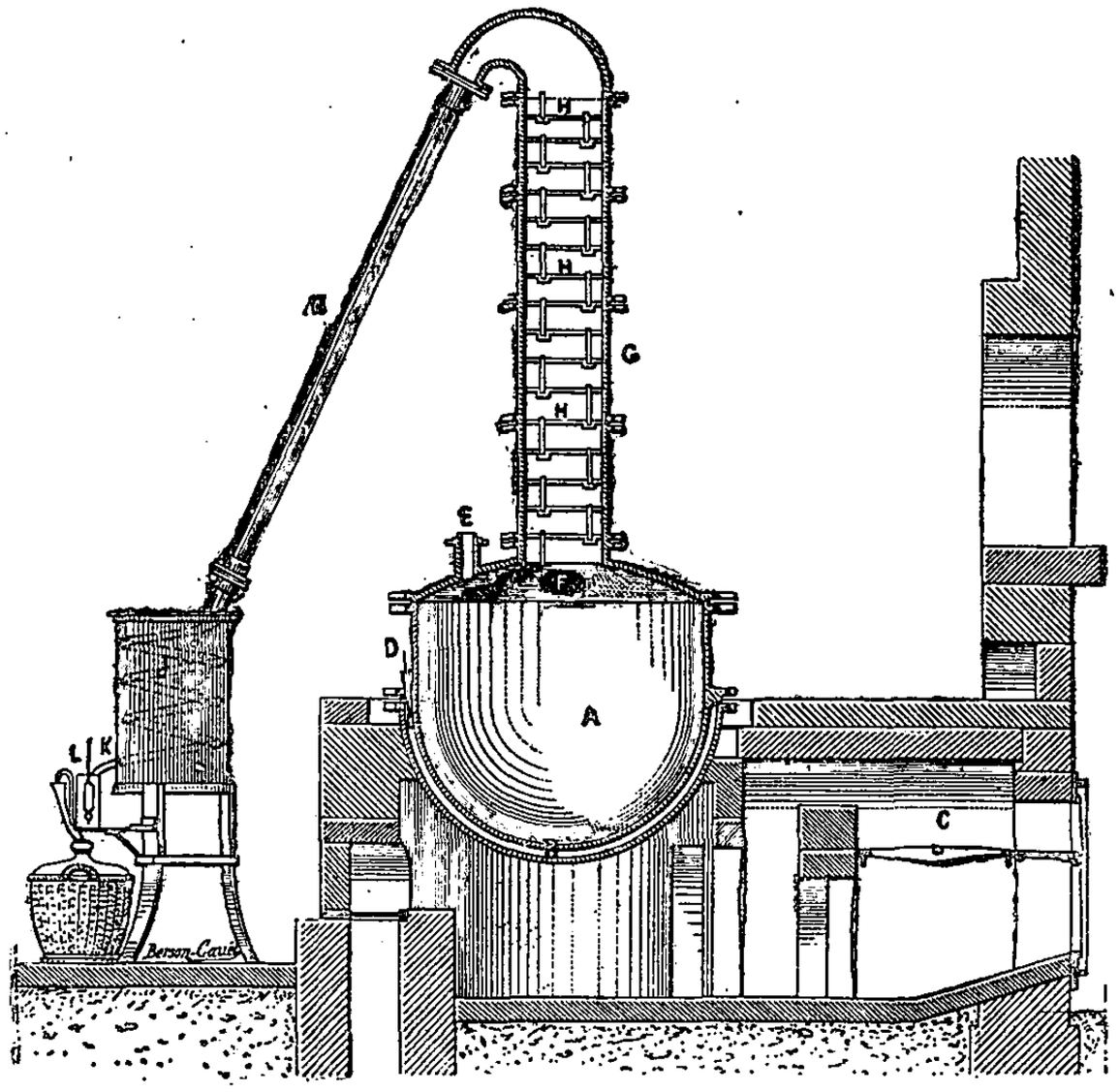


Fig. 188.

A Chaudière en fonte. — *B* Bain d'huile. — *C* Foyer. — *D* Thermomètre destiné à prévenir et éviter la fusion du plomb quand la chaudière est sur le point d'être vide. — *E* Orifice de remplissage. — *F* Trou d'homme. — *G* Colonne en fonte plombée. — *H* Plateaux en tôle de cuivre ou de fer plombés des deux côtés. — *I* Ecoulement. — *K* Tubulure d'écoulement de la benzaldéhyde. — *L* Récipient pour aréomètre déterminant la densité du produit.

Purification au bisulfite. Dans un réservoir cylindrique vertical, muni d'un agitateur mécanique, on introduit :

Benzaldéhyde brute.	800 kil.
Bisulfite de soude à 25° Baumé.	2.700
Eau.	6.500

On chauffe par serpentin de vapeur vers 35 à 40° et on agite jusqu'à combinaison totale. Les impuretés restent seules insolubles et tombent au fond du réservoir d'où on les soutire de temps en temps. On décante la solution aldéhydique qui doit être limpide comme de l'eau, et pour plus de sûreté on la filtre au travers d'un filtre de flanelle; on reçoit le liquide dans un autoclave puis on y ajoute un excès de lait de chaux qui en opère la décomposition; enfin, par vapeur barbotante on distille à nouveau la benzaldéhyde par entraînement. Ce mode de purification donne de très bons résultats au point de vue de la qualité du produit, mais il est très onéreux à cause des pertes inévitables qu'il entraîne. Il est bien préférable de n'employer que du chlorure de benzyle très pur qui donne du premier coup une benzaldéhyde directement utilisable sans purification.

Usages. L'aldéhyde benzoïque est aujourd'hui très employée dans la fabrication des matières colorantes dérivées du goudron; elle sert notamment pour la préparation des matières colorantes vertes : *vert malachite*, *vert brillant*. — V. ces mots.

***BERTALL** (Charles-Albert d'Arnoux, dit), né à Paris en 1802, mort en 1881, était fils d'un ancien commissaire des guerres, il fut destiné par sa famille à l'école polytechnique; mais sa vocation artistique s'accusa avec tant d'autorité qu'on consentit à le laisser entrer chez Drölling. Peu après, cependant, il reconnut que le grand art ne le conduirait à rien, et que son genre de talent, fin et spirituel, convenait peu à la peinture historique alors seule en honneur, et il eut la modestie d'y renoncer pour se consacrer uniquement à l'illustration et à la caricature. Ces dessins, qu'il signa Bertall, anagramme d'Albert, firent rapidement sa réputation, et sa facilité de travail lui permit une production extraordinaire de petits dessins, très originaux, et gardant une physionomie propre. Son premier ensemble fut, en 1843, les *Omnibus*, revue comique; puis vinrent une collaboration très importante au *Diable à Paris*, l'illustration de Balzac, les collections pour enfants

des librairies Hetzel et Hachette, de nombreuses caricatures dans le *Journal pour rire*, la *Semaine*, l'*Illustration*, la *Vie Parisienne*, l'*Univers illustré*, plusieurs milliers de dessins pour les *Romans populaires illustrés*, enfin une collaboration très suivie aux publications les plus connues pour la famille et les enfants. Sa dernière œuvre importante a été *La Vie à Paris*. Bertall a été un des premiers parmi les artistes qui ont apporté tant d'esprit et de verve à la critique des petits travers de la société moderne, de 1840 à 1870, et dont les plus illustres ont été, avec lui, Gavarni et Cham.

BÉTON. Nous n'avons pas à revenir sur la définition de ce mot que nous avons déjà donnée : il nous suffit de rappeler qu'on nomme *béton* un mélange de cailloux, blocailles ou recoupes avec tout mortier ou ciment calcaire, y entrant comme gangue. Ce n'est en quelque sorte qu'une maçonnerie faite à l'avance que l'on n'a qu'à placer dans le lieu qu'elle doit occuper.

Nous avons décrit dans le *Dictionnaire* les différentes espèces de bétons et nous avons donné les proportions de mortier et de cailloux qui doivent entrer dans leur composition ; ainsi que leur mode d'emploi. Nous compléterons cet article par la description d'un béton économique.

Lorsque les travaux de fondations qu'on a à exécuter se trouvent dans des terrains secs ou peu humides, on emploie souvent le béton maigre mais on exagère toujours la quantité de chaux qu'on mélange avec le sable qui le compose.

Voici de quelle façon il convient de procéder : si les fondations qu'on a à exécuter traversent une couche de terre végétale, il est toujours prudent de descendre la fouille jusqu'à ce qu'on arrive au tuf ; c'est-à-dire qu'on doit toujours asseoir les fondations, sinon sur le rocher qui est quelquefois à une grande profondeur, du moins sur la couche imperméable,

C'est sur cette couche qu'on doit placer le béton dont la composition est la suivante :

Chaux hydraulique réduite en pâte, 1/10e ;

Sable de rivière, 1 mètre cube.

Le mélange fait suivant ces proportions, il convient de procéder à la pose du béton par couches de 0m,20 qu'on a le soin de pilonner très fortement. On sait que le sable devient alors, sous l'action du pilon absolument incompressible et on peut sans danger asseoir sur la surface de ce massif les maçonneries ordinaires ou autres qu'on se propose d'édifier.

Si la chaux hydraulique employée est de bonne qualité, le béton de sable présente au bout de quelques heures une surface très résistante et si on attend quatre ou cinq jours on est obligé d'employer la pioche pour encastrer les premières assises de maçonnerie.

Ce procédé présente une économie considérable sur les bétons de cailloux et de mortier, et on ne saurait hésiter à l'employer toutes les fois qu'il s'agit de fondations à exécuter dans les conditions décrites plus haut, quand bien même on devrait, pour atteindre la couche solide, descendre les fouilles à une grande profondeur. — L. D.

BETTERAVE A SUCRE. La betterave à sucre est une plante bisannuelle de la famille des *chénopodiacées* (qui comprend l'épinard, la bette, la soude, etc., et à laquelle appartiennent plus de 500 espèces).

La betterave à sucre est la variété *altissima* de la *beta vulgaris*, qui croît spontanément sur les côtes de la Méditerranée, en Provence, en Espagne, en Italie, en Turquie. A l'état sauvage, la betterave est une plante annuelle. Par la culture, le climat et aussi par les travaux et les efforts du producteur, elle est devenue une plante bisannuelle. Dans la première année, elle possède plus particulièrement la forme d'un fuseau ou pivot avec beaucoup de petites radicelles chevelues. Sa racine pivotante est alors charnue et très sucrée ; mais dans la deuxième année, la racine durcit ; sa texture devient ligneuse, surtout les parties fibro-vasculaires, et le sucre disparaît à peu près totalement. Du collet de la racine s'élèvent une ou plusieurs tiges de 1 mètre à 1m,50 de hauteur. Les tiges se ramifient en branches portant des feuilles ondulées et des épis à graines formés de fleurs agglomérées. Chaque agglomération contient de une à sept fleurs, en moyenne trois. Il n'est pas rare de rencontrer des betteraves porte-graines contenant jusqu'à 50,000 et même 100,000 semences.

La betterave cultivée pour la production du sucre ou de l'alcool est semée au printemps, en lignes distantes de 40 à 45 centimètres, en laissant entre elles sur la ligne un écartement de 20 à 30 centimètres. ce qui fait une moyenne de 80,000 à 100,000 pieds à l'hectare. Elle est arrachée la première année de sa végétation, en septembre ou octobre et immédiatement livrée à la sucrerie ou à la distillerie.

Les plants que l'on réserve pour en faire des porte-graines sont conservés pendant l'hiver à l'abri de la gelée, en silos recouverts de terre, et repiqués au printemps, en laissant entre eux un écartement en tous sens de 80 centimètres. La récolte des tiges portant les graines a lieu en septembre et octobre.

VARIÉTÉS ET RACES DE BETTERAVES A SUCRE. Toutes les betteraves à sucre descendent d'un type commun, la betterave de Silésie, aujourd'hui complètement abandonnée à cause de sa forme défectueuse (forme de poire).

La betterave à sucre peut affecter des formes très diverses. C'est ainsi qu'on a la betterave en forme de boule, de poire, de cœur, de cône, d'olive, la betterave à large tête (gros collet), à tête pointue (petit collet), la betterave courte, la pivotante, la svelte, la cylindrique, les racineuses et fourchues, etc.

Les betteraves sortant de terre, dites *bouteuses*, sont généralement peu riches en sucre et tendent à disparaître. Les betteraves courtes ont également disparu presque partout, excepté dans certaines contrées où le sol est peu profond. Les betteraves racineuses et fourchues sont également à

délaisser, bien qu'elles soient riches en sucre. Elles ont l'inconvénient de garder avec elles beaucoup de terre adhérente, ce qui les rend d'un transport dispendieux et d'un lavage difficile.

La préférence est donnée aujourd'hui aux formes pivotantes, tournées un peu en spirales et cylindriques, gardant leur grosseur sur la longueur, avec un corps gros, robuste, riche en sucre et en jus, et avec l'épiderme rugueux.

M. Vivien donne de la véritable betterave à sucre la description suivante qui est très exacte :

— « Racine fusiforme, très pivotante, sortant peu de terre, blanche ou rosée; la peau au lieu d'être lisse, comme dans la betterave fourragère, est rugueuse et souvent plissée circulairement dans toute sa hauteur, comme la peau du crapaud ou du radis gris; suivant les variétés, on remarque un, ou le plus souvent, pour ne pas dire toujours, deux sillons légèrement contournés en spirale, partant du collet et mourant à la racine.

« Ces sillons que nous pouvons appeler *saccharifères*, sont un indice de qualité; ils sont très marqués dans les espèces riches en sucre et portent plusieurs radicelles très minces et chevelues; leur profondeur et la multiplicité du chevelu sont des indices de richesse. La chair de la betterave à sucre est blanc mat, serrée et cassante; divisée par le râpage elle ne donne pas de jus sans pression, et les betteraves paraissent contenir d'autant moins de jus qu'elles sont plus riches. Les zônes concentriques que l'on observe dans une coupe transversale sont toujours au nombre de sept, et la betterave est d'autant meilleure que ces zônes sont plus équidistantes les unes des autres, et le tissu utriculaire intermédiaire peu volumineux. L'axe ou pivot central est fibreux, dur comme du bois et très accentué, tandis que dans les betteraves fourragères il se confond avec la chair ; ce pivot est une agglomération de petits vaisseaux qui établissent la communication entre chaque feuille et les radicelles extrêmes composant le chevelu des betteraves; réunis en un faisceau, ils traversent la racine suivant son axe vertical, s'épanouissent dans le collet et apportent dans les feuilles au contact de l'air, les sucs nutritifs puisés dans la terre. Plus le pivot est fort et ligneux, meilleure est la betterave pour la production du sucre. Les feuilles sont épaisses, vertes et moins abondantes que dans les variétés de betteraves fourragères. »

Il existe une très grande variété de betteraves à sucre, très estimées, et offrant toutes plus ou moins les caractères ci-dessus. Beaucoup de producteurs, ou mieux d'éleveurs, se sont appliqués à produire des races se distinguant par des qualités particulières répondant aux exigences et aux nécessités de la culture et de la fabrication, dans les divers pays et pour les différents sols. Il est, en effet, utile d'avoir plusieurs variétés ou races de betteraves suivant l'usage auquel on les destine, et le sol dans lequel elles doivent végéter. C'est ainsi qu'une betterave longue ne pourra convenir pour un sol superficiel, tandis qu'elle donnera d'abondantes récoltes dans un sol profond. C'est ainsi encore qu'une betterave ne contenant que 11 0/0 de sucre ne pourra être travaillée avec profit par la sucrerie française qui paie l'impôt sur la matière première, tandis qu'elle convient parfaitement pour la distillerie.

M. Louis Vilmorin est le premier qui se soit appliqué à *sélectionner* les betteraves, c'est-à-dire à créer une race offrant des caractères constants, soit au point de vue de la forme, soit au point de vue de la richesse saccharine.

Il a été imité par Knauer et Dippe en Allemagne, Walkhoff en Russie, Simon Legrand, Despretz, Ollivier Lecq, Fouquier d'Hérouel, Carlier en France, sans oublier la maison Vilmorin qui s'est toujours attachée à améliorer les races créées par son fondateur.

Nous possédons aujourd'hui un grand nombre de races correspondant parfaitement à cette définition et qui ont été obtenues par une sélection attentive et raisonnée.

Les principales races sont :

Françaises. La betterave blanche améliorée Vilmorin (fig. 189); la betterave blanche Brabant (fig. 190); la betterave Fouquier d'Hérouel (fig. 191); la betterave à collet rose (fig. 192).

Allemandes. La betterave blanche Klein-Wanzleben (fig. 193); l'impériale blanche améliorée de Knauer; l'électorale de Knauer.

Russes. Betteraves Walkhoff-Kalinoska.

La betterave blanche améliorée Vilmorin (fig. 189) se recommande par sa richesse exceptionnelle en

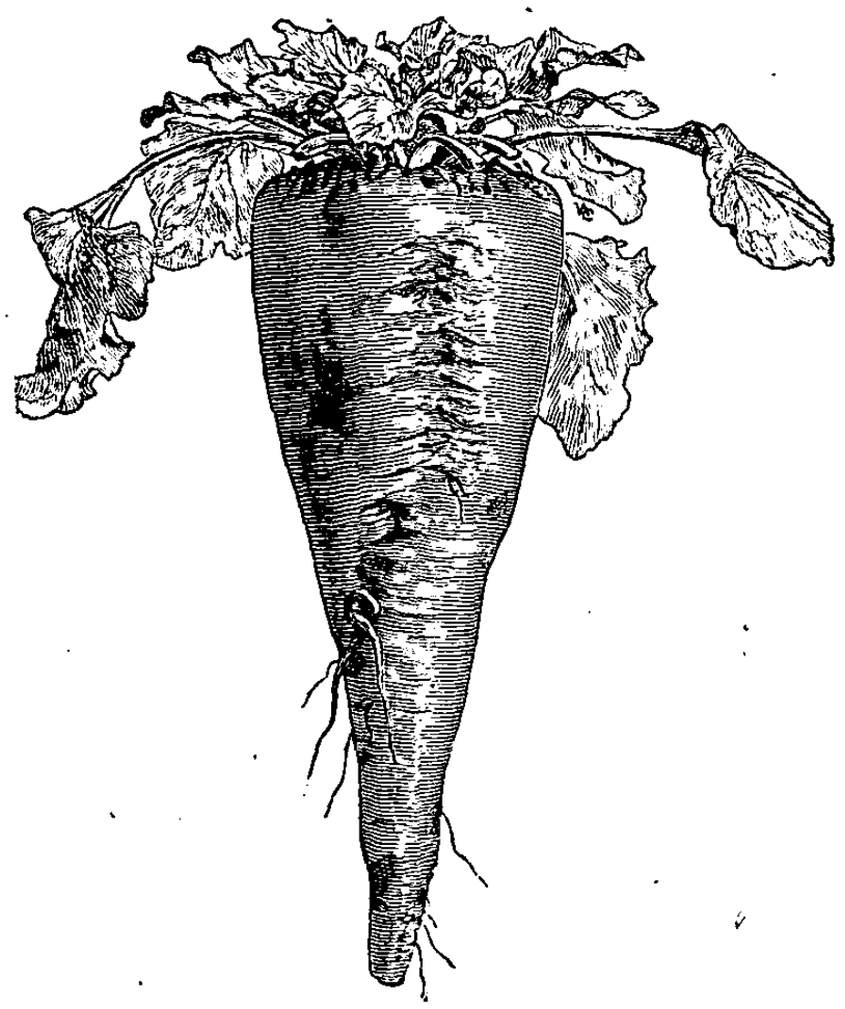


Fig. 189.

sucre, sa grande pureté et sa facile conservation. Constituée dans le principe comme exemple et démonstration scientifique de l'accroissement et de la fixation par sélection d'une qualité spéciale, cette betterave a été faite riche avant d'être travaillée au point de vue de la forme et du volume.

Les imperfections qu'elle a présentées longtemps, sous le rapport des qualités extérieures, lui ont nui et lui nuisent encore dans l'esprit de bien des cultivateurs. Cependant aujourd'hui on peut dire que MM. de Vilmorin ont su lui donner une forme et un volume qui ne laissent rien à désirer. Ce qui caractérise cette betterave, c'est la prédominance dans sa racine du tissu fibreux ou saccharifère qui donne à sa chair une teinte grisâtre et un aspect qui rappelle celui du bois de

chêne. Ses qualités de richesse et de pureté sont très constantes et peu influencées par les circonstances qui d'ordinaire détériorent le plus cette racine. Ainsi une conservation de plusieurs mois en silos n'abaisse pas sensiblement sa richesse. Les pluies d'automne fréquentes sous le climat de l'Europe occidentale et moyenne l'affectent moins que l'ensemble des autres races. Elle résiste considérablement à l'influence défavorable des terres noires, acides ou récemment défrichées, et aux doses intensives d'engrais azotés. Elle con-

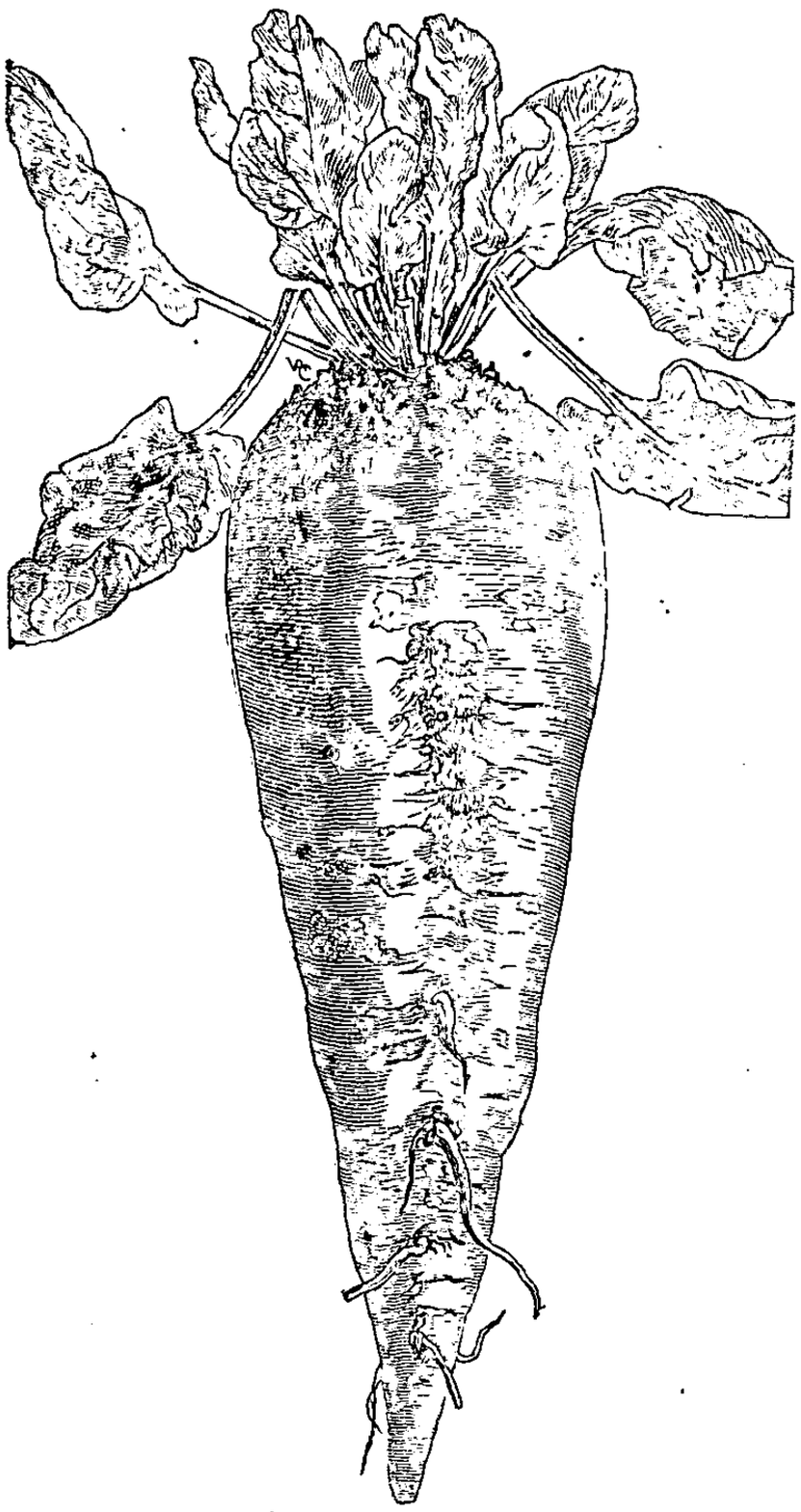


Fig. 190.

tient une proportion de sucre variant entre 14 et 18 0/0 de son poids.

La densité de son jus varie entre 1,075 et 1,090.

Le produit cultural qu'elle peut donner est assez variable. Dans les terres profondes, ce produit peut atteindre de 30 à 40,000 kilogrammes à l'hectare.

La betterave blanche améliorée Vilmorin peut passer à bon droit pour la plus riche des betteraves à sucre. Elle est exclusivement réservée à la sucrerie.

La betterave Brabant (fig. 190) est tout à fait différente comme aspect de la précédente. Plus longue, sortant franchement de terre, portant un feuillage vigoureux et très dressé, cette variété semblerait, à première vue, sortir des races blanches fourragères. Néanmoins sa grande vigueur, sa production très abondante et sa teneur assez élevée en sucre en faisaient une matière première très appréciée de la sucrerie, alors que les cours du sucre étaient encore très élevés et que l'impôt se payait sur le produit fabriqué. La betterave Brabant donnait facilement 50,000 et même 60,000 ki-

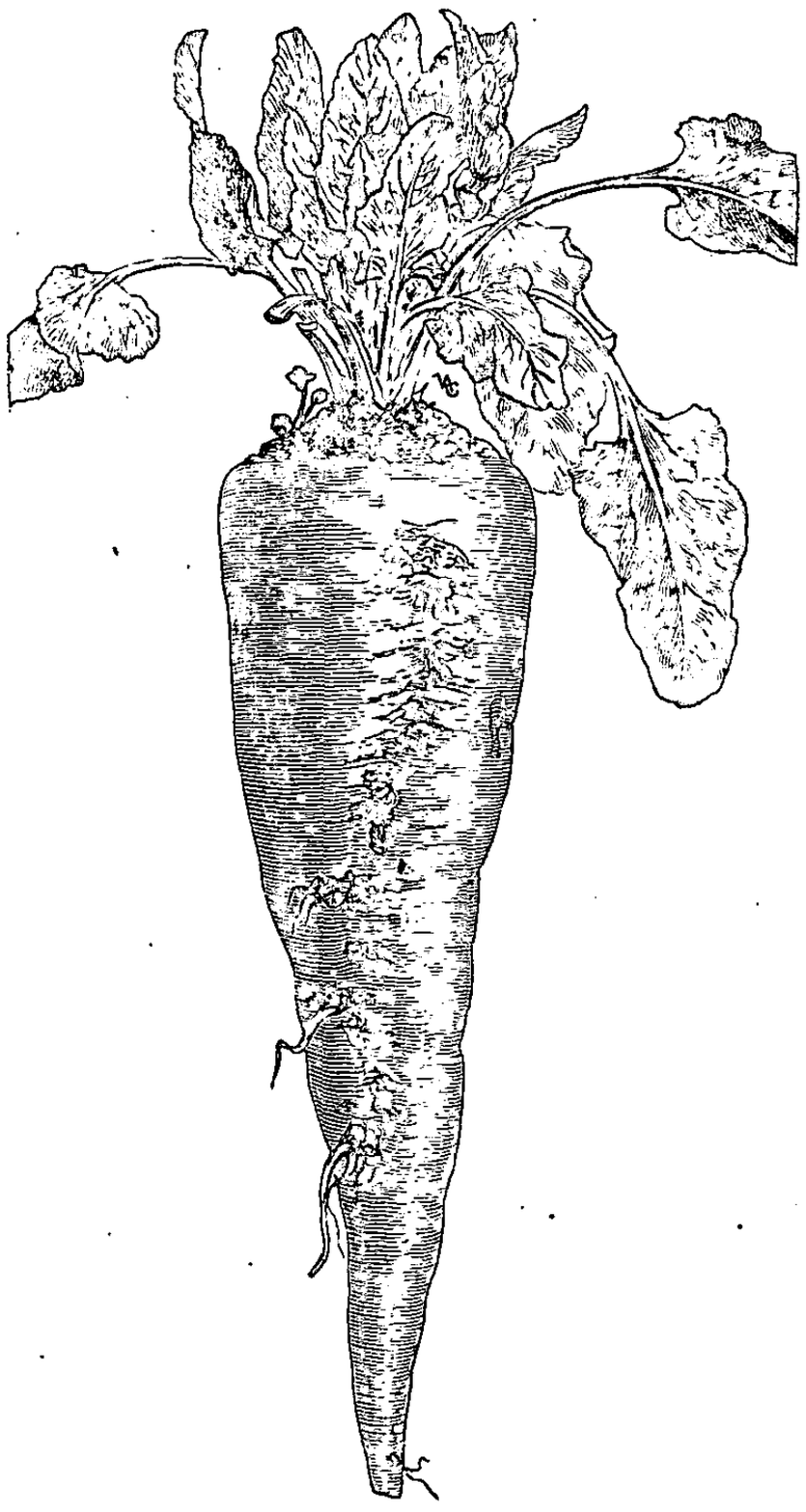


Fig. 191.

logrammes de racines à l'hectare, contenant 11 à 12 0/0 de sucre. Après l'adoption de la loi de 1884, qui a fait passer l'impôt du sucre achevé à la matière première, la race Brabant a été un peu abandonnée par la sucrerie, mais on peut dire qu'elle est devenue par excellence la betterave de la distillerie.

Pour la sucrerie, cette race a été améliorée par M. Fouquier d'Hérouel. Conservant dans son aspect général et notamment dans son feuillage, beaucoup des caractères de la betterave Brabant, la betterave Fouquier d'Hérouel (fig. 191) en diffère nettement en ce qu'elle est tout à fait enterrée, plus

mince, plus rugueuse de peau et plus compacte de chair. Son rendement cultural est supérieur à celui de la betterave Vilmorin. Il atteint facilement 40 à 45,000 kilogrammes à l'hectare. Sa richesse en sucre est rarement inférieure à 14 0/0 du poids de la racine. Sa densité varie entre 1,070 et 1,080.

On cultivait en France, avant la loi de 1884, beaucoup de betteraves roses ou à collet rose (fig. 192). Mais aujourd'hui elles sont aussi délaissées qu'elles étaient recherchées à cette époque.

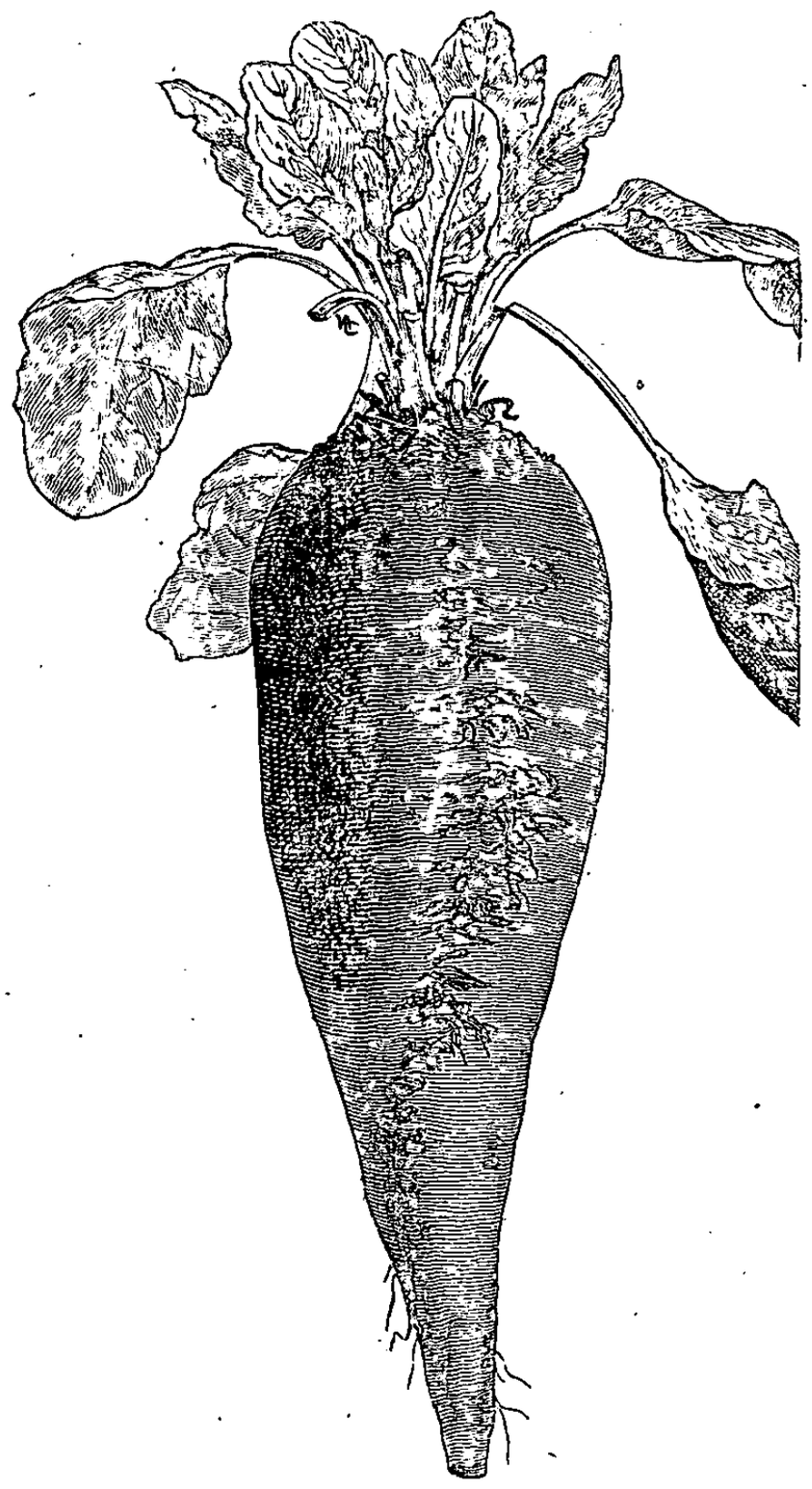


Fig. 192.

Leur richesse est généralement inférieure à celle des betteraves blanches. Cependant la maison Vilmorin-Andrieux en cultive une, la betterave française blanche à collet rose qui est encore très employée en distillerie. Elle contient de 11 à 13 0/0 de sucre avec une densité de 1,060 à 1,070.

Les races allemandes sont toutes des betteraves blanches. La plus répandue est la *Klein-Wanzleben* (fig. 193). C'est une variété à racine conique, droite, souvent large à la tête et rapidement amincie. Elle se distingue de la betterave améliorée Vilmorin par la teinte plus claire et plus blonde de son feuillage qui est finement ondulé ou festonné sur les bords. Provenant à l'origine d'un croisement dans lequel la betterave Vilmorin entrait pour une grande part, la Klein-Wanzleben est aujourd'hui bien fixée et se reproduit aussi fidèlement en France qu'en Allemagne. Elle réussit bien dans les terres d'alluvion de richesse moyenne et sur les bons plateaux.

Dans les conditions de culture qui lui conviennent elle dépasse assez sensiblement le rendement de la betterave Vilmorin, donnant une récolte de 35 à 45,000 kilogrammes à l'hectare. Sa richesse varie entre 12 à 17 0/0 de sucre, avec une densité de 1,060 à 1,080.

La betterave *impériale* de Knauer possède une racine blanche allongée, piriforme, bien pivotante ; les feuilles sont frisées, assez plates et retombent vers le sol ; le collet est petit. A la maturité, les pétioles des feuilles accusent, à leur

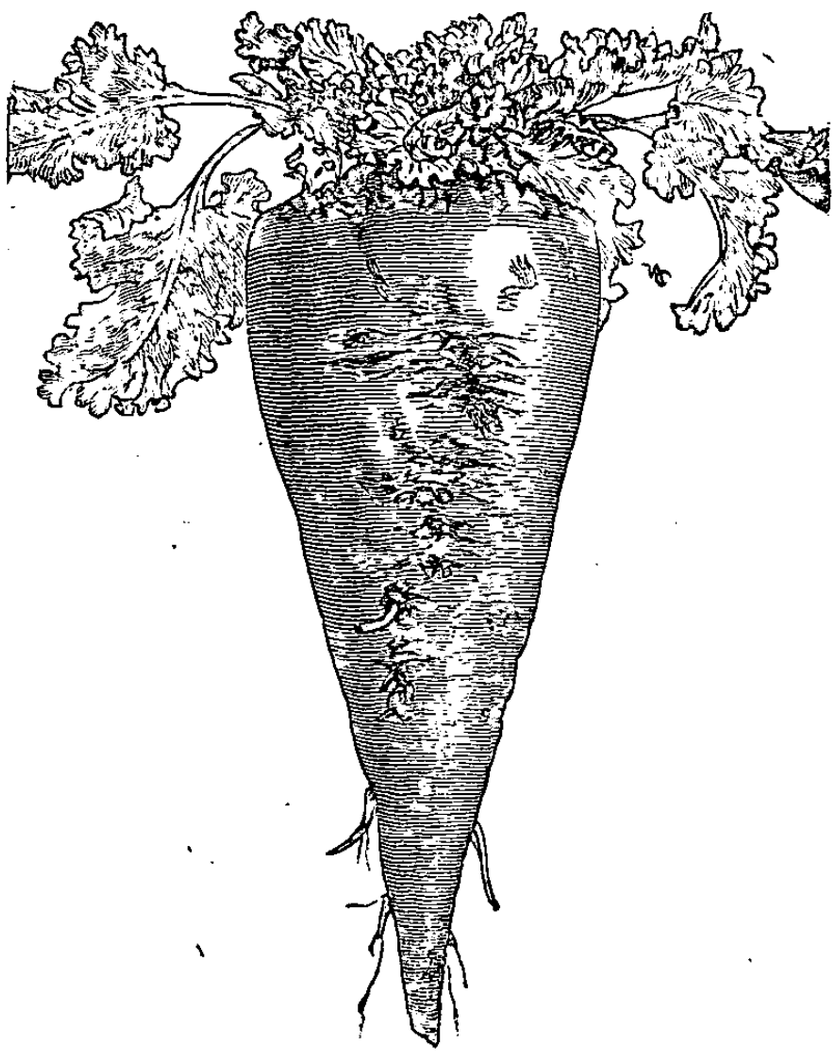


Fig. 193.

naissance, une légère teinte rosée. Cette variété produit un rendement cultural assez élevé et une bonne richesse en sucre.

La betterave *électorale* de Knauer, provenant d'un croisement d'une betterave française avec l'impériale, donne un rendement en poids plus élevé que cette dernière et une richesse saccharine qui ne lui est pas inférieure.

La graine russe *Kalinofka n° 1* donne des betteraves très riches et d'une pureté élevée, mais un rendement en poids qui laisse souvent à désirer. La Kalinofka n° 2 produit une betterave d'une bonne végétation donnant, à l'aide d'une culture rationnelle de 40,000 à 50,000 kilogrammes de racines à l'hectare. La racine a une belle forme pivotante et est fort riche.

Ces deux dernières variétés sont blanches.

Culture de la betterave a sucre. Ce chapitre ayant été traité avec des développements suffisants dans le corps du *Dictionnaire*, nous y ren-

voyons le lecteur et nous ne nous y arrêterons que quelques instants.

Depuis la loi de 1884, établissant l'impôt sur la betterave pour la fabrication du sucre, l'agriculture française s'est attachée à produire des betteraves riches, et elle y a pleinement réussi. Avant le vote de cette loi, les betteraves cultivées en France étaient de qualité médiocre; celles dont le jus atteignait une densité de 1,055, ce qui correspond à une richesse saccharine de 10 0/0, étaient réputées excellentes. Le cultivateur la vendait au poids, généralement au prix de 18 à 20 francs les 1,000 kilogrammes. Comme l'acheteur ne lui tenait pas compte de la richesse saccharine, il n'avait qu'un objectif: produire la plus forte récolte à l'hectare. Il obtenait ainsi à l'hectare des rendements de 50,000 à 70,000 kilogrammes de betteraves titrant à peine 10 de sucre.

Mais depuis la loi de 1884, la situation a été complètement retournée. Le fabricant de sucre, pour faire face aux exigences de la prise en charge et s'assurer des bonis, a réclamé impérieusement de la betterave riche et a consenti à la payer beaucoup plus cher, soit 25, 30 et même 40 francs les 1,000 kilogrammes, suivant la richesse. Sous cet aiguillon la production de la betterave riche a marché à pas de géant et l'on est rapidement passé des richesses de 8 et 10 0/0 à celles de 13, 15 et même 18 0/0.

Le tableau suivant, emprunté à M. Pagnoul, indique pour le Pas-de-Calais la progression dans l'augmentation de la richesse saccharine de cette plante depuis 1884:

Densités	Nombre de lots sur 100 ayant donné ces densités					
	Avant 1885	En 1885	En 1886	En 1887	En 1888	En 1889
De 3 à 4	60	0	0	0	0	0
De 4 à 5	600	41	10	13	9	0
De 5 à 6	330	592	261	238	28	0
De 6 à 7	10	329	604	646	397	217
De 7 à 8	0	29	116	102	529	604
De 8 à 9	0	9	9	1	37	164
De 9 à 10	0	0	0	0	0	15

Ce tableau montre la disparition progressive de la betterave de 3 à 4, puis de 4 à 5, enfin celle de 5 à 6, tandis que la betterave de 7 à 8, qui était inconnue dans ces régions et qui commence seulement à apparaître en 1885, suit une marche ascendante tellement rapide qu'elle devient la dominante en 1888 et représente les six dixièmes de la récolte en 1889. Il serait difficile de trouver une manifestation plus frappante des effets salutaires produits par la loi de 1884.

L'ensemencement de graines issues de races riches a été la principale cause de cette élévation subite de la richesse saccharine. Car si les engrais, les soins de culture, les labours et les assolements contribuent aussi à donner la qualité aux racines, on peut dire qu'ils exercent sous ce rapport une influence beaucoup plus restreinte que la nature de la graine.

C'est surtout sur l'abondance des récoltes que les engrais, les labours et les soins de culture font sentir leur influence.

Il y a dix ans à peine, beaucoup de fabricants de sucre défendaient aux cultivateurs de faire des betteraves sur parc de moutons, ou en employant du nitrate de soude, sous prétexte que ces engrais nuisaient à la qualité de la racine. Il n'y a pas bien longtemps encore on imprimait couramment dans les traités d'agriculture que la dose d'engrais chimiques, convenable pour la culture de la betterave, consistait dans 150 kilogrammes de nitrate de soude et 300 kilogrammes de superphosphate à l'hectare. Aujourd'hui, on est moins timide, et l'on admet généralement qu'on peut donner à cette plante, comme ration, de 300 à 500 kilogrammes de nitrate de soude et de 600 à 1,200 kilogrammes de superphosphate de chaux.

Il est incontestable que les engrais azotés, notamment le salpêtre du Chili, en provoquant une végétation luxuriante de la betterave, abaissaient considérablement le titre saccharin des racines de médiocre qualité, comme celles que l'on cultivait en France avant la loi de 1884. Ces betteraves étaient pour ainsi dire à la limite de démarcation des betteraves à sucre et des betteraves fourragères. Il fallait donc employer une foule de précautions, entre autres la réduction des engrais azotés et l'abondance des engrais phosphatés pour les empêcher de tomber dans une dégénérescence à laquelle elles n'étaient que trop disposées. Il n'en est plus de même avec les races sélectionnées, à haut titre saccharin, dont la caractéristique est d'être constituée par des cellules riches en principe sucré. Sur ces races, les engrais azotés employés à haute dose, à la condition, bien entendu, d'observer certaines conditions que tout le monde connaît: abondance des plants, rapport judicieux entre les quantités d'azote et d'acide phosphorique, labour profond, etc., ne paraissent pas exercer d'influence pernicieuse. Ce qui produit le sucre, c'est moins l'engrais et la méthode de culture que la race elle-même de betteraves. Les betteraves travaillées en France depuis 1884 le prouvent à l'évidence, puisque l'on n'a rien changé dans la culture de cette plante, que la race de la graine.

L'emploi des engrais, les méthodes de culture, les assolements n'ont pour ainsi dire subi aucune modification.

Mais si ces facteurs n'exercent généralement qu'une influence restreinte sur la richesse de la betterave, il n'en est pas de même pour le rendement en poids qui ne doit pas non plus être négligé et qui pour le cultivateur a une importance égale à la qualité de la récolte.

Rendements des betteraves en sucre. Surface cultivée en betteraves. Rendement à l'hectare. Production du sucre. La production de la betterave riche, qui a été une conséquence de la loi de 1884, a naturellement élevé dans une forte proportion, le rendement en sucre qu'on retirait de cette plante.

Ainsi, tandis qu'auparavant, le rendement moyen ne dépassait guère 5k,500 de sucre pour 100 kilogrammes de betteraves, il a rapidement atteint, sous l'influence salutaire de cette loi, des chiffres beaucoup plus élevés.

Le tableau suivant résume pour les six dernières années les surfaces cultivées en betteraves, le rendement à l'hectare, la production totale de betteraves, le rendement en sucre raffiné pour 100 kilogrammes de betteraves, le sucre total produit, et le nombre de fabriques en activité.

Campagnes	Surfaces cultivées en betteraves	Rendement à l'hectare	Production totale de betteraves	Rendement en sucre 0/0 kil. de better.	Sucre total produit en raffiné.	Nombre de fabriques en activité
	hectares	hectares	tonnes		tonnes	
1884-85	100.000	31.289	4.512.000	6.87	273.587	449
1885-86	117.000	29.457	3.450.000	8.40	265.251	413
1886-87	154.000	31.900	4.900.000	8.86	434.134	391
1887-88	180.000	20.000	3.644.632	9.62	347.785	375
1888-89	187.670	22.469	4.216.757	9.62	405.652	380
1889-90	190.000	35.085	6.666.615	10.20	679.994	373

Les deux tableaux suivants montrent l'état comparatif de la culture et de la production de la betterave et du sucre qu'on en a extrait, en France et en Allemagne, depuis 1872 jusqu'à 1890.

Dans le tableau II, le sucre total produit et le rendement en sucre sont exprimés en sucre brut pour les campagnes antérieures à 1884-1885 et en sucre raffiné pour les campagnes suivantes.

TABLEAUX DE LA PRODUCTION DES BETTERAVES ET DU SUCRE, DE 1872 A 1890.

Tableau I. — Allemagne.

Années	Betteraves travaillées	Sucre produit	Rendement en sucre 0/0 kil. de better.
	tonnes	tonnes	
1872-73	3.181.550	262.551	8.25
1873-74	3.528.763	291.040	8.25
1874-75	2.756.745	256.412	9.30
1875-76	4.161.284	358.048	8.60
1876-77	3.550.036	289.422	8.15
1877-78	4.090.968	378.009	9.24
1878-79	4.628.747	426.155	9.21
1879-80	4.805.261	409.415	8.52
1880-81	6.322.203	555.915	8.79
1881-82	6.271.947	599.722	9.56
1882-83	8.747.153	831.995	9.51
1883-84	8.918.130	940.109	10.54
1884-85	10.402.688	1.123.030	10.85
1885-86	7.064.983	808.109	11.33
1886-87	8.306.671	985.627	11.87
1887-88	6.963.960	910.698	13 08
1888-89	7.896.183	944.504	11.96
1889-90	9.824.973	1.200.000	13.00

Tableau II. — France.

Années	Betteraves travaillées	Sucre produit	Rendement en sucre 0/0 kil. de better.
	tonnes	tonnes	
1872-73	7.168.000	408.609	5.70
1873-74	6.722.000	396.641	5.91
1874-75	7.963.000	450.711	5.66
1875-76	8.889.000	462.263	5.20
1876-77	4.863.000	243.182	5.00
1877-78	5.526.000	397.870	7.20
1878-79	7.952.000	432.636	5.44
1879-80	5.099.000	277.912	5.45
1880-81	6.994.000	333.614	4.77
1881-82	6.362.000	393.219	6.18
1882-83	6.937.000	423.194	6.10
1883-84	7.328.000	473.671	6.60
1884-85	4.512.000	273.587	6.87
1885-86	3.450.000	265.251	8.40
1886-87	4.900.000	434.134	8.86
1887-88	3.614.632	347.785	9.62
1888-89	4.216.757	405.652	9.62
1889-90	6.666.615	697.994	10.20

BETTERAVES EMPLOYÉES A LA FABRICATION DE L'ALCOOL. La distillerie française emploie beaucoup moins de betteraves que la sucrerie, et celles qu'elle travaille sont d'une richesse moindre. Généralement ces dernières ont une densité peu supérieure à 1,050, avec une teneur saccharine de 10 0/0, et donnent un rendement en alcool de 5 0/0. Cependant depuis deux ans la distillerie a bénéficié dans une certaine mesure des progrès que la sucrerie a fait réaliser à la culture de la betterave riche, et aujourd'hui elle travaille des racines contenant 12 à 13 0/0 de sucre et donnant un rendement en alcool de 6 à 6 1/2 0/0.

Sur 2,189,314 hectolitres d'alcool que la France a produits en 1888-1889, la betterave en a fourni 739,672 hectolitres, ce qui représente environ 1,250,000 tonnes de betteraves. Si à cela on ajoute l'alcool produit, la même année, par la mélasse de betteraves, soit 576,290 hectolitres, on voit que la betterave, à elle seule, a fourni près des deux tiers de la production totale de l'alcool français.

COMPOSITION DE LA BÈTTERAVE A SUCRE. La composition de la betterave est assez variable, suivant sa richesse en sucre.

Elle se compose : 1° D'eau, dans la proportion de 82 à 78 0/0 ; 2° De 4 à 5 0/0 de matières insolubles qui constituent le marc ou la pulpe. Le marc est surtout formé par des substances cellulosiques et pectiques ; 3° De matières solubles dans l'eau. Ces matières constituent avec l'eau le jus sucré. Suivant la richesse de la betterave, les matières solubles dans l'eau varient de 13 à 18 0/0.

Les matières solubles comprènnent le sucre cristallisable et le *non-sucre*.

Sur 100 de matières solubles, la bonne betterave contient de 80 à 88 de sucre et 12 à 20 de *non-sucre*.

Le non-sucre est constitué par des cendres ou matières minérales et par des matières organiques.

La betterave à 15 0/0 de sucre contient 2 0/0 de non-sucre dont 0,60 de cendres, et 1,40 de matières organiques.

Les cendres sont constituées par le potassium,

le sodium, le rubidium, le calcium, le magnésium, le fer, le manganèse, etc., en combinaison avec le chlore et les acides sulfurique, phosphorique, silicique, nitrique, oxalique, malique, citrique, succinique, etc.

C'est la potasse et la soude qui dominent dans les cendres; ensuite viennent la chaux, l'acide phosphorique et la magnésie.

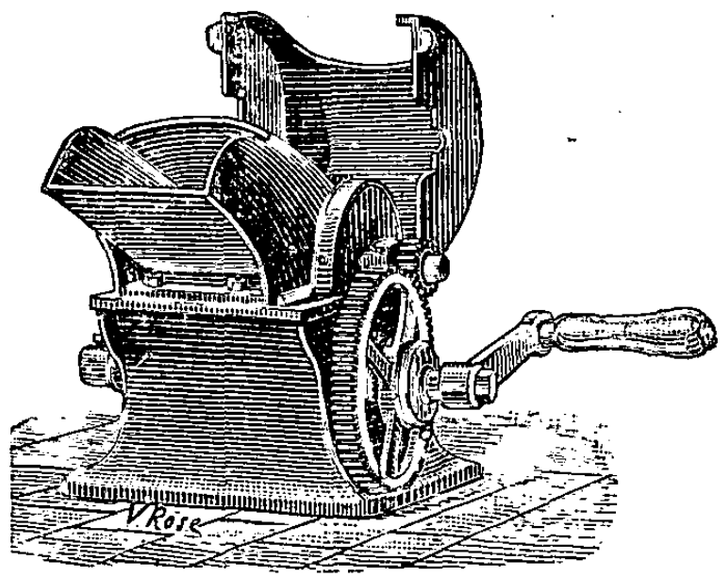


Fig. 194.

Les matières organiques comprennent :

Groupe azoté : matières protéïques (albumine), matières plasmatiques, asparagine et divers amides, bétaïne, etc.

Groupe non azoté : arabinose, dextrane, matières pectiques, chlorophyle, chromogène, graisses, etc.

Analyse de la betterave a sucre. On se contente généralement de déterminer la densité et le sucre.

Détermination de la densité. Après avoir bien lavé la betterave, on la réduit en pulpe fine au moyen d'une râpe dont le tambour est armé de lames de scie (fig. 194).

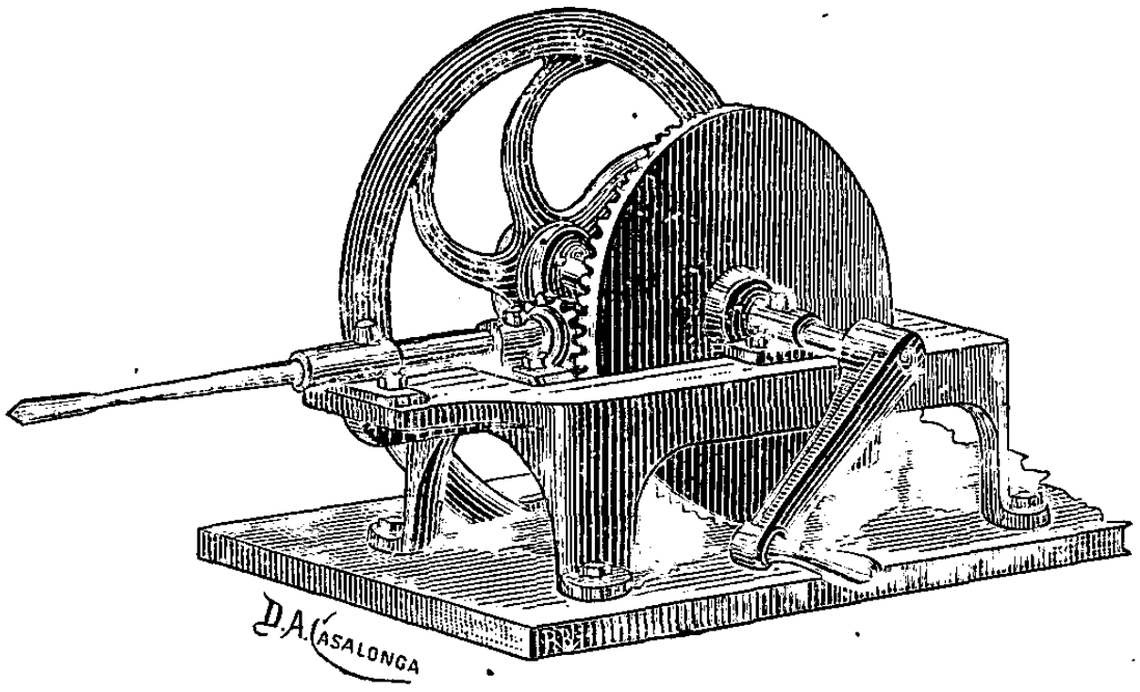


Fig. 195.

On peut aussi se servir d'un foret-râpe, figure 195, à l'aide duquel on perce un trou dans la betterave, au tiers de la hauteur à partir du collet. Le foret-râpe permet d'opérer sur un plus grand nombre de betteraves à la fois.

La pulpe produite est mise dans un linge ou un sac en toile et pressée au moyen d'une presse à vis, figure 196. On recueille le jus dans une éprouvette à pied d'une contenance de 500 centimètres cubes environ. Après un repos de 15 à 20 minutes, suffisant pour permettre aux bulles d'air emprisonnées dans la masse du liquide de monter à la surface, on plonge dedans, délicatement, un densimètre préalablement lavé et essuyé, après quelques oscillations, il s'arrête à une certaine hauteur de sa tige. La graduation à laquelle il affleure dans le liquide exprime la densité.

Si la température est inférieure à 15° la densité indiquée par l'instrument doit être ramenée à ce

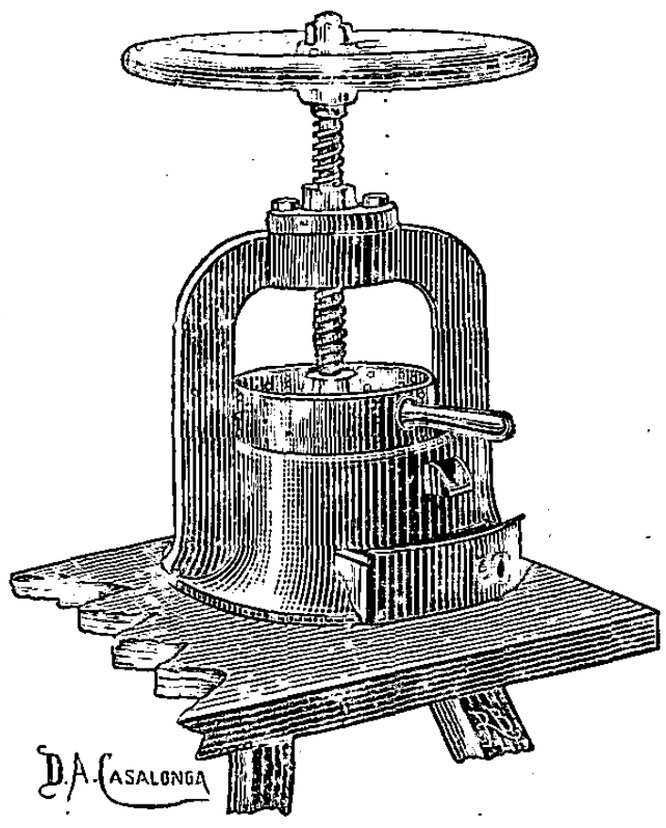


Fig. 196.

qu'elle serait à 15° centigrades. Ceci n'étant pas facile en été, on a recours à une correction déduite de l'expérience. Souvent on augmente la densité de 1/10 de degré par 3° de température au-dessus de 15° centigrades, et on la diminue pareillement de 1/10 de degré par 3° au-dessous de 15° centigrades. Mais cette manière empirique de corriger les indications du densimètre n'est guère exacte que pour les densités comprises entre 1,050 et 1,060, et pour les températures voisines de 15°. Le coefficient de dilatation des jus sucrés augmente en effet à mesure que la densité et la température augmentent. Aussi se sert-on généralement aujourd'hui de la table de correction dressée par M. F. Dupont.

Les densimètres dont on se sert pour déterminer la densité du jus sont des densimètres contrôlés par l'Etat ; ils indiquent à la température de 15° la densité absolue du liquide. Ainsi plongés dans l'eau à 15° ils marquent 0,99916 et non pas 1,000, comme l'ancien densimètre Gay-Lussac.

Sucre. On peut le déterminer de deux manières :

par la méthode indirecte sur le jus, ou par la méthode directe sur la betterave réduite en pulpe.

Méthode indirecte. On détermine le sucre dans le jus au moyen du saccharimètre. Pour cela, dans une fiole exactement jaugée de 100-110 centimètres cubes on introduit 100 centimètres cubes de jus, et on y ajoute 10 centimètres cubes de sous-acétate de plomb à 30° Baumé (jusqu'au trait 110 centimètres cubes). On agite par retournement et on filtre. On introduit le liquide filtré parfaitement clair dans un tube saccharimétrique de 20 centimètres de long et l'on polarise (V. SACCHARIMÈTRE). Soit 80°,5, la déviation du plan de polarisation lue sur l'échelle. Ce nombre est augmenté de 1/10 pour tenir compte de la dilution opérée par le sous-acétate. On a 80°,5 +8°,05=88°,55. Le saccharimètre étant gradué de telle façon qu'une solution contenant 16ᵍ,20 de sucre chimiquement pur dans 100 centimètres cubes, examinée dans un tube de 20 centimètres, donne une déviation de 100° saccharimétriques, on raisonne ainsi pour obtenir le sucre contenu dans le jus.

Si 100° indiquent 16ᵍ,20 de sucre, 88°,55 indiqueront :

$$\frac{16.20 \times 88.55}{100} = 14.345$$

Donc sucre 0/0 centimètres cubes de jus

$$88.55 \times 0.162 = 14.345.$$

On a construit des tables qui suppriment tous les calculs.

Sucre 0/0 grammes de jus. La densité du jus étant 106,6 nous disons : si 100 centimètres cubes ou 106ᵍ,6 de jus contiennent 14,345 de sucre, 100 grammes en contiendront

$$\frac{14.345 \times 100}{106.6} 13.45$$

Sucre 0/0 de betteraves. Le sucre 0/0 de betteraves s'obtient en multipliant le sucre 0/0 grammes de jus par le poids de jus contenu dans la betterave. Soit 95 ce coefficient, nous avons :

Sucre 0/0 de betterave

$$= \frac{\text{sucre 0/0 gr. de jus} \times 95}{100}$$

ou bien, en partant du sucre 0/0 centimètres cubes de jus :

Sucre 0/0 de betterave

$$= \frac{\text{Sucre 0/0}^{cc} \times 95}{\text{Densité}} = \frac{14.345 \times 95}{106.6} = 12,783$$

Le coefficient de 95 de jus peut être admis pour des betteraves dont la richesse est voisine de 10 0/0 de sucre. Mais pour les richesses plus élevées, il est trop fort.

M. Pagnoul a fait de nombreux essais, en 1889, pour déterminer le coefficient à adopter pour passer de la richesse du jus à celle de la betterave, il est arrivé aux résultats suivants :

Sur 82 essais les résultats trouvés ont été

1 fois.	96	16 fois.	92
8 fois.	95	12 fois.	91
10 fois.	94	4 fois.	90
81 fois.	93		

La moyenne a été de 92,8, soit 93.

Ces essais prouvent qu'il est tout à fait impossible de passer avec certitude de la richesse du jus à celle de la betterave. Pour déterminer le sucre que contient la betterave, il faut donc le doser directement.

DOSAGE DIRECT DU SUCRE CONTENU DANS LA BETTERAVE. *Procédé Scheibler à l'alcool.* On se sert pour cela de l'appareil à épuisement de Soxhlet, en employant 50 grammes de pulpe que l'on introduit dans l'extracteur. Dans le ballon jaugé de 200 contimètres cubes on met 180 centimètres cubes d'alcool à 85°. On chauffe à l'ébullition au bain-marie pendant trois quarts d'heure. Les vapeurs alcooliques montent dans l'appareil, se condensent dans le réfrigérant et l'alcool vient imbiber la pulpe. Lorsque le niveau a atteint la hauteur du siphon, l'alcool redescend dans le ballon en entraînant le sucre qu'il a dissous. En l'espace de trois quarts d'heure d'ébullition, il se fait ainsi une dizaine d'entraînements qui suffisent à épuiser complètement la pulpe. On laisse refroidir le ballon ; on ajoute quelques gouttes de sous-acétate de plomb et on complète le volume avec de l'eau. On filtre et on polarise au saccharimètre. On trouve le sucre cristallisable par la formule suivante :

Sucre 0/0 de betteraves

$$= \frac{\text{Degrés lus} \times 0,162}{\text{Poids de la pulpe employée}}$$

Si on opère sur 16ᵍ,20 de pulpe, avec un ballon de 100 centimètres cubes, la lecture du saccharimètre donne immédiatement la teneur en sucre de la betterave.

Procédé Pellet par la digestion aqueuse instantanée à froid. Pour appliquer cette méthode il faut réduire la betterave en pulpe très fine, telle qu'on l'obtient soit par la râpe conique Pellet et Lomont, à disque de Keil, soit par le foret-râpe Keil et Dolle, soit par l'appareil Hanriot (fig. 197).

On pèse le poids normal de pulpe, soit 16ᵍ,20 pour le saccharimètre Laurent et 26ᵍ,048 pour les saccharimètres allemands. On les introduit à l'aide d'un agitateur à bout aplati et d'un entonnoir en métal, dans un ballon Pellet jaugé à 200ᶜᶜ,85, dans lequel on a préalablement mis 4 à 5 centimètres cubes de sous-acétate de plomb à 30° Baumé. On ajoute de l'eau et on agite pour bien mélanger. On met quelques gouttes d'éther pour abattre la mousse, on acidifie avec une ou deux gouttes d'acide acétique, et l'on complète avec de l'eau le volume de 200ᶜᶜ,85. On agite, on filtre et on polarise dans le tube de 40 centimètres.

La lecture du saccharimètre indique directement le sucre 0/0 de betterave.

L'important dans ce procédé est de bien mélanger la pulpe avant la prise d'essai. Ce mélange se fait très bien et d'une façon très homogène dans une terrine plate.

Les ballons Pellet sont jaugés à 200ᶜᶜ,85 au lieu de 200 centimètres cubes, les 0ᶜᶜ,85 représentant le volume occupé par le marc, cellulose, fibrose et matières insolubles des 16ᵍ,20 de pulpe, et par le précipité plombique. Quand on emploie

le double poids normal de pulpe, soit 32ᵍ,40, on se sert de ballons jaugés à 201ᶜᶜ,7.

Analyse des betteraves porte-graines. On doit aussi peu endommager que possible les betteraves destinées à faire des porte-graines. On dose directement le sucre qu'elles contiennent par la digestion aqueuse instantanée à froid, en se servant soit du foret-râpe Keil, soit de l'appareil Hanriot.

Si on se sert du foret-râpe Keil, on pratique dans la betterave, au tiers de la longueur à partir du collet, un trou ne dépassant pas de l'autre côté. On pèse, de la pulpe retirée, dans une capsule de nickel tarée, le quart du poids normal, soit 4ᵍ,05 (ou mieux 4ᵍ,02 pour tenir compte du volume

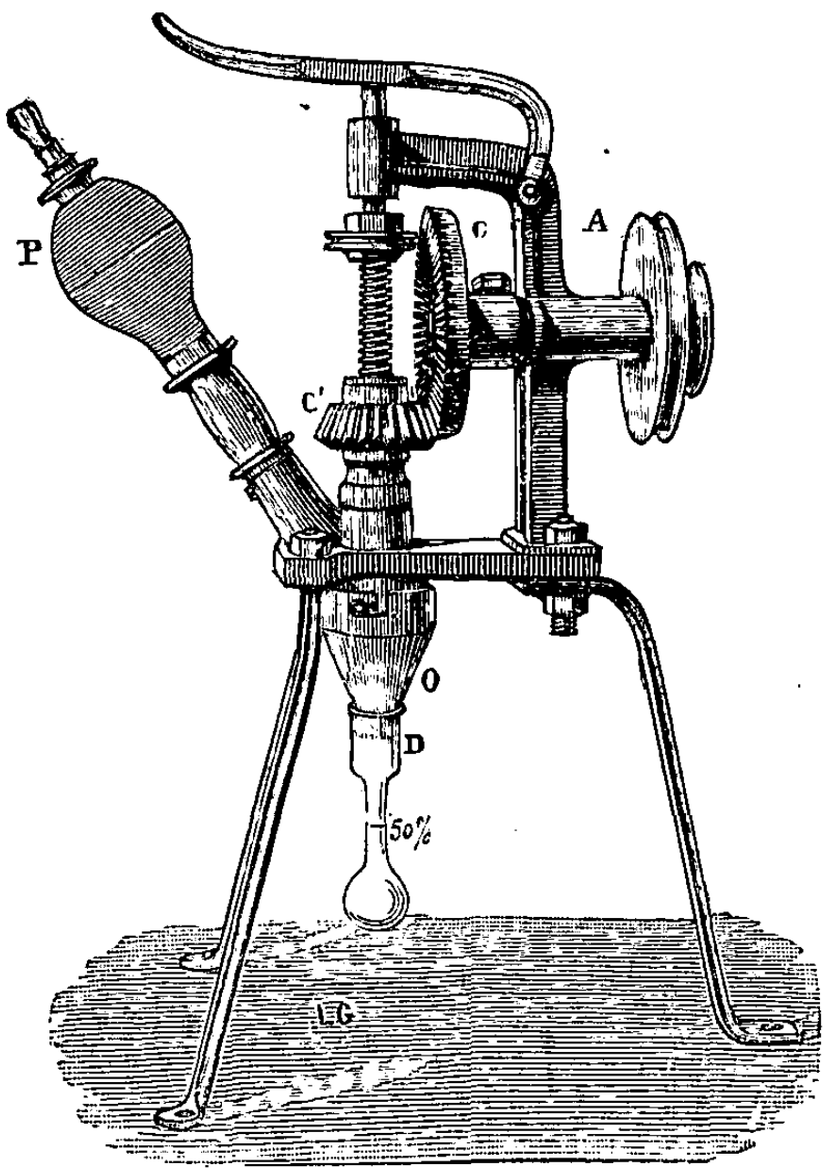


Fig. 197.

occupé par le marc), pour le saccharimètre Laurent, que l'on introduit avec 1 centimètre cube de sous-acétate de plomb dans un ballon spécial de Pellet jaugé à 50 centimètres cubes. On ajoute de l'eau, on agite pour bien mélanger le sous-acétate, on met quelques gouttes d'éther pour abattre la mousse. On complète le volume de 50 centimètres cubes; on agite, on filtre et on polarise le liquide après l'avoir acidifié avec une goutte d'acide acétique. Le chiffre trouvé au saccharimètre multiplié par 2 indique directement la teneur en sucre de la betterave. En polarisant dans une tube de 40 centimètres, la lecture du saccharimètre donne immédiatement le sucre 0/0 de betterave.

Quand on se sert de l'appareil Hanriot (fig. 197) on découpe d'abord dans la betterave avec une sonde à main, au tiers de la hauteur à partir du collet, un cylindre de matière dont on pèse le quart du poids normal. On introduit ensuite ce cylindre de betterave dans la tubulure latérale de l'appareil pour le soumettre au râpage.

Cet appareil consiste en une boîte conique O en bronze dur ou en acier trempé, munie d'une tubulure latérale et montée sur trois pieds que l'on visse sur une table. Dans cette boîte dont la paroi intérieure est cannelée dans le sens de la génératrice du cône, se meut une noix animée d'un mouvement de rotation à l'aide des engrenages C C' et de la poulie à gorge A. La vitesse à donner à la noix est de 1,200 à 1,500 tours. Cette noix est taillée en râpe à bois. L'appareil étant monté, on introduit un cylindre de betterave, *pesé d'avance*, dans la tubulure latérale et, après avoir mis la noix en mouvement, on pousse contre elle au moyen d'un pousseur spécial s'engageant à frottement doux dans cette tubulure. La partie inférieure de la boîte se termine en un entonnoir qui s'engage dans un ballon jaugé D. Au fur et à mesure du râpage, la pulpe tombe dans le ballon jaugé; mais il importe que la totalité des 4ᵍ,02 de betterave soit entraînée dans ce ballon; on y arrive par un lavage au moyen d'un jet d'eau produit par la poire en caoutchouc P. Voici comment fonctionne le jet d'eau. Le pousseur qui est formé d'un cylindre creux d'acier ou de bronze est monté sur une poire en caoutchouc P de 40 ou 80 centimètres cubes de capacité, suivant que l'on fait usage d'un ballon de 50 ou de 100 centimètres cubes. Ce cylindre est exactement du diamètre de la tubulure. Son extrémité est taillée en biseau évidé suivant le profil de la boîte, de façon à arriver au contact de la noix. Cette extrémité est, sur le pourtour, percée de petits trous par lesquels sort l'eau qui lave la noix et entraîne la pulpe dans le ballon. Un peu au-dessus de la ligne des trous se trouve un petit segment qui s'oppose au reflux de la pulpe dans la tubulure. L'ajutage contient une petite soupape à ressort qui maintient au repos l'eau dans la

	Betteraves		
	Vilmorin	Klein Wanzleben	Fouquier d'Héroüel
Poids moyen d'une betterave.	0ᵏ525	0ᵏ690	0ᵏ810
Densité du jus pur.	1.087	1.080	1.074
Eau pour 100ᶜᶜ de jus.	85ᵍ75	86ᵍ76	87ᵍ84
Matières totales dissoutes dans 100ᶜᶜ de jus.	22.65	21.24	19.56
Sucre cristallisable	20.70	18.90	17.16
Sucre incristallisable	0.00	0.00	0.00
Non sucre	2.26	2.34	2.40
Cendres	0.65	0.67	0.66
Matières organiq. diverses	1.60	1.67	1.74
Degré de pureté ou sucre 0/0 de matières totales dissoutes.	90.20	88.98	87.70
Quotient salin, ou sucre pour un de cendres.	31.84	28.20	26.60
Quotient organique, ou sucre pour un de matières organiq.	12.93	11.31	9.86
Valeur proportionnelle	18.67	16.81	14.60
Sucre 0/0 de betterave (dosage direct).	17.50	15.99	14.80

poire. L'ajutage supérieur de la poire en contient également une qui est folle, mais qui vient s'appliquer sur son siège quand la poire est pressée ; elle s'oppose, à ce moment, au mouvement de reflux de l'eau dans le réservoir d'eau avec lequel l'ajutage est en communication par l'olive qui le termine et par un tube en caoutchouc.

En un mot cet appareil est un moulin à noix de forme spéciale et sur lequel est adapté un dispositif particulier pour nettoyer la noix après chaque opération de râpage.

Quand l'appareil est nettoyé, il est prêt de nouveau pour l'analyse d'une autre betterave.

Nous terminerons par un tableau donnant l'analyse complète de trois betteraves de variétés différentes, récoltées en 1889 (V. le tableau de la page précédente).

Ce tableau est un exemple de l'analyse industrielle de la betterave, telle qu'on la pratique en sucrerie. — F. D.

BIFURCATION. *T. de chem. de fer.* Le passage des trains aux bifurcations est soumis à un certain nombre de précautions nécessitées par l'éventualité de l'arrivée de deux trains qui pourraient se rencontrer, soit en se croisant à niveau, soit en convergeant vers le tronc commun.

Avant l'établissement des enclenchements, qui existent aujourd'hui à toutes les bifurcations, on exigeait l'arrêt complet des trains, du moins pour l'une des directions, et le train arrêté n'était autorisé à se remettre en marche que s'il n'y avait aucun autre train en vue.

Les enclenchements qui empêchent l'aiguilleur d'effacer à la fois les signaux de deux directions convergentes permettent de supprimer cet arrêt obligatoire, et on se borne actuellement à exiger des mécaniciens un ralentissement, de manière à ne pas dépasser, même pour les trains les plus rapides, une vitesse maximum de 40 kilomètres à l'heure : tel est le but de l'indicateur fixe à damier vert et blanc, décrit au *Dict.* à l'art. Signaux.

Toutefois, par assimilation à ce qui se passe depuis longtemps sur les chemins de fer anglais, des dérogations ont été admises, en France, à la règle qui impose le ralentissement à tous les trains, et l'on a admis, dans quelques cas particuliers, le passage des trains aux bifurcations avec toute leur vitesse. L'un de ces cas est celui où une ligne d'importance très secondaire, qui n'a pas de service de nuit, s'embranche sur une ligne principale, parcourue par des trains express ; quand le service est suspendu sur la petite ligne, il est inutile d'imposer aux trains qui circulent sur la grande, une réduction de vitesse, si la voie est en ligne droite, et si l'aiguille en pointe est verrouillée (V. *Dictionnaire*, Verrou). Il suffit, soit d'éteindre les indicateurs à damier, soit, ce qui vaut mieux encore, de les rendre mobiles autour de leur axe, de manière à les effacer jusqu'à la reprise du service sur l'embranchement secondaire. Ces indicateurs tournants sont en usage à quelques bifurcations du réseau du Nord.

Une dernière et récente amélioration consiste dans l'autorisation accordée, à titre d'essai, par le Ministre des Travaux publics, pour certaines bifurcations de grandes artères, que les trains peuvent franchir sans ralentissement, mais avec cette restriction que, pour ce passage, les mécaniciens n'useront pas de la faculté qu'ils ont en cas de retard, d'augmenter de moitié la vitesse qui leur est assignée par le livret-itinéraire de la marche des trains.

Ces bifurcations (lignes de Paris à Calais et de Paris à Lille) sont précédées d'un poteau fixe, à damier vert et blanc, portant, par transparence, l'inscription *bifur*. Un second indicateur, dont le voyant mobile est monté sur sa diagonale est situé à 300 mètres en arrière de cet indicateur fixe, vers la bifurcation : les autres signaux sont les mêmes : signal carré, disque à distance, indicateur de direction de l'aiguille en pointe.

Mais le signaleur, averti de l'approche des trains rapides, efface, si rien ne s'y oppose, le signal d'arrêt et l'indicateur tournant que doivent rencontrer ces trains, avant d'aborder la bifurcation, de sorte que le mécanicien trouve la voie libre et est simplement prévenu de l'existence de cette bifurcation par le poteau *bifur*. — M. C.

BIGUE. *T. de mar.* On nomme ainsi aujourd'hui par extension les appareils appelés antérieurement *machines à mâter*, dans lesquelles le nom de *bigue* était réservé aux montants inclinés qui soutenaient les caliornes servant à élever les mâts. Ces appareils se composaient jusqu'à ces derniers temps, de deux montants fixes, écartés du pied, et réunis à la tête avec une inclinaison suffisante pour que leur sommet correspondît à l'aplomb du panneau de chargement des plus grands navires. Etablis au bord des quais, ils étaient maintenus dans une position invariable par des tirants ancrés dans des massifs de maçonnerie, et reliés latéralement pour s'opposer aux flexions latérales de l'ensemble. Le mécanisme de levage consistait simplement dans des caliornes pour le dressage des mâts, ou dans des palans fixés au sommet commun des montants, et sur lesquels on agissait par des treuils ou par des cabestans mus à bras. La machine à mâter du bassin du Commerce au Havre et celle de 50 tonnes du port de Bordeaux sont établies dans ces conditions.

Ces appareils présentaient le grave inconvénient d'employer beaucoup d'hommes, et leur puissance ne dépassait guère 40 tonnes. De plus, pour amener le fardeau à quai, il était nécessaire de le tirer au moyen d'autres palans, et dans des conditions défectueuses au point de vue mécanique, puisque la charge devait être tirée dans une direction de plus en plus oblique, à mesure qu'elle s'avançait horizontalement.

La manutention des pièces de l'artillerie des cuirassés et des chaudières marines des grands navires nécessite actuellement des efforts bien supérieurs à 40 tonnes; aussi a-t-on été conduit à l'emploi d'appareils fixes comme les précédents, mais actionnés par des moteurs à vapeur ou par force hydraulique. La bigue de la Société des Forges et Chantiers, au Havre, est encore établie d'après l'ancien type, mais pourvue de moteurs à vapeur.

Dans ces trente dernières années on a réalisé de très sérieux progrès au point de vue de l'utilisation de la puissance motrice de ces appareils, en substituant, au tirage oblique exercé sur la charge, divers systèmes de transports, tels que le roulement, la rotation de l'ensemble de l'appareil avec la charge, ou son oscillation autour du pied des montants.

L'appareil de transbordement du port de Toulon

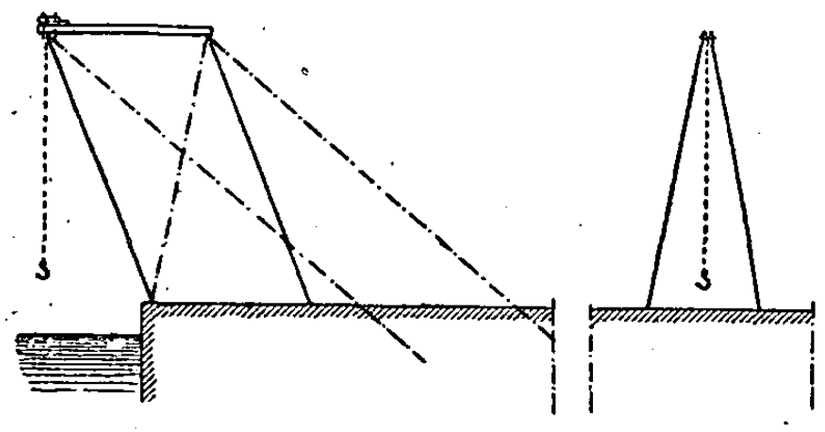


Fig. 198 et 199. — *Appareil de transbordement du port de Toulon.*

(fig. 198 et 199) construit en 1867 par la Compagnie de Fives-Lille, d'après le projet de M. Neustadt, appartient au premier type. Il consiste en deux couples de montants fixes, parallèles entre eux, et dont les sommets sont reliés par une forte traverse. Celle-ci porte la voie de roulement d'un chariot qui assure la translation de la charge. Le mécanisme est constitué par deux treuils à vapeur, à vis sans fin et à chaîne de Galles, l'un pour la levée, l'autre pour le déplacement. La machine motrice est de 30 chevaux, et la puissance maximum 50 tonnes.

La bigue du port d'Anvers (fig. 200 et 201) établie en 1878 par la Société Cockerill, de Seraing, comporte un trépied oscillant, composé de deux montants et d'une bielle réunis à leur sommet par un axe commun. Le moteur est une machine hydraulique à trois cylindres, qui actionne alternativement un treuil funiculaire pour la levée, ou deux vis sans fin, qui commandent une traverse à écrous sur laquelle s'articule l'extrémité inférieure de la bielle. Ce mouvement, guidé par un bâti métallique X présentant un plan incliné, fait osciller les montants autour de deux axes scellés dans le mur du quai, et permet ainsi le déplacement horizontal de la charge. Ce système employé également dans plusieurs grands ports anglais est d'un maniement simple, mais l'emploi des treuils à engrenages et des vis sans fin donne lieu à des frottements considérables; en outre, il a l'inconvénient de ne pas se prêter aux accélérations de vitesse qu'il est quelquefois nécessaire d'obtenir.

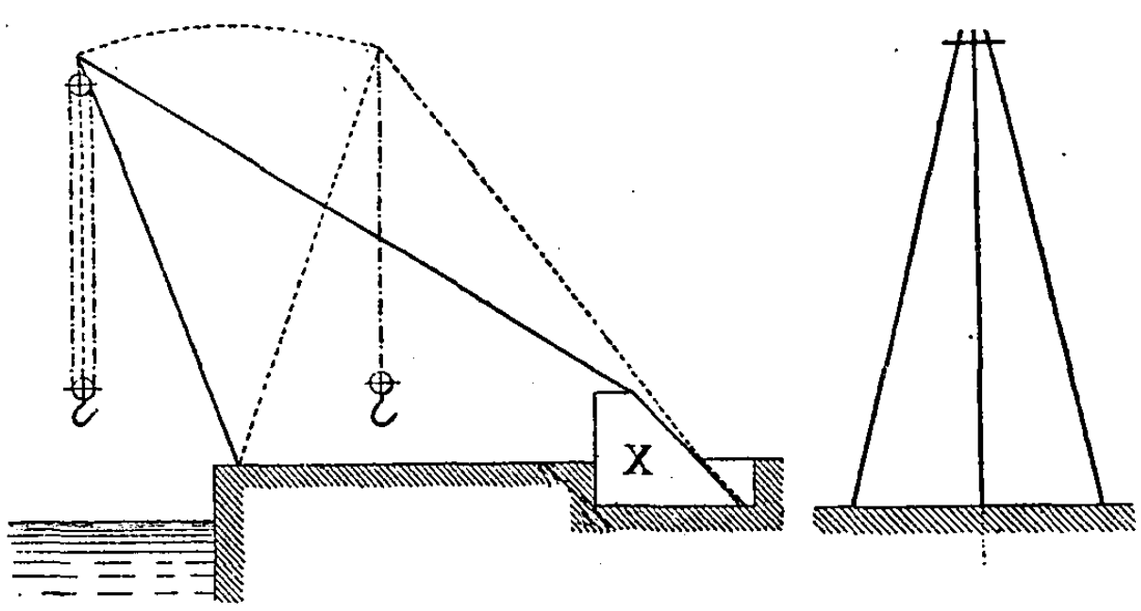


Fig. 200 et 201. — *Appareil de transbordement d'Anvers.*

A la fonderie de canons d'Elswick, sir William Armstrong emploie également un trépied oscillant et un mécanisme analogue à celui de la bigue d'Anvers pour le mouvement de translation de la charge, mais le système de levage est direct, ce qui constitue un perfectionnement notable, et consiste en un cylindre hydraulique suspendu à

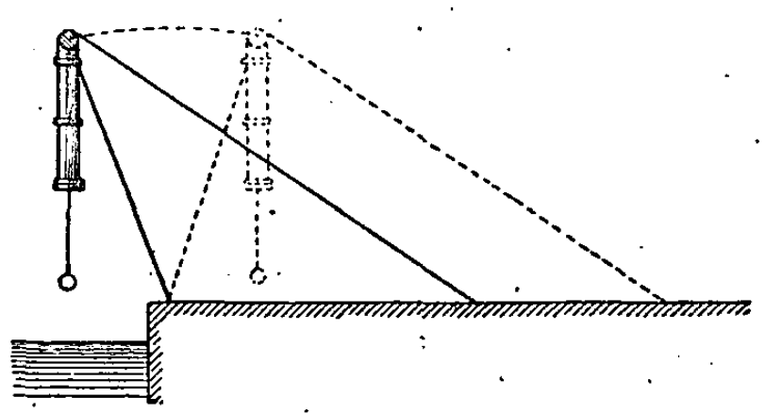


Fig. 202. — *Appareil de levage de la fonderie d'Elswick.*

la volée par un joint à la Cardan : la tige du piston soulève le fardeau (fig, 202). La puissance maximum est de 160 tonnes.

La figure 203 représente l'appareil de transbordement de l'arsenal de la Spezzia, établi par le même ingénieur, et basé sur le même principe que le précédent pour le levage, mais dans lequel le déplacement de la charge se produit par la rotation de l'ensemble. Il a également une puissance maximum de 160 tonnes.

Cet appareil est comme les deux précédents mû par la force hydraulique dont l'usage est aujourd'hui très répandu dans les grands ports, à cause de son fonctionnement facile, et qui a, de plus, l'avantage de se prêter aux efforts les plus considérables avec une proportionnalité satisfaisante de la dépense de force motrice.

Le type de bigue le plus perfectionné, est actuellement celui que la Compagnie de Fives-Lille a établi en 1886 pour le port de Marseille, et qui a été construit sur les plans de M. Bassères, l'un de ses ingénieurs, d'après le système oscillant, mais avec des innovations très importantes sur lesquelles nous allons donner quelques détails.

Ces innovations consistent : 1° dans le remplacement de la commande par vis sans fin des bigues d'Anvers et d'Elswick, par une commande directe réalisée à l'aide d'un simple cylindre hydraulique C ; 2° dans la suspension du cylindre de

levage D au sommet de la bigue par des tirants qui en réunissent le fond à ce sommet; 3° dans un dispositif qui permet d'arrêter à volonté la charge pendant la descente.

La bigue est représentée schématiquement dans les figures 204 et 205. Elle peut réaliser à volonté des puissances de 25, 75 et 120 tonnes avec une dépense d'eau proportionnelle, le levage de la charge à 7 mètres au-dessus du quai et son transport horizontal de 9 mètres en dehors de l'arête jusqu'à 5 mètres en arrière, de manière à pouvoir prendre la charge à bord d'un navire et la déposer sur un chariot et réciproquement.

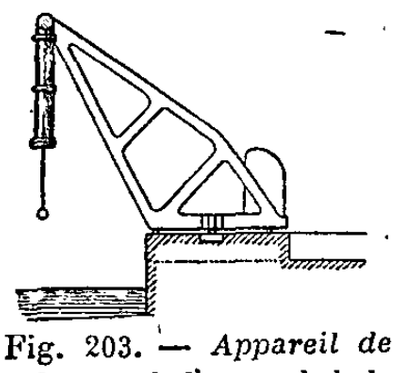


Fig. 203. — *Appareil de levage de l'arsenal de la Spezzia.*

Le trépied est constitué par deux montants latéraux en tôlerie B B (fig. 204 et 205) reposant sur le mur de quai, et par une bielle A articulée à sa partie supérieure sur ces deux pièces, et à sa partie inférieure sur la tête du piston d'une presse hydraulique C. Cette presse repose sur un chevalet en tôlerie F solidement boulonné sur la maçonnerie. Le piston rappelle à lui la bielle A, lorsqu'il descend et entraîne dans le même mouvement les montants B et la charge. Inversement, si le piston C monte, il pousse devant lui l'ensemble de la charpente ainsi que le cylindre de levage D. Ce dernier est suspendu au sommet du trépied, comme dans la bigue d'Elswick, de manière à opérer le levage

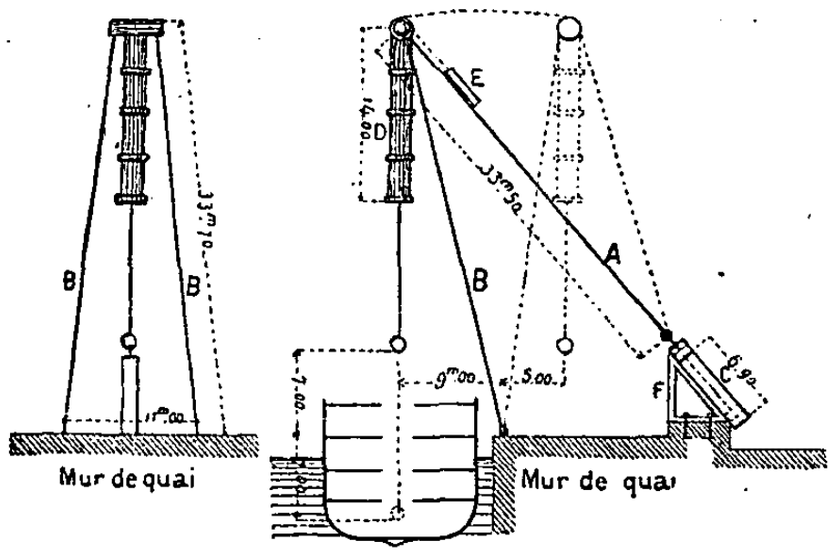


Fig. 204 et 205. — *Bigue de 120 tonnes du port de Marseille.*

par action directe, comme l'oscillation; mais pour éviter de faire travailler les joints sous l'action de la charge qui tendrait à les ouvrir et à occasionner des fuites, le cylindre repose directement sur un étrier K dont les tirants seuls sont articulés sur l'axe de réunion des montants et de la bielle (fig. 206). Dans ces conditions, l'effort de la charge portée par la tige du piston s'exerce uniquement sur les tirants de l'étrier, et les parois du cylindre ne travaillent que sous la pression de l'eau motrice. Celle-ci est introduite à la base du cylindre par une soupape qu'un ouvrier spécial, placé sur une plate-forme supportée par la base de l'étrier, manœuvre à volonté.

Le dernier perfectionnement apporté par M. Bassères consiste dans l'adjonction de cliquets de sûreté Z, Z (fig. 207), qui s'engagent à volonté dans des crémaillères V, V parallèles à la tige du piston de chacun des cylindres de levage et d'oscillation, et mobiles avec lui. Les cliquets sont articulés sur des axes fixés sur les fonds de ces cylindres. Ce dispositif présente les avantages suivants. Pour le cylindre de levage, s'il vient à se produire une fuite aux joints ou dans la conduite d'alimentation, la descente de la charge peut être arrêtée instantanément; pour le cylindre d'oscillation, les cliquets permettent de

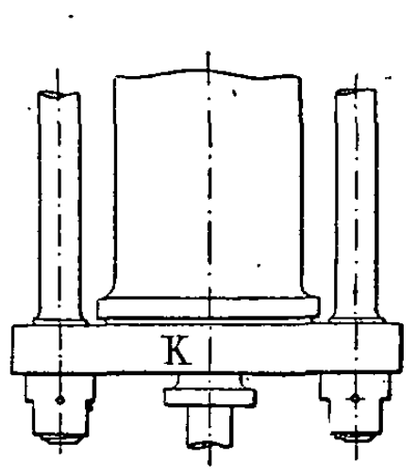


Fig. 206. — *Mode de suspension du cylindre de levage.*

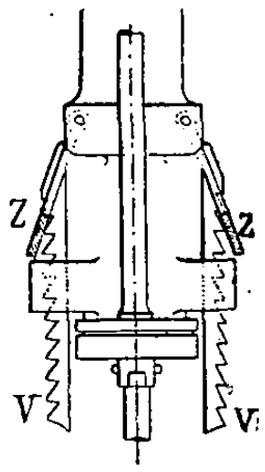


Fig. 207 *Cliquets de sûreté.*

fixer la bielle en un point quelconque de sa course si l'on veut démonter le piston, et de maintenir automatiquement l'appareil tout entier dans une position invariable, en cas d'avaries subites survenues dans la tuyauterie.

Pour produire les trois puissances de 25, 75 et 120 tonnes imposées par le programme, en ne dépensant pour chaque cas qu'une quantité proportionnelle d'eau sous pression, il faut nécessairement faire varier la pression de l'eau motrice dans le même rapport que l'effort à exercer. Ce résultat est atteint en déterminant le diamètre des cylindres de levage et d'oscillation, de manière à obtenir la puissance moyenne de 75 tonnes, en

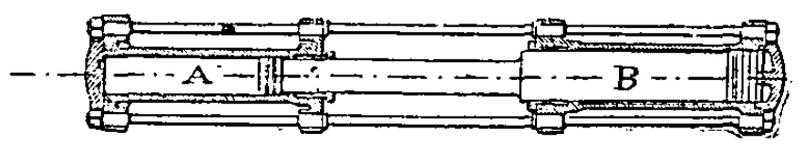


Fig. 208. — *Appareil multiplicateur.*

faisant agir directement l'eau de la conduite générale sous la pression normale de 50 atmosphères.

Pour les puissances de 25 et de 120 tonnes, on fait usage d'un multiplicateur-automoteur qui se compose en principe de deux cylindres disposés bout à bout, dans lesquels se meuvent des pistons A et B de diamètres différents (fig. 208). Quand il s'agit de soulever la charge de 120 tonnes, l'eau à 50 atmosphères actionne le piston B, et l'autre refoule dans le cylindre de levage l'eau motrice à une pression beaucoup plus grande. Si la charge à élever n'est que de 25 tonnes, l'eau à 50 atmosphères actionne le piston A et le piston B refoule l'eau motrice dans le même cylindre à une pression beaucoup plus faible. Les mêmes opérations s'effectuent dans le cylindre d'oscillation, lorsqu'on a à déplacer les charges extrêmes de 25 et de 120 tonnes.

La bigue de Marseille est également munie d'un cylindre hydraulique E (fig. 208) placé sur le dos de la bielle, et servant, par transmission funiculaire à soulever les chaînes d'élingage; à ramener le piston du grand cylindre au haut de sa course, ainsi qu'aux travaux accessoires. Un accumulateur complète l'ensemble de l'appareil.

Outre les avantages de célérité et de sécurité dans les manœuvres que nous avons déjà signalés, la bigue à action directe de Marseille possède un rendement en travail utile de 90 0/0 de celui de l'eau motrice, quand on opère sur les charges moyennes de 75 à 80 tonnes qui n'exigent pas l'emploi du multiplicateur, tandis que ce rendement n'est guère que de 25 0/0 dans les appareils comme celui d'Anvers. — G. R.

•BIJOUX ÉLECTRIQUES LUMINEUX. La possibilité de construire, d'une part, des lampes à incandescence d'une extrême petitesse et, d'autre part, des piles électriques minuscules ont suggéré l'idée

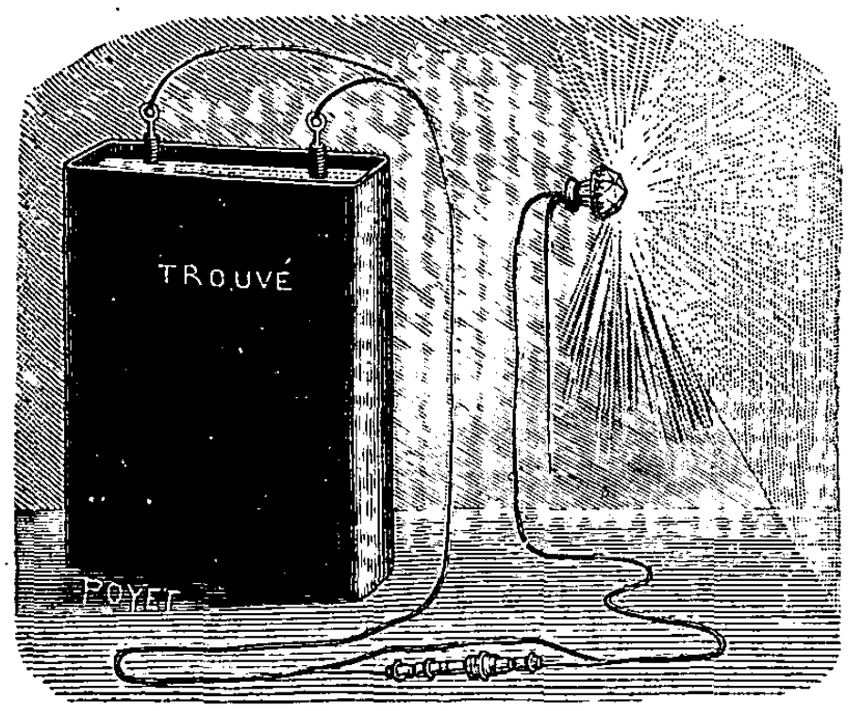


Fig. 209.

de combiner des bijoux lumineux actionnés par de petites piles portatives. C'est surtout M. Trouvé qui a su donner à cette nouvelle application de l'électricité une forme pratique qui en a beaucoup étendu l'emploi.

La pile (fig. 209) de la grosseur d'un porte-cigares, peut se dissimuler dans une poche ou dans tout autre partie des vêtements; elle est naturellement étanche et contient une lame de zinc et de charbon très minces baignant dans une solution de bichromate de potasse; on peut disposer plusieurs de ces éléments en tension dans une même enveloppe et réaliser ainsi la tension nécessaire à actionner la lampe. La lampe à incandescence dont le filament est très court (on se rappelle que le nombre de volts qu'il faut établir aux bornes dépend de la longueur), est toute petite, quelques millimètres de diamètre; on la met en relation avec la pile à l'aide de fils fins et souples qu'on dissimule facilement. C'est surtout au théâtre que l'emploi de ces lampes portatives s'est répandu; on a construit ainsi des diadèmes, des épingles, etc., dont les joyaux deviennent lumineux dès qu'on appuie sur le bouton qui actionne la

petite lampe qu'ils renferment. La figure 210 montre quelques effets qu'on peut obtenir avec

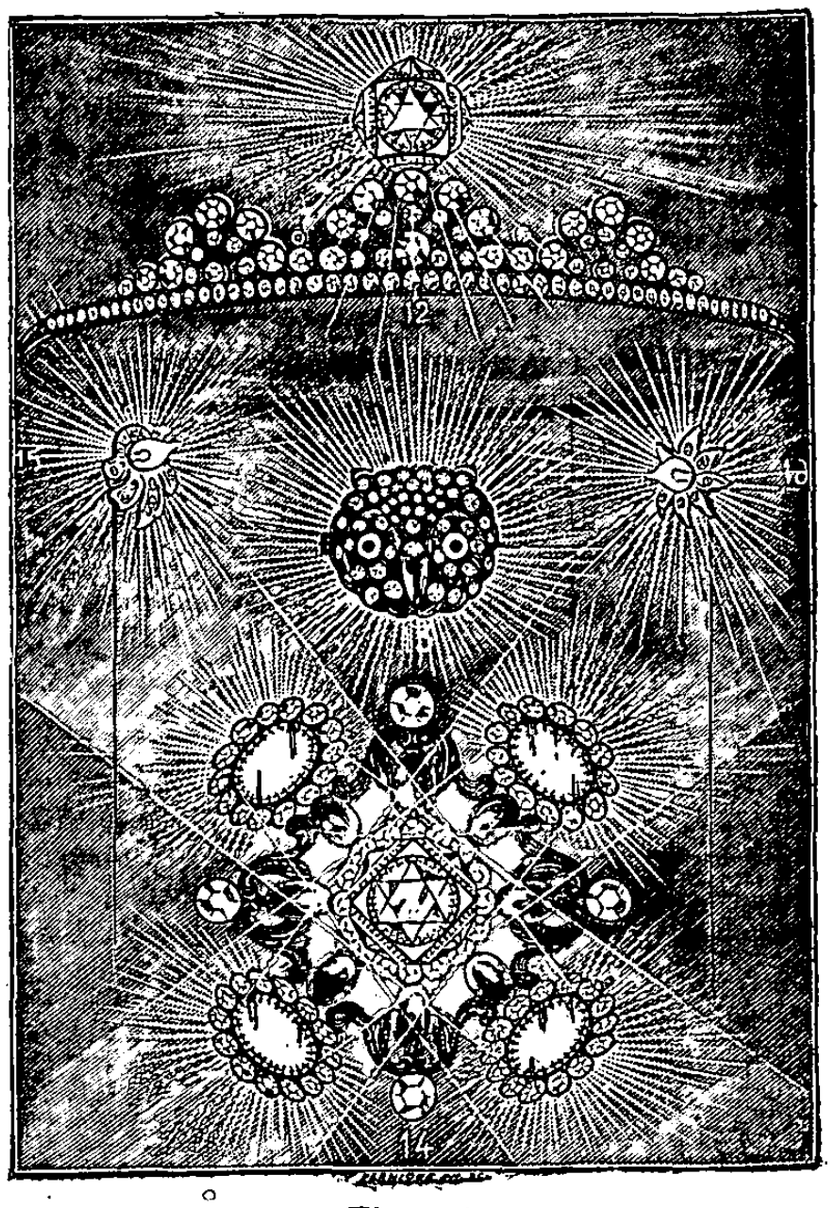


Fig. 210.

ces bijoux lumineux; la figure 211 indique la coupe d'une pierre.

Pour de petits bijoux électriques, M. Trouvé a combiné, il y a longtemps déjà, depuis 1865, de petits objets, broches, épingles de cravates, etc., animés de mouvements divers sous l'influence d'un faible courant électrique produit par une pile pouvant être dissimulée dans la poche. On conçoit que la fabrication de ces bijoux est très délicate, aussi certains d'entre eux que M. Trouvé ne fabrique plus actuellement sont-ils devenus fort rares; nous signalons notamment les mouches électriques, objets qui valent actuellement un prix fort élevé; ce sont de petites mouches de grandeur naturelle, qui agitent les ailes et qui bourdonnent comme de véritables insectes.

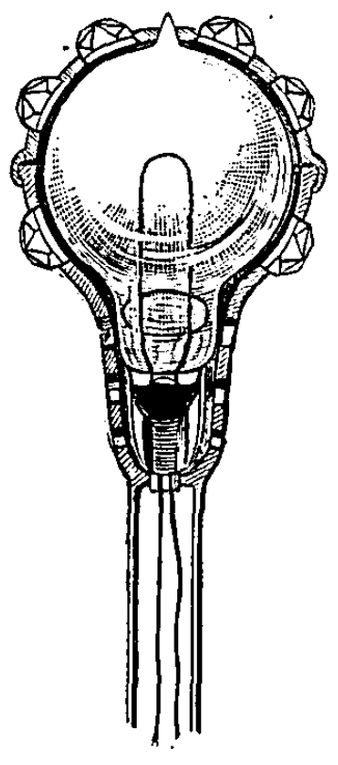


Fig. 211.

La pile qu'on emploie est une pile à renversement, zinc, charbon et sulfate acide de mercure.

BILLET ou **TICKET** (Fabrication mécanique des). L'importance qu'a prise la fabrication des billets ou tickets en usage dans certaines administrations et surtoût sur les chemins de fer, pour représenter l'acquittement, par les voyageurs, de la taxe de transport, a nécessité l'emploi de moyens rapides et économiques pour effectuer les diverses opérations que comportent l'impression, le comptage et le contrôle de ces précieux petits rectangles en carton. On a eu recours, à cet effet, à des machines spéciales réalisant, d'une manière très élégante, la solution de problèmes de cinématique qui ne laissent pas que d'être compliqués.

La machine à imprimer et à numéroter les billets se compose d'une presse mobile dans laquelle les morceaux de carton, qu'on empile à la main dans un couloir de descente, sont mécaniquement amenés. La presse est formée : 1° d'un composteur d'acier portant toutes les inscriptions que contient le billet, sauf le numéro, et qui ne change que quand la série des billets à fabriquer est terminée ; 2° d'un numéroteur mobile dont les chiffres se modifient, à chaque billet, par le mouvement même de la machine. L'ensemble s'élève et s'abaisse alternativement de manière à imprimer chaque billet, quand il se présente sous le bloc. Ensuite chaque billet, poussé par le suivant, tombe dans un couloir d'évacuation, où un mécanisme spécial force la colonne de billets empilés à descendre, à mesure qu'elle augmente de hauteur. L'encrage des caractères à imprimer se fait automatiquement à l'aide de rouleaux qui viennent en contact avec eux, quand la presse est relevée. Cette machine, qui fait 200 tours par minute, peut imprimer et numéroter 8,000 billets à l'heure.

Lorsque les billets sont imprimés et numérotés, il faut, avant de les ranger dans des casiers, les compter et en vérifier le numérotage, pour établir un contrôle indispensable à la tenue de la comptabilité de l'opération.

La machine qui effectue le comptage, se compose d'un plateau manivelle rainuré, communiquant un mouvement de va-et-vient à un tiroir qui se meut au-dessous du couloir dans lequel sont empilés les billets à compter. A chaque mouvement d'arrière en avant du tiroir, le bec dont il est armé pousse un billet vers le couloir d'évacuation. L'opération du comptage se fait simultanément au moyen d'un système de cliquets et de quatre disques dentés qui font apparaître, derrière un guichet, un nombre de quatre chiffres, formant la série de 1 à 10,000. Un balancier, dont le mouvement est solidaire de la rotation du plateau-manivelle, donne un coup de cliquet, c'est-à-dire fait avancer une dent et augmente d'une unité le nombre indiqué, pour chaque billet, qui passe du couloir de descente au couloir d'évacuation. Le fond de ce couloir est formé par un tasseau en bois, qui s'abaisse progressivement, à chaque tour du plateau, d'une quantité égale à quatre épaisseurs de carton, grâce à un pas de vis qui emprunte son mouvement à l'arbre moteur de la machine. Cette machine faisant 100 tours par minute, permet de compter 14,000 billets par heure.

Au chemin de fer du Nord, l'atelier de fabrication mécanique des billets se compose de sept machines de ces deux types, mues par une machine à gaz horizontale, du système Otto.

Le prix de revient de cette fabrication est de 1 fr. 50 par 1,000 billets.

Billets à souches. Ces billets, qui ont été remplacés sur les chemins de fer par les tickets Edmundson, sont en usage sur les réseaux de tramways et aussi sur quelques chemins de fer secondaires, où ils assurent, à peu de frais, un contrôle efficace de la recette des voyageurs, en laissant au conducteur le soin d'effectuer la distribution des billets et la perception du prix de transport.

Comme ce prix varie généralement avec la distance parcourue, on a eu recours à beaucoup de types différents de billets à souches. Aucun d'eux ne réalise complètement et simultanément tous les desiderata à obtenir, parce qu'il y a des conditions qui s'excluent : par exemple, si le même billet peut servir à un grand parcours et à beaucoup de points d'arrêt, il atteint les dimensions peu pratiques pour le carnet portatif d'un conducteur; si l'on simplifie le travail du conducteur, en se bornant à un simple coup de crayon à donner, on n'est pas suffisamment à l'abri de la fraude et on n'assure pas la statistique des recettes ; si l'on fait usage de billets à prix fixe, le voyageur ne peut vérifier le calcul de la taxe ; si l'on fait usage de billets à double entrée, qui se poinçonnent après qu'on les a repliés sur eux-mêmes, soit en diagonale, soit en ligne verticale, il faut que le coup de poinçon soit donné très exactement, et il faut autant de carnets que de classes et de catégories de réductions de prix, soit pour les demi-places ou les quarts de place, soit pour les aller et retour.

Il importe donc, dans chaque cas particulier, d'examiner quel est le système qui se prête le mieux aux circonstances locales et dont les inconvénients sont le moins sensibles. — M. C.

V. *Revue générale des chemins de fer*, 1880-1888.

• **BINAGE, BINEUSE.** *Instr. d'agr.* Les *binages* ont pour but de détruire les mauvaises herbes, d'ameublir le sol à la surface et de diminuer son évaporation. La terre se tasse sous l'action des pluies et se durcit à sa surface; la présence d'une semblable croûte dure a pour résultat de faciliter l'évaporisation de l'eau contenue à une certaine profondeur (cette eau remontant à la surface par capillarité) et d'empêcher dans une certaine mesure la pénétration de l'air. Le binage est une opération ou culture superficielle; lorsque la terre est remuée à une profondeur de 0,07 au moins, l'opération porte le nom de *houage*.

Le binage s'effectue à l'aide de machines. Le binage à bras est surtout réservé aux plantes semées à la volée ou qui sont irrégulièrement réparties dans le champ. Les plantes en lignes permettent d'effectuer les binages à l'aide de machines qui exécutent le travail avec plus d'économie et

de rapidité. Un des principaux avantages des semoirs est précisément de permettre l'emploi des binages mécaniques. On trouvera à l'article HOUE du *Dictionnaire* les renseignements nécessaires sur l'outillage de cette opération. — M. R.

BISMUTH. *T. de chim.* Voici, d'après le docteur Quesneville, les précautions à prendre pour obtenir sûrement du bismuth bien cristallisé : On fond le bismuth dans un creuset et on y ajoute de temps en temps du nitrate de potasse jusqu'à ce que le métal agité à la lumière présente de magnifiques reflets jaunes dorés ou verts. A ce moment le métal est coulé dans un têt à rôtir chauffé d'avance et, pour éviter que la surface ne soit refroidie avant le fond du bain, on la couvre avec une pelle chaude. Qnand la croûte supérieure est formée, on la perce avec un charbon ardent de manière à éviter toute secousse et l'on découle doucement sous le creuset. Au bout d'une demi-heure, on achève de casser la croûte et on trouve dans l'intérieur une magnifique cristallisation.

L'oxygène forme avec le bismuth plusieurs oxydes qui sont : le sous-oxyde, Bi^2O^2, le protoxyde, Bi^2O^3; le bismuthate de bismuth, Bi^2O^4; acide bismuthique, Bi^2O^5.

Le protoxyde anhydre se forme par la calcination du nitrate, du carbonate ou de l'hydrate. L'oxydation du métal donne du protoxyde mélangé d'une certaine quantité de Bi^2O^4.

Le protoxyde de bismuth constitue une poudre d'un jaune pâle d'une densité égale à 8,2. Il fond au rouge en un liquide brun qui s'introduit facilement dans les pores des creusets comme la litharge; c'est cette propriété qui a motivé quelquefois son emploi aù lieu du plomb dans la coupellation de l'or et de l'argent. Il est facilement réduit par le charbon et facilement dissous par les acides.

L'hydrate de protoxyde de bismuth (Syn. *hydrate bismutheux*) BiO^3H^3 s'obtient en précipitant à froid un sel de bismuth par la potasse ou l'ammoniaque. C'est un précipité floconneux blanc qui se contracte par la dessiccation en donnant une poudre blanche amorphe. On l'emploie dans l'analyse chimique pour transformer en oxydes certains sulfures métalliques. Le docteur Quesneville l'a proposé en pâte pour remplacer dans la thérapeutique le sous-nitrate de bismuth dont la constitution est si variable suivant la méthode qui a servi à le préparer.

Trichlorure de bismuth. $BiCl^3$. Quand on attaque le bismuth par un excès de chlore ou qu'on distille la solution acide du bismuth dans l'eau régale, on obtient le trichlorure $BiCl^3$.

C'est une masse blanche, très fusible; volatile, déliquescente, soluble dans l'acide chlorhydrique et dans une petite quantité d'eau. Traité par un excès d'eau le trichlorure donné naissance à un précipité blanc d'oxychlorure BiOCl utilisé en parfumerie sous le nom de *blanc de perle*.

La préparation industrielle de l'oxychlorure est calquée sur celle du sous-nitrate que nous allons décrire.

Azotate de bismuth. L'azotate neutre se prépare en dissolvant le bismuth dans l'acide nitrique. L'attaque est violente; quand elle est calmée, on concentre la liqueur et on l'abandonne à la cristallisation. On obtient ainsi des présures volumineux incolores et transparents solubles dans l'acide nitrique, mais décomposables par l'eau pure en sel basique insoluble et sel acide qui reste dans la liqueur.

Azotate basique ou **sous-nitrate de bismuth.** Partant du bismuth commercial, voici la préparation industrielle du sous-nitrate.

On commence par fondre le bismuth dans une chaudière de fonte, puis on élève la température jusqu'au rouge et on le brasse à plusieurs reprises avec de petites quantités de nitrate de soude qui oxyde l'arsenic. On écume la scorie et on grenaille le métal.

On projette le métal ainsi purifié dans de l'acide nitrique à 36°, jusqu'à cessation de réaction, puis on étend la dissolution jusqu'à ce qu'elle commence à se troubler. On ajoute alors un peu d'acide chlorhydrique qui précipite l'argent, puis de l'acide sulfurique pour précipiter le plomb et on laisse déposer. La liqueur claire est versée au moyen d'un siphon très effilé dans un vase contenant de l'eau environ 60 fois le poids du métal employé ; on agite et on laisse reposer. Le nitrate de bismuth est alors décomposé en sel basique précipité et sel acide resté en dissolution.

Après douze heures de repos, on sature la liqueur aussi exactement que possible avec de l'ammoniaque que l'on fait également couler en mince filet au moyen d'un siphon effilé. Tout le bismuth est alors précipité à l'état de sous-nitrate. Le précipité est lavé, égoutté et séché lentement.

Réaction des sels de bismuth. — V. *Dictionnaire*, BISMUTH.

DOSAGE DU BISMUTH. Le bismuth se dose à l'état d'oxyde, d'oxychlorure de chromate ou à l'état métallique. Pour obtenir l'oxyde, on précipite la solution du bismuth par le carbonate d'ammoniaque, quand la liqueur ne renferme ni chlorures, ni sulfates, lesquels pourraient donner des sous-sels qui rendraient le dosage inexact. La calcination du carbonate précipité laisse un résidu d'oxyde que l'on pèse.

Le sulfure de bismuth, contenant toujours un excès de soufre à cause de l'acidité des liqueurs dans lesquelles on le précipite, ne peut servir au dosage direct. On transforme le sulfure en oxyde par l'acide nitrique ou en bismuth métallique par fusion avec le cyanure de potassium.

La précipitation du bismuth à l'état d'oxychlorure en ajoutant un excès d'eau à une solution de chlorure, donne de bons résultats et permet de séparer facilement ce métal d'avec le cuivre, le cadmium, le cobalt et le zinc.

En versant une solution de bismuth dans un excès de chromate neutre de potasse, on obtient un précipité cristallin jaune qui renferme d'après Lœwe $3Bi^2O^3Cr^2O^6$.

Séparation du bismuth. Le bismuth précipité par l'hydrogène sulfuré se trouve ainsi séparé facilement des métaux alcalins; alcalino-terreux et des métanx de la famille du fer. L'insolubilité de son sulfure dans le sulfhydrate d'ammoniaque permet de le séparer de l'étain, antimoine, arsenic, etc. Reste la séparation d'avec le cadmium, plomb, cuivre, mercure et argent :

Bismuth et plomb. On précipite le plomb par l'acide sulfurique ou par l'acide chlorhydrique en présence d'alcool.

Bismuth et argent. 1° On précipite l'argent par l'acide chlorhydrique; 2° on peut chauffer l'alliage des deux métaux dans un courant de chlore. Le chlorure de bismuth se volatilise.

Bismuth et mercure. On traite la liqueur renfermant les deux métaux par le protochlorure d'étain ou l'acide phosphoreux. Le mercure est réduit à l'état métallique et le bismuth reste et peut être précipité par les moyens ordinaires.

Bismuth et cuivre. Le carbonate d'ammoniaque en excès précipite le bismuth et non le cuivre. On peut également utiliser la volatilité du chlorure de bismuth.

Bismuth et cadmium. On précipite le bismuth à l'état d'oxychlorure. — A. D.

BLANCHIMENT (V. *Dictionnaire*). A. Par l'eau oxygénée.

1° *Blanc sur tissu de coton.* L'eau oxygénée ne peut lutter contre le chlore traditionnel qui produit un blanchiment véritable dans les conditions les plus avantageuses de prix. Cependant, si dans un cas particulier on ne veut pas blanchir au chlore, ou si l'on est pressé d'avoir des échantillons de tissu blanchi, on peut recourir au procédé indiqué et pratiqué par M. Horace Kœchlin qui exposait en 1889 des tissus d'un très beau blanc, plus beau que par l'ancien procédé au chlore et sans affaiblissement du tissu.

Pour cinq pièces de 100 mètres chacune, il faut :

1,000 litres d'eau, 10 kilogrammes de soude caustique sèche 72 0/0, 30 kilogrammes de savon, 50 litres d'eau oxygénée à 12 volumes, 8 kilogrammes magnésie calcinée. Les pièces passées d'abord à froid en acide sulfurique étendu à 2° Baumé, sont mises en tas jusqu'au lendemain, puis lavées, puis passées au bouillon, dans une cuve ordinaire de teinture montée avec le bain précédent. Après six heures, on lave, on passe à l'acide, on lave et on sèche. Le rôle de la magnésie est donné comme indispensable.

2° *Blanc et crémé sur laine.* Le dégraissage de la laine se fait toujours comme il a été dit dans l'article du *Dictionnaire*, mais pour le blanchiment l'eau oxygénée a remplacé dans le plus grand nombre de cas l'acide sulfureux.

L'eau oxygénée présente en effet les avantages suivants : le blanc obtenu est plus parfait et la laine reste d'un toucher beaucoup plus doux. On opère de la façon suivante :

Les flottes dégraissées soigneusement sont mises dans un bain aussi peu large que possible que l'on a constitué avec :

Eau, qs; eau oxygénée à 10 volumes, 1 litre à 1 litre 1/2 par kilogramme de laine; soude caustique, qs. pour rendre la liqueur légèrement alcaline.

Le bain est chauffé à 60-65° centigrades et la laine est remuée de temps en temps de façon à la maintenir en contact avec le liquide, l'oxygène qui se dégage tendant à l'en séparer.

Pour les tissus on foularde dans un bain semblable au précédent, puis le tissu est laissé enroulé sur lui-même pendant une heure, après quoi il repasse dans le même bain chauffé à nouveau puis reste encore enroulé 1 heure. On répète cette opération plus ou moins souvent suivant l'épaisseur du tissu et le blanc à obtenir. Il faut éviter une trop grande chaleur qui tend à faire jaunir la laine, surtout si l'alcalinité du bain est un peu exagérée, il faut également surveiller l'alcalinité de son bain qui peut disparaître, car dans l'action de l'eau oxygénée sur la laine et la soie il se forme des substances acides; dans ce cas il faudrait ajouter de la soude caustique.

On a préconisé l'emploi du silicate de soude pour remplacer la soude caustique dans la constitution de ces bains. Ce produit n'a-t-il pas l'inconvénient de durcir sensiblement le fil ou le tissu? Dans ce procédé, on prend :

Eau oxygénée à 12 volumes 1 litre, silicate de soude à 20° Baumé un quart de litre, eau 3 à 10 litres. On passe les tissus dans ce bain, on laisse les pièces enroulées vingt-quatre heures, on lave, on exprime, on passe en bisulfite plus ou moins étendu d'eau, selon que l'on veut avoir un plus grand blanc. Ce dernier bain est parfois supprimé. On termine par un azurage.

Sur la pièce pure laine on ne demande pas le même blanc que sur le coton, on peut lui laisser un ton légèrement jaunâtre, et on ne fait alors le plus souvent que le *crémé*. Cette sorte de demi-blanchiment ne consomme qu'une proportion assez faible d'eau oxygénée variable avec la décoloration qu'il faut obtenir et ces *crémés* tiennent, car la décoloration repose sur la destruction d'une partie de la matière colorante et non pas sur la formation de composés instables comme avec l'acide sulfureux, ni sur le rabat de la couleur jaune de la fibre avec une nuance complémentaire de bleu ou de violet plus ou moins fugace, comme dans les azurages. On se sert souvent d'eau oxygénée à 12 volumes que l'on ramène à 2 ou 3 volumes avec l'eau et l'on ajoute assez d'ammoniaque pour que le bain soit alcalin. On finit suivant les cas par un azurage.

3° *Blanc sur soie.* Enfin, l'eau oxygénée est couramment employée pour le blanchiment de la soie, surtout de la soie tussah qui offre des difficultés particulières à l'action de l'acide sulfureux, et que l'on blanchissait pour cette raison jusqu'à ces derniers temps par les permanganates ou par le bioxyde de baryum.

Blanc sur schappe. La fantaisie ou schappe se blanchit mieux à l'eau oxygénée qu'à l'acide sulfureux. On constitue des bains en employant 1 litre à 1 litre 1/2 d'eau à 10 volumes par kilogramme de matière à blanchir et en rendant le

bain alcalin à l'aide de la soude caustique. On peut chauffer ce bain à 80° centigrades. Les soies sont lisées jusqu'à blanchiment suffisant. On a eu soin de faire précéder cette opération d'une cuite semblable à celle usitée pour la soie ordinaire.

Blanc sur soie tussah. Les soies tussah sont tout d'abord cuites de la façon suivante : On les met tremper dans une solution tiède de carbonate de soude (20 0/0 de soude Solvay du poids de la soie), le bain est chauffé à 50-60° centigrades, puis on y laisse traîner les soies une nuit. Le lendemain on lève et on cuit au savon bouillant. On peut également cuire à la soude bouillante mais le résultat est moins bon.

Le blanchiment se fait sur un bain d'eau oxygénée rendu fortement alcalin par l'addition de silicate de soude, on a soin de ne pas employer un bain trop concentré qui diminuerait la solidité de la fibre ; le bain doit titrer de 1 à 1,5 volumes d'oxygène. On consomme environ 1 litre 1/2 à 2 litres d'eau oxygénée à 10 volumes par kilogramme de tussah ; après avoir lisé les soies sur le bain, on les plonge à l'intérieur et il ne reste plus qu'à les liser de temps à autre. On peut réchauffer le bain si, du premier coup, on n'a pas atteint le résultat désiré. On lève ensuite la soie et on lui donne un bain de savon chaud, destiné à enlever la silice qui aurait pu se fixer sur la soie et lui communiquer un toucher dur. Il ne reste plus qu'à azurer comme pour les blancs sur soie cuite. Ce procédé de blanchiment est le seul qui produise des tussah bien blancs et leur conserve du brillant et un bon toucher.

On pratique encore quelques autres méthodes. La soie écrue, dégraissée par une dissolution de carbonate de soude 3 0/0 est blanchie dans un bain d'eau oxygénée à 3 0/0 neutralisée avec de l'ammoniaque. On peut imprégner la soie dans de l'eau oxygénée, tordre et exposer la fibre à 20 ou 30° centigrades dans un courant d'air. On recommence l'opération jusqu'au blanchiment voulu.

M. Kœchlin est arrivé à de meilleurs résultats sur la soie tussah en faisant bouillir 2 à 3 heures cette fibre avec magnésie calcinée, eau oxygénée et savon, plutôt qu'avec ammoniaque, eau oxygénée et savon. Des teinturiers en tussah se servent avec avantage d'un bain composé de : eau oxygénée à 3 volumes 100 litres, ammoniaque à 22° 4 litres ou carbonate d'ammoniaque 1k,200, soude caustique 600 grammes ou carbonate de potasse 600 grammes.

Ce blanchiment se fait à la température ordinaire par un contact de 24 à 36 heures. Ces procédés sont devenus industriels depuis que l'eau oxygénée à 12 volumes est à 60 centimes le litre

4° *Blanc sur tissu soie et coton.* Le teint en pièces ayant pris depuis peu une grande extension, on a souvent à teindre en blanc des tissus faits avec coton écru et soie écrue, pour y arriver on procède d'abord à la cuite qui se fait simplement comme pour la soie sur un bain de savon bouillant, puis on blanchit le coton et la soie. L'acide sulfureux employé d'abord donnait de mauvais résultats, le permanganate de potasse et l'acide sulfureux des résultats bien meilleurs mais encore imparfaits, enfin, l'eau oxygénée employée en bain alcalin et chaud a absolument résolu le problème. On prépare un bain rendu alcalin par la soude caustique, et titrant de 0,25 à 0,35 volumes d'oxygène on le chauffe à 80° centigrades et on manœuvre 2 heures le tissu dans ce liquide. On obtient un blanc comparable à celui obtenu en employant pour la confection du tissu des cotons blanchis au chlore. On consomme pour ce blanchiment 350 à 400 grammes d'eau oxygénée par kilogramme de tissu. En sortant de ce bain d'eau oxygénée, on lave et on azure sur un bain de savon puis on lave et avive.

5° *Blanc sur tissu laine et coton.* L'emploi de l'eau oxygénée est encore tout indiqué dans le blanchiment des tissus en laine et coton qui doivent être vendus en grand blanc, lainés ou non.

Le blanchiment des fibres avant le tissage ne donne pas de résultat satisfaisant, à cause des impuretés qui se fixent sur les fibres dans les opérations mécaniques. Le chlore employé sur le tissu peut blanchir le coton mais dénature la laine ; le bisulfite n'a sur le coton qu'une action insuffisante et inefficace. L'eau oxygénée employée avec ammoniaque est venue donner satisfaction. — M.

B. Procédé de Mather-Thompson. Depuis quelques années, un procédé désigné sous le nom de *Mather-Thompson* a fixé l'attention des industriels. Hâtons-nous de dire que ce nouveau mode de blanchiment repose sur des données chimiques connues bien antérieurement, mais aussi et surtout sur une disposition mécanique qui réalise un progrès. Au point de vue chimique, nous retrouvons les lessivages aux alcalis, les bains d'hypochlorites décolorants et les acidulages ou vitriolages. Donc rien de nouveau sous ce rapport. Sans doute M. Thompson en 1883 essayait de supprimer les lessives alcalines qu'il voulait remplacer au besoin par du cyanure de potassium, en faisant passer ensuite le tissu dans une solution de violet d'aniline et d'acide oxalique pour masquer la teinte jaune qui restait sur la fibre. Mais les résultats ne furent pas favorables et fournirent une preuve de plus du rôle indispensable des lessives alcalines pour obtenir un blanc parfait et ne jaunissant pas à l'air.

Sans doute en opérant d'après son premier brevet, M. Thompson soumettait les fibres en vase clos à l'action alternative du chlorure de chaux et de l'acide carbonique, ce qui était en apparence absolument neuf. Mais, dès avant 1855, MM. Firmin Didot frères prenaient un brevet pour un procédé qu'ils appliquaient avec succès pour le blanchiment de leur pâte à papier et qui se trouve expliqué très clairement dans une brochure : *Nouveau mode de blanchiment par l'adjonction du gaz acide carbonique.* Le mode de blanchiment alors pratiqué consistait dans l'emploi des hypochlorites en dissolution dans des vases ouverts et sous l'action de l'acide carbonique de l'air. Mais l'air ne contient que quatre dix millièmes d'acide carbonique, ce qui explique la lenteur de l'action

décolorante de l'hypochlorite. L'emploi d'un autre acide avait d'autres inconvénients. A l'acide carbonique de l'air, MM. Firmin-Didot avaient substitué l'acide carbonique formé par la combustion du charbon dans un foyer, et contenu dans la proportion de 7 0/0 dans les gaz de la cheminée. Leur procédé de blanchiment était en théorie cent-soixante-quinze fois plus rapide que l'ancien, et ils avaient généralisé la question au point de vue chimique et au point de vue industriel dans ce « nouveau mode de blanchiment résultant de l'action qu'exerce sur le chlorure de chaux ou tout autre chlorure décolorant, l'acide carbonique obtenu soit par les moyens mécaniques, soit artificiellement ».

L'indication de l'application aux étoffes est formellement mentionnée dans la même brochure, mais c'est M. Thompson qui, en 1883, a le premier tenté de faire le blanchiment des pièces par l'hypochlorite et l'acide carbonique; dans son procédé l'acide carbonique n'était plus produit par un foyer dans la proportion de 7 0/0, mais par la méthode ordinaire des laboratoires ou réaction de l'acide chlorhydrique sur le carbonate de chaux.

C'est en 1884 que M. Thompson s'associe avec M. W. Mather, constructeur de la maison Mather et Platt, de Salford. Aux appareils de M. Thompson opérant par des actions successives, Mather substitua un système à chlorer continu qui fut appliqué avec plein succès dans l'usine de Halliwell, exploitée par MM. Ainsworh et Cie à Bolton, près Manchester. M. Mather ne tarda pas à établir, dans la même usine, le vaporisage alcalin, dans des conditions nouvelles et très avantageuses, et en décembre 1885 le système complet Mather-Thompson fonctionnait. Il comprend donc deux parties : *a) Vaporisage alcalin.* Il a lieu dans des cuves cylindriques en fonte, de dimensions variables pour recevoir une ou plusieurs tonnes de pièces, qui sont introduites sur des vagons construits en treillis de fer galvanisé. Deux pompes rotatives disposées sur un des côtés de la cuve servent, l'une pour la circulation de vapeur pendant le vaporisage qui dure cinq heures, l'autre pour la circulation d'eau dans deux lavages qui durent une heure chacun après le vaporisage. Les pièces ont été passées à la soude caustique avant d'être disposées sur les vagons, et une dissolution de soude caustique à 2° Baumé venant d'un réservoir supérieur maintient l'action de la soude pendant la circulation de vapeur qui agit tout le temps de l'opération à demi-atmosphère. Durant les cinq heures de vaporisage, la saponification a été complète et on procède aux deux lavages méthodiques pour entraîner toutes les matières solubilisées. La circulation des lessives dans des appareils sous pression avec circulation de vapeur n'était pas une nouveauté, mais les dispositions mécaniques dans le système de cuves construites par la maison Mather et Platt réalisent un véritable progrès pour la grande industrie. *b) Chlorage.* Il a lieu d'une manière continue dans deux cuves de 1m,50 de haut, 1m,20 de large et mesurant l'une à la suite de l'autre une longueur totale d'environ 10 mètres. La première est divisée en six compartiments, la seconde en quatre.

Des rouleaux disposés comme dans les cuves à teinture font passer les pièces dans dix compartiments où elles sont soumises : 1° à un rinçage à l'eau chaude; 2° à un chlorage de 0,4 0/0 de chlore actif; 3° à l'action de l'acide carbonique dans un compartiment couvert qui ne laisse d'ouverture que pour le passage de la pièce; 4° à un lavage et rinçage à l'eau froide; 5° à une solution chaude de carbonate de soude à 0,1 0/0 du poids de l'eau; 6° à un lavage à l'eau froide et rinçage avec jets d'eau; 7° à un nouveau chlorage à 0,25 0/0 de chlore actif; 8° à une seconde action de l'acide carbonique; 9° à un rinçage à l'eau froide; 10° à un passage en acide chlorhydrique. Après ces traitements, les pièces sont lavées deux fois au clapot et enfin séchées.

Dans ce système, avec une cuve à vaporiser du modèle pour 2 à 3 tonnes, une partie de 4 à 6 tonnes peut en 18 ou 20 heures passer de l'écru au blanc. M. Heilmann et M. Lacombe qui ont vu fonctionner le système complet à Bolton, ont communiqué leurs appréciations l'un à la Société industrielle du Nord, l'autre à la Société industrielle de Rouen et ont constaté qu'il y avait un véritable progrès dans le blanchiment par ce système. M. Albert Scheurer, dans une communication à la Société industrielle de Mulhouse sur la saponification des corps gras, a donné sur la méthode Mather-Thompson une appréciation qui se résume dans les mêmes termes. D'après M. Heilmann, pour blanchir 1,000 kilogrammes de calicots il faudrait en drogues : 22 kilogrammes de soude caustique à 70 0/0, 13k,600 de chlorure de chaux, 100 kilogrammes d'acide chlorhydrique, 25 kilogrammes d'acide sulfurique, le tout évalué à 18 fr. 80 par 1,000 kilogrammes.

D'après MM. Cross et Bevan, dont M. Heilmann rapporte les estimations, si l'on met en comparaison le blanchiment Mather-Thompson et le système ordinaire, il y aurait une économie qui peut être évaluée à un quart pour les drogues, à un demi pour la vapeur, à un demi pour la main-d'œuvre, à deux tiers pour le temps, à quatre cinquièmes pour l'eau. Le blanc est très beau, sans taches, bien persistant, sans altération de la fibre. Il y a pourtant un revers à la médaille : ce sont les frais de premier établissement. — H. V.

C. Procédé a l'acide sulfureux pour la soie. Si nous prenons la soie telle qu'elle arrive de la filature, nous avons plusieurs cas à examiner.

1° *Blanc sur soie cuite.* On procède d'abord au dégommage et à la cuite, ces deux opérations ont pour but d'enlever à la soie la totalité du grès qu'elle contient. Le dégommage se fait en promenant la soie, placée sur des bâtons, au travers d'un bain de savon bouillant. En même temps que ces bâtons qui supportent les matteaux de soie sont promenés dans le bain, on retourne le matteau sur le bâton en faisant plonger dans le savon la partie qui était auparavant en dehors, opération qui s'appelle *liser*. En général, les soies passent sur plusieurs bains de savon, de façon à produire une sorte d'épuisement méthodique, ce

qui a l'avantage de terminer l'opération sur un bain de savon toujours propre. Cette opération du dégommage est plus ou moins rapide, suivant la nature de la soie et la concentration des bains de savon; on a toujours avantage à mener cette opération rapidement, car longtemps soutenue elle ne fait que fatiguer et affaiblir le fil de soie. On consomme environ pour cette opération 25 à 30 0/0 de savon du poids de la soie, les bains de savon doivent être faits avec de l'eau douce (on prépare une eau douce excellente pour cet emploi en précipitant les sels de chaux à l'aide de la soude caustique, qui peut être employée dans ce cas en léger excès); avec de l'eau douce on obtient en même temps qu'une économie de savon, des soies plus brillantes et plus craquantes, par le fait de l'absence dans les bains de savon de chaux plus ou moins absorbée par la soie. On procède ensuite à la cuite, on enfile les matteaux de soie sur une corde, puis cette corde étant nouée, on entoure la soie d'une toile en forme de poche et l'on immerge complètement le tout dans un bain de savon bouillant; on laisse cuire de trois quarts d'heure à une heure, puis on enlève. On constitue ces bains de savon avec 10 ou 15 0/0 de savon du poids de la soie. La soie perd dans ces opérations, dégommage et cuite, de 22 à 30 0/0 de son poids suivant les qualités. La cuite en poche lui enlève peu de poids, mais achève de la débarrasser de la petite quantité de grès qu'elle peut encore contenir. Ces opérations faites, la soie est soumise à l'action de l'acide sulfureux. Les soies, lavées au préalable, sont placées humides sur des bâtons qu'il est préférable de choisir en verre, les bâtons de bois ayant le désagrément de tacher quelquefois, puis ces bâtons sont disposés dans une chambre ordinairement doublée de plomb, mais qui peut être seulement cimentée. Une terrine en fonte contenant du soufre est placée à l'intérieur, on enflamme ce soufre et on ferme les portes de la chambre. Il est bon que ces chambres soient assez grandes, de façon à éviter une trop forte élévation de température, ce qui est très nuisible à la solidité de la soie. Le soufre enflammé s'éteint bientôt par suite du manque d'oxygène, on laisse l'action se prolonger pendant huit à dix heures, on ouvre alors les portes ou des soupapes *ad hoc*; l'acide sulfureux se dégage, et sans bouger les soies on enflamme à nouveau le soufre; la seconde opération étant terminée comme la première, on désoufre la soie en la lavant fortement à l'eau tiède, puis, si le blanchiment obtenu n'est pas partait on répète ces opérations jusqu'à blancheur suffisante. Le désoufrage fait, la soie est teinte sur un léger bain de savon tiède, on ajoute les matières colorantes nécessaires pour cacher le peu de jaune qui peut rester sur la soie, on emploie généralement l'harmaline et le violet alcalin, les soies sont ensuite lavées et avivées. On arrive au même résultat en donnant cet azurage avant le soufrage, ce qui s'appelle *donner un fond,* auquel cas la soie est portée directement de ce bain d'azurage au soufroir; il ne reste plus sur l'avivage final qu'à terminer la nuance par une très légère addition de colorant.

2° *Blanc sur soie crue ou souple.* On dégraisse d'abord la soie sur un bain de savon tiède, puis, si on a affaire à des soies à grès blancs, on donne un fond de violet et on porte au soufroir, il ne reste plus, l'action de l'acide sulfureux ayant été poussée aussi loin qu'il est utile, qu'à laver et aviver dans le cas des soies devant rester crues. Les soies souples à grès blancs sont, après dégraissage, passées sur un bain bouillant contenant un peu de crème de tartre et souvent même une solution d'acide sulfureux obtenue en plaçant des vases pleins d'eau dans les chambres à soufre. On peut même faire subir aux soies, avant l'action de ce bain d'assouplissage, un ou deux soufrages, ce qui rend l'assouplissage plus facile.

Les soies sont lisées sur ce bain bouillant pendant une demi-heure-trois quarts d'heure jusqu'à ce que le brin soit bien ouvert et que la soie ait perdu son toucher dur, cette opération est assez difficile à conduire et surtout à arrêter à bien.

Sur ce bain d'assouplissage les soies perdent de 6 à 10 0/0 de leur poids. Après cette opération, elles reçoivent un fond de violet sur un léger bain de savon, puis on porte humide au soufroir et on termine comme pour les soies cuites.

Dans le cas où on opère sur des soies à grès jaune, on procède après le dégraissage à une décoloration du grès, qui s'est faite d'abord à l'aide d'une eau régale faible, puis ensuite avec ce que l'on désigne sous le nom d'*acide azotosulfurique*, produit qui n'est autre que le sulfate de nitrosyle plus ou moins dilué par un excès d'acide sulfurique. On obtient industriellement ce produit en faisant absorber des vapeurs nitreuses à de l'acide sulfurique à 66° Baumé. Une petite quantité de ce liquide est mise dans un bain contenant déjà de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique; les soies sont lisées à froid sur ce bain, on voit le grès sous l'influence de l'acide nitreux devenir vert puis se décolorer. Cette opération doit être faite vivement et dans un bain assez dilué, sans quoi la soie risque de jaunir à nouveau par le fait de l'action plus prolongée de l'acide nitreux. On lave soigneusement après ce blanchiment, on porte au soufroir, on azure, on avive et on sèche si la soie doit rester crue, on assouplit, on donne un fond de violet sur un bain de savon, on porte au soufroir, on lave et on avive dans le cas d'un souple.

L'eau oxygénée essayée pour le blanchiment des soies n'a pas donné des résultats supérieurs à ceux obtenus avec l'acide sulfureux; cependant, on blanchit à l'eau oxygénée les soies destinées à être recouvertes de fils d'or ou d'argent, car dans le blanchiment à l'acide sulfureux, il se fixe toujours sur la soie un peu de soufre provenant d'une légère volatilisation du soufre placé dans les terrines des chambres, il se forme alors rapidement une altération du métal qui noircit. On a également soin de ne pas aviver ces soies pour dorure à l'acide sulfurique, sans quoi le même phénomène se produit quoique beaucoup plus lentement et en donnant au fil métallique une teinte verdâtre. On a indiqué pour la décoloration des soies écrues, souples ou cuites, l'alcool acidulé. Ce dissolvant enlève, en effet, très nettement la

matière colorante jaune qui se trouve en presque totalité dans le grès, mais qui reste en petite quantité sur la soie après le dégommage et la cuite. Ce moyen a été jusqu'à présent impraticable à cause de son prix de revient élevé. — M.

• **BLANCHIMENT DES HUILES VÉGÉTALES.** On a souvent cherché à blanchir les huiles végétales, mais aucun procédé n'a jamais été appliqué d'une façon bien courante ni pratique, à l'exception toutefois de ceux d'épuration.

L'action prolongée de la lumière blanchit les huiles; cette action s'accentue et devient plus rapide, dans le cas où le soleil agit directement sur une quantité d'huile relativement peu épaisse.

Le chauffage de l'huile au moyen de tuyaux dans lesquels on fait circuler de la vapeur à 100° pendant son exposition à la lumière, facilite son blanchiment.

Pour arriver à un blanchiment un peu rapide, il faut de toute nécessité avoir recours à des procédés chimiques.

En filtrant de l'huile végétale, à travers une couche de noir animal en petits grains, on obtient une huile blanche et incolore ; mais le filtre s'use très vite, les grains de noir s'entourent d'une couche gommeuse qui empêche leur action.

D'après Brunner, on peut, pour blanchir les huiles, les émulsionner avec de l'eau gommeuse à laquelle on ajoute 2 0/0 de charbon de bois pulvérisé pour 1 0/0 d'huile. On obtient ainsi après mélange une pâte que l'on sèche à 100°; puis on la reprend par un dissolvant convenable et après filtrage et évaporation, il reste une huile complètement décolorée.

L'huile de palme se blanchit au moyen du chlore gazeux.

En Angleterre, on blanchit certaines huiles, telles que l'huile de coton et l'huile de palme, en les chauffant avec un mélange d'acide azotique et de chlorate de potasse. Sous l'influence de ces corps oxydants, les huiles se décolorent facilement mais il ne faut pas employer un trop grand excès de chlorate ni d'acide, car les huiles retiendraient alors en combinaison, du chlore ou des produits azoteux qui nuiraient à lenr emploi. En général, 1 à 2 0/0 d'acide azotique et de chlorate suffisent à l'opération, que l'on termine toujours par des lavages à l'eau.

Un autre procédé de blanchiment des huiles végétales, consiste à les traiter par un mélange de bichromate de potasse et d'acide chlorhydrique. On brasse énergiquement, jusqu'à ce que la masse ait pris une teinte verdâtre, puis on lave à l'eau chaude. Après repos, on filtre et on obtient une belle huile très blanche et très limpide.

L'épuration des huiles végétales au moyen de l'acide sulfurique produit une décoloration partielle, qui s'accentue avec l'augmentation de la proportion d'acide employée. — G.

• **BLANCHIMENT ÉLECTRIQUE.** Depuis que l'électricité est réellement entrée dans le domaine de la pratique, on a entrevu la possibilité de faire de très nombreuses applications électro-chimiques à l'industrie. En tant que blanchiment, de fréquents essais ont été tentés dans cette voie, et nous les avons toujours suivis avec la plus grande assiduité. Jusqu'ici, à notre connaissance, le système Hermite est le seul procédé de blanchiment électro-chimique des matières végétales qui, par ses applications, ait obtenu la consécration de la pratique.

Les renseignements que nous avons recueillis personnellement auprès d'industriels français employant exclusivement ce procédé, nous permettent d'exposer l'état exact de la question.

Les études dont le procédé Hermite a été l'objet depuis 1882, ont été l'affirmation et l'application de principes nouveaux et de lois nouvelles, de ce domaine alors si peu connu « l'électrochimie. » Quelques-uns de ces principes confirmant entièrement les réactions qui se produisent dans les opérations de ce procédé; nous croyons nécessaire avant d'aborder la description industrielle, d'expliquer le plus brièvement possible les principes sur lesquels il repose.

La base fondamentale du procédé Hermite est la décomposition d'un chlorure alcalin ou alcalino-terreux, par le passage du courant électrique, entre des électrodes plongées dans la solution aqueuse d'un de ces sels et dans des conditions particulières.

Les électrodes positives sont en toile de platine et les négatives en zinc.

M. Hermite, après avoir étudié les réactions secondaires qui prennent naissance dans l'électrolyse des chlorures avec des courants d'énergies différentes, a répété ces études sur tous les chlorures alcalins et alcalino-terreux. Il a constaté que le chlorure de magnésium qui, à l'état commercial est presque pur, est de tous les chlorures celui qui donne à l'électrolyse les résultats les plus économiques et les plus parfaits. En effet, de tous les chlorures alcalins et alcalino-terreux (exception faite du chlorure d'ammonium), c'est celui dont la chaleur de combinaison est la moins élevée. Le travail nécessaire pour la décomposition d'un sel, étant au moins égal à celui produit par la chaleur dégagée dans la combinaison des corps qui le constituent, il s'en suit qu'il est le chlorure nécessitant à l'électrolyse le minimum de travail.

D'autre part, sa base est neutre et sans aucune action sur la fibre. Sous l'action décomposante du courant, il se prête mieux que les autres chlorures à la formation de composés oxygénés du chlore, éminemment instables et nécessaires pour le blanchiment.

Ce sont ces raisons qui l'ont fait adopter par l'inventeur, de préférence à tous les autres chlorures alcalins ou alcalino-terreux.

L'ensemble des opérations du procédé Hermite constitue un cycle complet de réactions, qui se reproduit aussi longtemps que le courant électrique agit sur la solution en présence de la matière colorante. — G.

L'expérience suivante en décrit l'enchaînement : lorsqu'on soumet une solution de chlorure de magnésium à l'action décomposante d'un courant et que ce courant est d'une force électro-mo-

trice supérieure à celle nécessaire à la décomposition du sel, l'eau et le sel sont décomposés simultanément.

Le chlore provenant du chlorure de magnésium et l'oxygène provenant de l'eau se réunissent au pôle positif et forment un *composé oxygéné du chlore, instable.* Le magnésium et l'hydrogène vont au pôle négatif, le métal décompose l'eau, absorbant l'oxygène pour former de la magnésie, tandis que l'hydrogène est libéré.

Si l'on introduit dans la liqueur ainsi produite des fibres végétales colorées, le composé oxygéné se dédouble, l'oxygène se combine avec la matière colorante, qu'il oxyde pour donner naissance à de l'acide carbonique; le chlore absorbe de l'hydrogène sur la matière colorante pour former de l'acide chlorhydrique, lequel se trouvant en présence de la magnésie dans le liquide se combine avec elle, pour *reconstituer le chlorure de magnésium primitif.* C'est donc, comme nous l'avons dit précédemment, un cycle complet de réactions, qui se reproduit aussi longtemps que le courant agit sur la solution, en *présence de la matière colorante.* Ce cycle qui est parfait, se compose de quatre éléments : le courant électrique, le chlorure de magnésium, l'eau et la matière colorante.

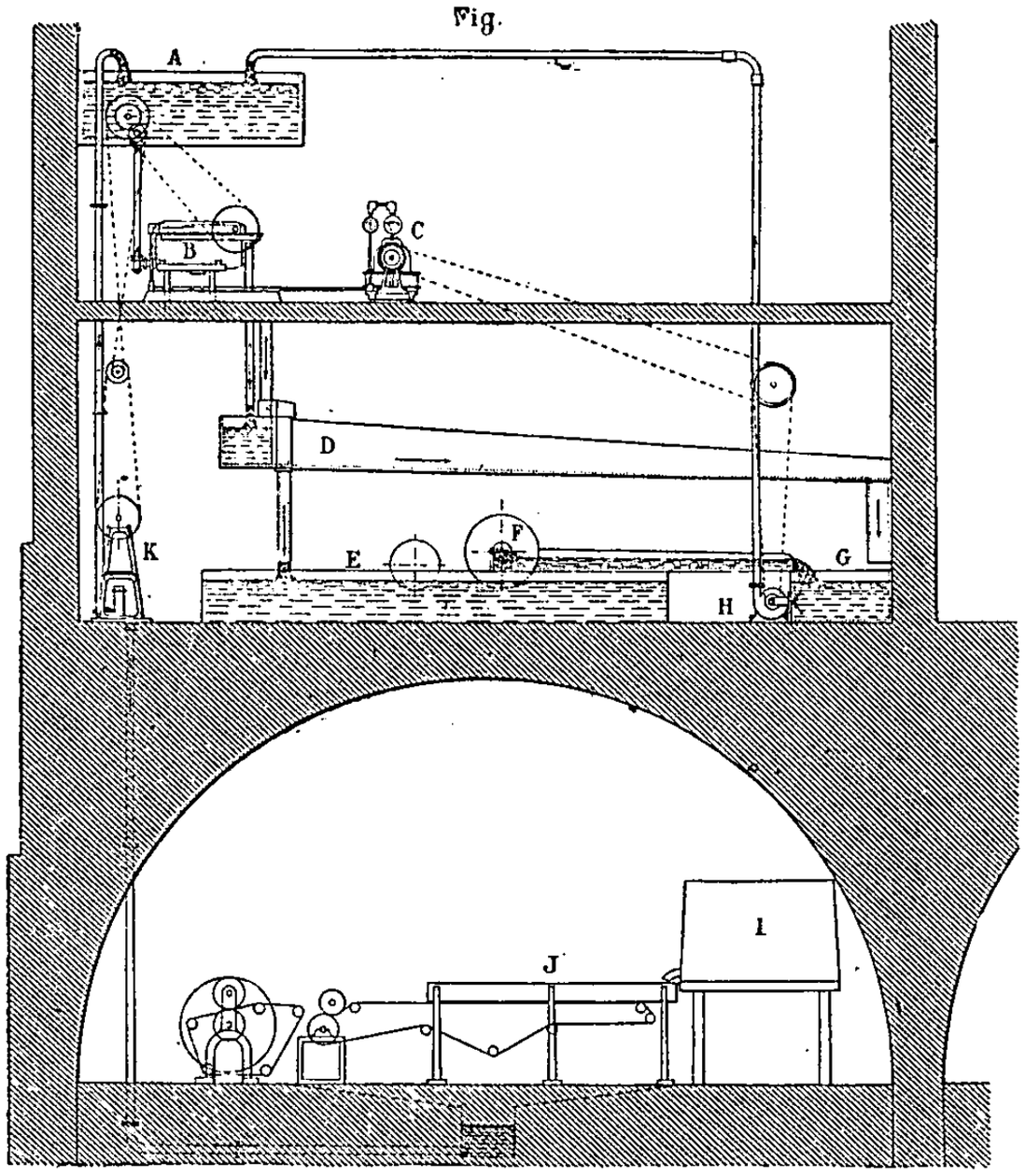


Fig. 212.

Deux de ces éléments seulement servent à détruire la matière colorante, le *courant électrique,* ou, ce qui est la même chose, la *force motrice* nécessaire pour le produire, et l'*eau.* Ainsi le chlorure de magnésium sert indéfiniment. Il n'y a, par le fait, dans ces différentes réactions qu'un simple déplacement de molécules, et le chlore agit comme véhicule pour transporter l'oxygène naissant sur la matière colorante.

Il est établi, en outre, que la liqueur obtenue par cette électrolyse a un pouvoir décolorant beaucoup plus énergique que celui de l'hypochlorite de chaux.

Ce fait est facilement démontré par l'expérience suivante, et a du reste été contrôlé, ainsi que les résultats économiques du procédé, par des chimistes experts parmi lesquels nous relevons les noms de notre excellent collaborateur, M. Ledeboer, et de MM. Dirvell, Cross et Bevan, Raoul Pictet, Lacombe, Heilmann, etc., etc.

Si l'on prend deux volumes égaux, l'un d'une dissolution de chlorure de magnésium nouvellement électrolysée, l'autre d'hypochlorite de chaux et que ces deux dissolutions soient titrées par l'acide arsénieux et amenées au même titre; si l'on ajoute dans chaque solution le même poids de fibres végétales colorées, on constate : que le blanchiment s'opère plus rapidement dans la solution électrolysée que dans celle de chlorure de chaux; et ce qui est plus remarquable encore c'est que, lorsque les deux échantillons sont arrivés au même degré de blancheur, la solution électrolysée a seulement perdu en oxygène la moitié environ de ce qu'a perdu le chlorure de chaux. Ainsi pour obtenir le même travail, le nouveau procédé a nécessité la moitié moins d'oxygène. Les chimistes que nous avons cités précédemment, ont répété cette expérience avec toutes sortes de fibres végétales et en ont reconnu, non seulement l'exactitude, mais ils ont encore constaté qu'avec ce procédé les fibres subissent moins de perte de poids et moins de détérioration qu'avec le procédé ordinaire. Ils ont reconnu aussi, que certaines matières, comme le jute par exemple, qu'on ne peut pas blanchir avantageusement par le chlorure de chaux, sont très bien blanchies par la solution électrolysée de chlorure de magnésium et sans aucune altération de la fibre.

La régénération complète du chlorure de magnésium dans le blanchiment ayant été constatée, la seule perte de ce sel pendant le cours des opérations est celle due à la manutention et celle due à l'absorption du liquide par les matières à blanchir.

Afin de réduire cette perte au minimum dans l'application industrielle de son procédé, l'inventeur a adopté une solution contenant 0,5 0/0 de chlorure de magnésium et 5 0/0 de chlorure de sodium. Ce dernier sel, ayant une chaleur de combinaison plus élevée que le chlorure de magnésium, n'est pas décomposé par le courant, tant qu'il y a du chlorure de magnésium dans la solution. Ce sel se régénérant constamment, il s'en suit que la présence du chlorure de sodium est exclusivement destinée à augmenter la conductibilité du liquide. L'emploi de ce chlorure laisse donc toute la part active au chlorure de magnésium, mais réduit la valeur du liquide forcément perdu, par suite de l'absorption des matières à blanchir, puisque son prix est moindre.

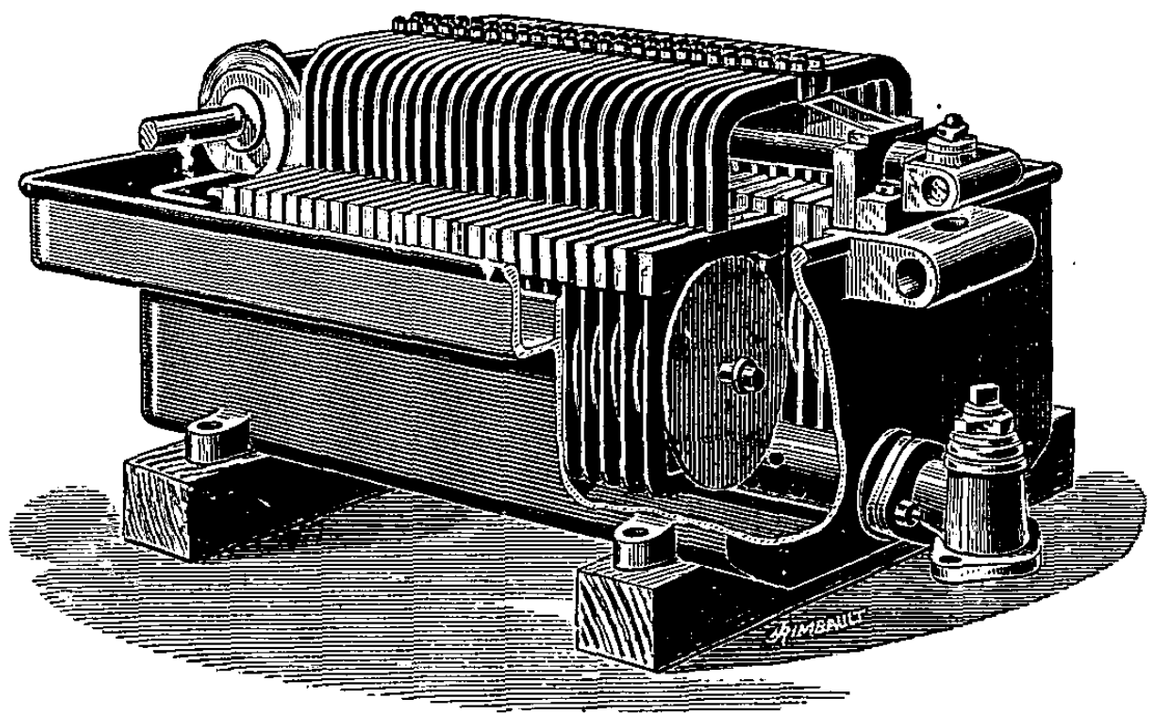


Fig. 213.

D'autre part, dans l'application industrielle de son procédé, pour conserver la liqueur à électroliser constamment neutre, l'inventeur ajoute de la magnésie suivant les besoins.

Ce procédé est applicable à toutes les industries où le blanchiment s'effectue sur des matières végétales soit textiles, soit pour les pâtes à papier. On constate actuellement de nombreuses applications en Angleterre, en Autriche, en Allemagne et en Amérique.

Les fabriques de papier de MM. Darblay père et fils, à Essonnes, et celles de Wörgl, dans le Tyrol, blanchissent leurs pâtes exclusivement avec ce procédé depuis deux ans. MM. Ch. de Montgolfier et C^ie^, à la Haye-Descartes, MM. Lacroix fils et C^ie^, à Mazères-sur-Salat, et MM. Corbin et C^ie^ ont aussi adopté le système Hermite.

C'est, du reste, à l'obligeance de M. Charles de Montgolfier dont l'installation fonctionne depuis dix-huit mois, que nous devons les renseignements industriels qui suivent.

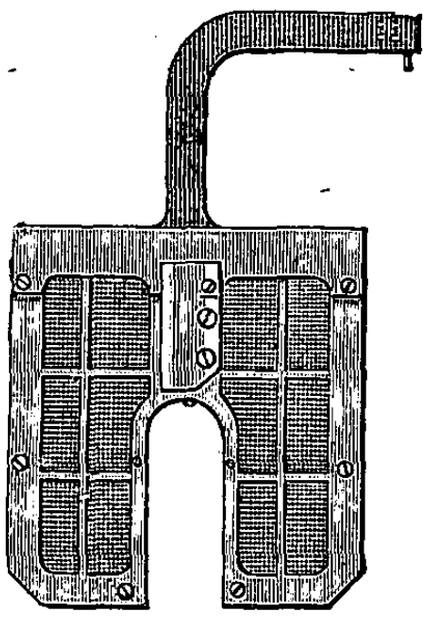
Nous avons donné précédemment l'explication théorique du procédé, il nous reste à décrire la marche des opérations qui sont faites pour réaliser industriellement le cycle parfait que nous avons démontré, et les appareils qui ont été créés spécialement pour son application.

La figure 212 représente en coupe une partie de l'installation exécutée dans la papeterie de MM. Charles de Montgolfier et C^ie^.

La dissolution de chlorure de magnésium et de chlorure de sodium, à la densité voulue et contenant une petite quantité de magnésie libre, se trouve dans la cuve A. La magnésie est préparée de la manière suivante : Dans une cuve verticale (qui n'est pas représentée sur cette figure), et à moitié pleine d'une solution de chlorure de magnésium, on ajoute une quantité suffisante de lait de chaux ; la chaux déplace la magnésie qui est précipitée à l'état gélatineux, tandis que le chlorure de calcium formé reste en dissolution. On laisse bien déposer la magnésie, et on enlève la dissolution de chlorure de calcium au moyen d'un siphon; cette dissolution est perdue. On lave la magnésie deux ou trois fois avec de l'eau pure et elle est alors prête pour l'usage.

Le lait de chaux qui sert pour cette opération est préparé dans une cuve spéciale munie d'un tambour-laveur à toile très fine. Ce tambour enlève le lait de chaux en laissant dans la cuve le sable et toutes les impuretés.

Cependant M. Hermite, ayant constaté que dans le blanchiment de matières très délicates, le peu de chaux qui reste mêlé à la magnésie malgré les lavages, nuit à leur solidité, il conseille de précipiter dans ce cas la magnésie par de la soude, la différence de prix est largement compensée par le résultat final.


Fig. 214.

De la cuve A la liqueur passe dans les cuves d'électrolyse B que l'inventeur a appelées *électrolyseurs* et dont nous donnerons la description plus loin.

Durant son passage dans l'électrolyseur la solution est soumise à l'action du courant produit par la dynamo C ; puis elle se rend par le conduit D dans la pile blanchisseuse E pour agir sur la pâte à blanchir.

Le tambour F enlève la liqueur au-dessus de la pâte et l'envoie dans une cuve G d'où la pompe centrifuge H la remonte dans la cuve A.

Quand la pâte est arrivée à un certain degré de blancheur, on la descend dans la cuve I, où elle passe de là dans le presse-pâte J ; le liquide qui s'écoule de la pâte pendant son passage dans le presse-pâte tombe dans une cuve générale d'où la pompe K le remonte dans la cuve A.

On obtient donc dans les différentes phases du

procédé une circulation continuelle et on maintient sensiblement constant le titre blanchissant de la liqueur.

Ce résultat et l'absence absolue de la chaux, sont les causes qui font conserver toute leur solidité aux matières blanchies par ce procédé, contrairement au procédé ordinaire.

La figure 213 représente le type d'électrolyseur employé ordinairement. Cet appareil consiste en une cuve en fonte galvanisée, ayant à la partie inférieure un tube perforé d'une quantité de trous et muni d'un robinet en zinc. C'est par ce tube que la dissolution entre dans l'électrolyseur, le haut de la boîte en fonte galvanisée est muni d'un rebord formant canal, le liquide déborde dans ce canal et s'en va par un tuyau que l'on ne voit pas dans le dessin. On obtient ainsi une circulation continuelle.

Les électrodes négatives sont formées par un

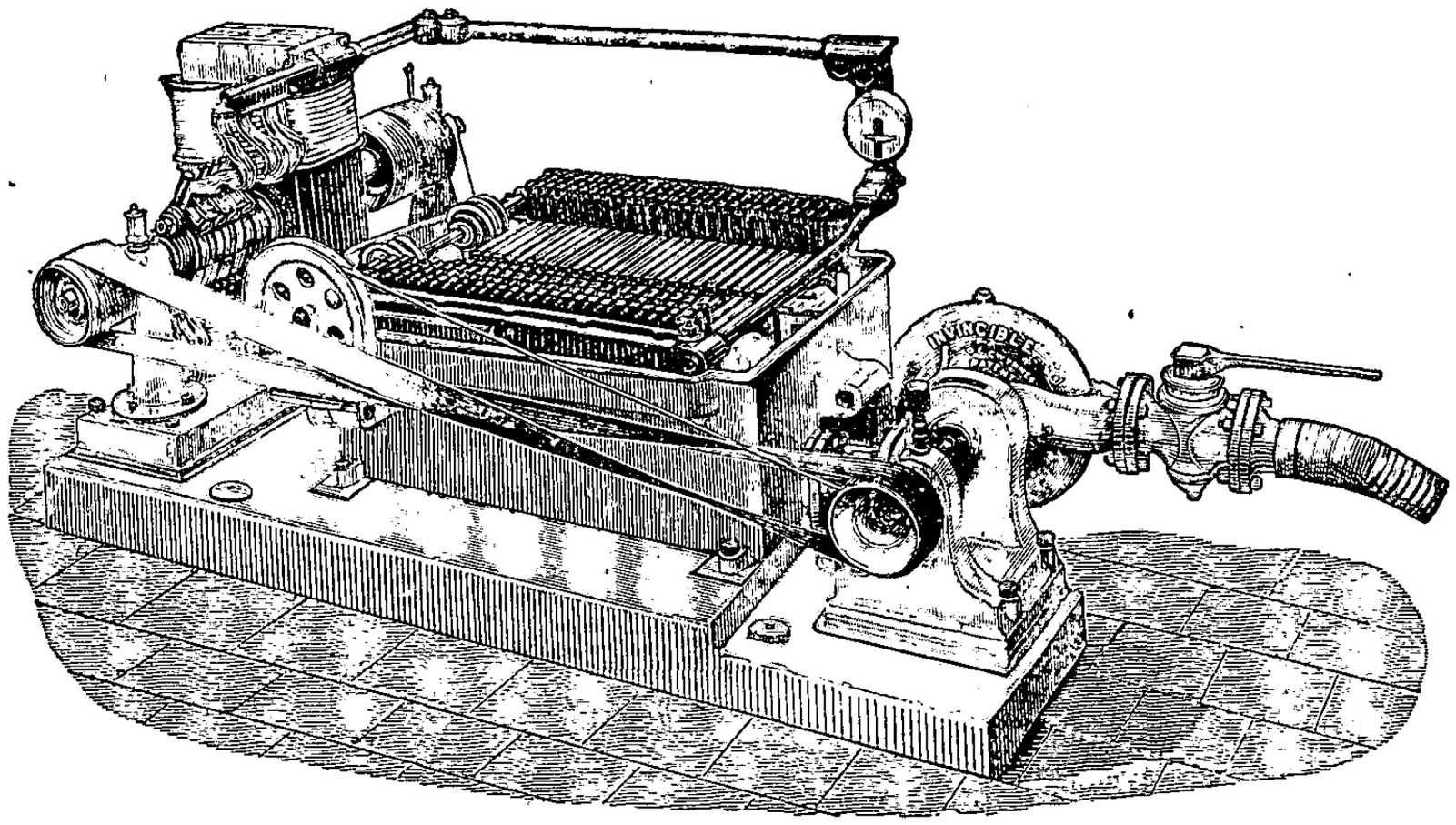


Fig. 215.

trodes de platine d'où il passe en traversant le liquide, aux disques de zinc, formant les électrodes négatives et communiquant par la boîte en fonte avec le pôle négatif de la dynamo.

Afin de maintenir des électrodes négatives parfaitement propres, des couteaux flexibles en ébonite sont placés sur les plaques positives. Ces couteaux pressent contre les disques en zinc, et comme ces disques tournent lentement, tout dépôt se trouve détaché.

A la partie inférieure de la boîte en fonte se trouve une porte que l'on peut ouvrir pour le nettoyage; un robinet permet de vider l'appareil quand c'est nécessaire.

Quand on emploie plusieurs électrolyseurs, on les monte en tension, c'est-à-dire que l'on fait communiquer le pôle positif du premier avec le pôle négatif du second et ainsi de suite.

On fait généralement passer dans les électrolyseurs un courant électrique de 1,000 à 1,200 ampères.

certain nombre de disques en zinc et montés sur deux arbres qui tournent lentement. Entre chaque paire de disques en zinc, sont placées les électrodes positives (fig. 214), dont la surface active est constituée par de la toile de platine maintenue par un cadre en ébonite, qui donne la raideur nécessaire. La partie supérieure des toiles de platine est soudée à une pièce de plomb et parfaitement isolée.

Chaque cadre ou électrode positive communique par la pièce de plomb à une barre de cuivre qui traverse l'électrolyseur sur sa longueur, le contact est fait au moyen d'un écrou, et chaque électrode peut être enlevée en marche sans gêner le bon fonctionnement de l'appareil.

Cette barre de cuivre à laquelle sont fixées les électrodes positives est en communication avec le pôle positif de la dynamo.

Le courant est distribué dans toutes les élec-

Chaque électrolyseur produit en 24 heures de travail un pouvoir blanchissant égal à environ 125 kilogrammes de chlorure de chaux anglais à 33 0/0 de chlore, et absorbe environ 8 1/2 chevaux-vapeur.

Des instruments de mesures robustes et simples, placés dans le circuit, permettent à chaque instant de se rendre compte de la bonne marche et de la force absorbée.

Les électrolyseurs ne demandent aucun entretien spécial; environ tous les mois on ouvre la porte du fond et on lave l'appareil avec de l'eau, au moyen d'un tuyau en caoutchouc et cela sans rien démonter; l'usure des électrodes est pour ainsi dire nulle.

La solution, étant constamment maintenue neutre, n'a aucune action sur les électrodes négatives, pas plus que la magnésie qui s'y forme.

Les conducteurs qui relient les électrolyseurs et amènent le courant de la dynamo sont des barres de cuivre pur du commerce; la section de ces

barres varie suivant la distance de la dynamo des électrolyseurs, distance qu'on réduit toujours le plus possible.

Les dynamos qui sont employées sont des machines Phœnix construites spécialement pour cet usage, par MM. Paterson et Cooper, et sont faites de différentes puissances.

Les types établis sont pour alimenter un, deux, quatre, six, huit ou dix électrolyseurs.

Pour les installations de faible importance, l'inventeur et les constructeurs ont combiné un appareil comprenant sur le même socle la dynamo, un électrolyseur, une pompe centrifuge et l'instrument de mesure, en un mot l'installation complète et très pratique que représente la figure 215.

Pour compléter la description de ce procédé, nous ne croyons pouvoir mieux faire que de donner l'appréciation des grands industriels que nous avons cités plus haut et chez lesquels l'installation fonctionne depuis dix-huit mois. Cette appréciation peut se résumer de la façon suivante :

1° Le procédé Hermite donne au blanchisseur la faculté de produire immédiatement et sans difficulté son agent décolorant au titre qui lui convient ; pouvant faire varier ce titre ou le maintenir constant à sa volonté pendant l'opération.

2° L'agent décolorant obtenu est pur, ne laisse aucun résidu et ne contient pas de chaux qui attaque toujours la fibre.

3° Il possède un pouvoir décolorant de beaucoup supérieur à celui de chlorure de chaux.

4° Son action sur la matière colorante est beaucoup plus rapide et régulière, et son action sur la fibre est beaucoup moins dangereuse.

5° Les dérangements des appareils, les interruptions dans le travail ou les réparations ont été nulles jusqu'à ce jour.

6° Son prix de revient est parfaitement régulier et l'économie qui résulte de son emploi est considérable.

Cette économie est évaluée à 50 0/0 de la consommation annuelle d'hypochlorite de chaux et elle est confirmée par les indications de M. Ch. de Montgolfier.

M. Hermite vient de faire de nouvelles applications du principe et des appareils de ce procédé, pour la décomposition des eaux d'égouts, des vidanges, des eaux industrielles, etc. — V. DÉSINFECTION.

On parle actuellement d'un procédé électrique de blanchiment dû à M. Stépanoff. La description très sommaire que nous avons eue des opérations de ce procédé, nous montre qu'il est très sensiblement le même que le procédé que nous venons de décrire. M. Stépanoff, au lieu d'employer le chlorure de magnésium, se servirait uniquement de chlorure de sodium.

M. Stépanoff, ne pouvant se servir dans la décomposition du chlorure de sodium, d'électrodes négatives en zinc, celles-ci étant dissoutes par la soude, est obligé d'employer des électrodes en plomb pour réduire cet inconvénient.

Aucune application industrielle de ce procédé n'ayant été signalée et sa description exacte et détaillée ne nous étant pas encore connue, nous ne pouvons que nous borner à l'indiquer. — H.

BLANCHISSAGE. Cette industrie, dont le développement suit naturellement les besoins croissants de confort et d'hygiène qui caractérisent notre époque, n'a guère fait de progrès intéressants à signaler depuis que nous l'avons traitée dans le premier volume de ce *Dictionnaire*. Quelques grandes installations cependant ont été exécutées, et parmi elles, nous citerons la blanchisserie des hospices civils de Lyon.

L'Exposition ne nous a pas présenté de nouveautés d'un grand intérêt. Le blanchissage domestique était représenté par des lessiveuses qui effectuent le coulage et le rinçage du linge et aussi par divers produits chimiques destinés à rendre plus facile et plus parfaite l'opération du lessivage. Les compositions de ce genre sont généralement basées sur l'emploi de sels de soude à un degré de causticité qui exige une certaine prudence pour ne pas dépasser les doses convenables, sous peine d'exposer le linge à une altération plus ou moins grave.

Nous avons à constater toutefois quelques perfectionnements assez importants dans les appareils à repasser. Nous citerons d'abord le fer Sarriot, à chauffage intérieur par le gaz, et la *repasseuse-lisseuse* du même inventeur, dans laquelle le fer est suspendu et manœuvré à la main, pendant que l'ouvrière exerce, au moyen d'une pédale, une pression qu'elle peut graduer à volonté selon le genre de tissu qu'elle repasse et le degré de glaçage qu'elle a besoin d'obtenir.

La machine à repasser dont il est question au *Dictionnaire* (t. I, p. 737) a été notablement perfectionnée par M. H. Chasles, dont la machine, qu'il a nommée *hydrovore*, a sur le premier type Decoudun (fig. 454 du *Dictionnaire*) l'avantage de sécher et de repasser simultanément le linge, c'est-à-dire, qu'au lieu de le faire passer préalablement dans un séchoir, on le prend au sortir même de l'essoreuse, et on le soumet immédiatement, humide encore, à l'action de l'appareil d'où il sort séché et repassé en une seule opération.

Le principe de cet appareil est indiqué par la figure 216. Le linge figuré par la ligne pointillée, entre en E et sort en S après avoir passé entre le fer qui est fixe et le rouleau R entouré d'un molleton et d'un calicot, imitant la garniture ordinaire d'une table à repasser. Ce rouleau est emboité dans la partie concave et polie d'une sorte de cuvette demi-cylindrique en fonte, qui se compose de trois parties V, B, V; la surface interne polie joue, par conséquent, le

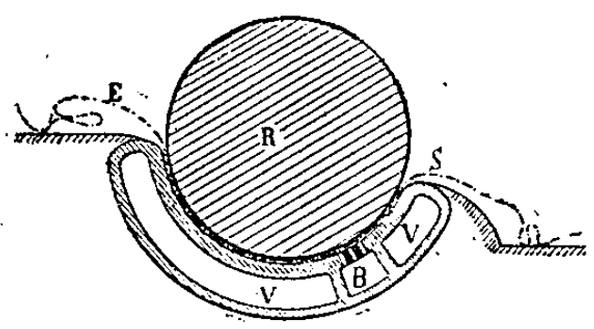


Fig. 216.

rôle de fer à repasser; le rouleau R exerce sur le linge une pression que l'on gradue à volonté et qui produit le repassage. Les chambres V, V, sont chauffées à la vapeur, ou au gaz ; B est une chambre où s'exerce une puissante aspiration qui attire la buée dégagée par le chauffage de la première portion V, et qui, par un grand nombre de trous percés en quinconce sur toute la longueur de l'appareil, au contact du linge, enlève durant son passage cette buée et produit un séchage complet de la pièce qui finit ensuite de se lisser dans le parcours de la seconde portion V. L'aspiration de la buée est effectuée au moyen d'un injecteur à vapeur ou, mieux encore, au moyen d'une petite pompe aspirante placée sur le côté du bâti de la machine. Cette disposition supprime, par conséquent, la main-d'œuvre nécessaire pour le séchage ordinaire et pour les préparatifs du repassage (mise au séchoir, détendage, humectage, détirage, etc.), et, en outre de cette économie de temps, elle a l'avantage d'effectuer le repassage dans de meilleures conditions, le linge se trouvant à sa sortie de l'essoreuse uniformément mouillé et beaucoup mieux préparé qu'on ne peut le faire avec l'humectage à la main tel qu'il se pratique habituellement.

Cette machine à repasser, s'appliquant à toute espèce de linge plat, serviettes, nappes, rideaux, etc., se fait en neuf largeurs, variant de $1^{m},10$ à $2^{m},80$, pouvant repasser, par exemple, de 270 à 1,000 serviettes par heure.

MM. Piet et C^{ie} avaient aussi exposé au Champ-de-Mars une machine à sécher et repasser le linge qui présente des avantages et des dispositions analogues à celle que nous venons de décrire. Elle se compose aussi d'un rouleau mobile entraînant le linge et le pressant, avec plus ou moins de force, contre une surface concave faisant fonction de fer à repasser. Mais la position de ce fer est différente ; il se trouve placé sur le côté et presque en dessus du rouleau, de façon que la buée s'élève directement dans un compartiment où elle subit aussi une aspiration qui l'enlève au fur et à mesure de son dégagement. Ces machines à repasser permettent de faire mieux, et beaucoup plus vite qu'à la main, des quantités considérables de travail — G. J.

* **BLANZY** (Mines de). Aujourd'hui, les mines occupent 5,182 ouvriers, extrayant annuellement 900,000 tonnes de charbon.

Au milieu de la concession s'élève le village de Montceau-les-Mines, commune depuis 1856, chef-lieu de canton depuis 1874. L'agglomération de population est d'environ 25,000 habitants, établis là pour les seuls besoins de la Compagnie minière, car le pays est peu riche, peu fertile, et il faut aller à 60 kilomètres pour trouver un centre un peu important, Châlons ou Autun. Il faut noter ici que, pendant bien des années, c'est la Compagnie elle-même qui a pourvu à tous les besoins, et ils étaient nombreux ! de la nouvelle commune ; elle a en outre fait construire à ses frais l'église, l'hôpital, la caserne de gendarmerie, et contribué pour la presque totalité à l'érection d'un hôtel de ville.

Mais ce qui nous intéresse plus particulièrement à Blanzy, c'est l'organisation de ses institutions ouvrières, qui peut être donnée en exemple, tant par son étendue que par son ancienneté relative.

Mutualité. La sollicitude patronale s'est tout d'abord manifestée, dès 1834, par la création d'une caisse de secours et de prévoyance, destinée à l'entretien des écoles et à venir en aide aux malades. Pour l'époque, cette fondation était tout ce qu'on savait faire de mieux. Dans le cas actuel, comme l'a très bien démontré M. Marmottan, les caisses de secours, alimentées par les retenues sur les salaires ouvriers et par les subventions des patrons, sont en réalité formées exclusivement des fonds patronaux, parce que les ouvriers considèrent cette retenue obligatoire comme une diminution de salaires. Néanmoins, à Montceau on l'a maintenue, mais avec quelques dispositions restrictives, notamment en ce qui concerne le partage des fonds sociaux, mesure de prudence conseillée par l'expérience de plusieurs grèves, notamment celle du Creusot en 1870.

Soins médicaux. Un des principaux avantages offerts aux ouvriers par la Société, consiste dans les secours médicaux, consultations, visites à domicile, assistance hospitalière, médicaments. Trois médecins sont attachés à ce service ; en outre, des sœurs gardes-malades sont envoyées aux ouvriers soignés à domicile, système bien préférable à l'assistance hospitalière, et que la Compagnie encourage de toutes ses forces.

Pourtant, si l'ouvrier le désire, ou si la nature des soins qu'il doit recevoir le nécessite, il est soigné à l'hôpital, belle construction pouvant recevoir soixante malades, avec chapelle et jardins en terrasse ; le service est fait par des sœurs de Saint-Vincent-de-Paul, qui ne reçoivent aucun salaire ; elles sont également chargées de la pharmacie.

Retraites. Il ne suffit pas de s'occuper des besoins actuels, il faut songer à l'avenir. Cette idée de prévoyance est venue plus tard à nos économistes. Aussi n'est-ce qu'en 1854 que nous trouvons une création analogue à Montceau. Cette fois, la Compagnie a pris la fondation de la caisse des retraites à sa charge, assurant dès le début des pensions de 180 à 240 francs pour les célibataires, de 240 à 300 francs pour les ouvriers mariés, la moitié de cette pension reversible sur la tête de la femme. Il fallait d'abord trente-cinq ans de travail dans les fosses pour avoir droit à la pension. Depuis, la Compagnie a abaissé ce temps de services à trente années, et l'âge à cinquante-cinq ans ; les ouvriers du fond comme du jour peuvent, en cas d'infirmités, obtenir des retraites proportionnelles à vingt années de travail et quarante-cinq ans d'âge. La retraite croît de 55 à 60 ans, elle peut atteindre le maximum de 900 francs pour les maîtres mineurs et les contre-maîtres chefs ; le chiffre le plus bas est, à 60 ans, de 240 francs pour les veuves d'ouvriers, et les femmes portées sur les feuilles de paie.

Ces sommes sont suffisantes pour vivre dans le pays, surtout si l'on considère que les maisons appartiennent généralement aux ouvriers, et que les plus besoigneux reçoivent encore d'autres secours, tels que chauffage gratuit, denrées à prix réduit, etc.

Le nombre des pensionnés est actuellement de 256, mais ce chiffre, correspondant à une époque où l'exploitation n'avait pas pris tout son développement, doit s'élever dans une proportion assez forte.

Une caisse de retraites, fondée également par la Compagnie, et encore à ses débuts, assure une retraite importante au personnel supérieur, ingénieurs, médecins, employés payés au mois. Ces fonctionnaires subissent une retenue de 2,5 0/0 sur leurs appointements, mais la Compagnie assurant les deux tiers du traitement d'activité, il en doit résulter pour elle un sacrifice notable.

Habitations ouvrières. Passons maintenant à la question des logements ouvriers. C'est un pas de plus, et un grand, qui n'a été franchi qu'après l'exposition univer-

selle de 1867, où l'on s'est, pour la première fois, occupé sérieusement des questions sociales.

L'ouvrier a peine à mettre de côté l'argent de son loyer ; c'est un effort de prévoyance qu'il ne faut pas demander à la plupart. Lorsque l'échéance arrive, elle l'endette, et l'ouvrier endetté est non seulement malheureux, mais moralement perdu.

Les agglomérations ouvrières, telles que Monteau, organisées par les soins d'une seule société, ont eu de meilleure heure une autre préoccupation, celle de s'attacher des groupes d'ouvriers, en leur fournissant des loyers à bas prix et des maisons saines, gaies, presque confortables, où ils peuvent contracter l'amour du foyer, le goût de l'intérieur, qui sont une des garanties sociales, et qui malheureusement manquent presque toujours à l'ouvrier des villes.

Divers essais ont été faits par la Compagnie de Blanzy. Les ouvriers se sont montrés réfractaires en général aux grandes constructions analogues aux cités ouvrières, et même aux bâtiments séparés à quatre logements jumeaux, adoptés par la Société mulhousienne. La Compagnie a préféré d'abord le type de maisons doubles, entre jardins et cours, avec deux pièces, dont une à feu, un grenier, une cave, une loge à porc ; puis, en 1867, on a essayé d'un type genre châlet, à trois pièces par logement, le jardin étant plus grand. On compte ainsi, actuellement, 1,000 logements répartis en 450 bâtiments. Le prix des loyers varie de 2 fr. 50 par mois à 9 francs. C'est à peine l'équivalent des impôts, des assurances et de l'entretien. Le capital, ainsi immobilisé, est de 2,148,700 francs dont la Compagnie ne retire aucun intérêt.

En outre, et ceci a une importance morale très grande, la Compagnie permet à ses employés de se constituer un patrimoine, de devenir propriétaires de leur maison et de leur jardin, à des conditions particulièrement avantageuses. L'acquéreur a dix ans pour se libérer et une avance de 1,000 francs sur la bâtisse. En 1888 il existait 1,079 chefs de famille propriétaires, soit une proportion de 29 0/0. Ce sont les meilleurs ouvriers, et les plus intéressés au bon ordre général.

Une autre forme de la sollicitude témoignée aux ouvriers, consiste dans la rétrocession à prix réduit des principales denrées alimentaires. Le pain est donné à 26 centimes le kilogramme, prix moyen, en perte même sur le prix de revient, la farine à 31 francs les 100 kilogrsmmes, le lard (107,000 kilogrammes), le son (269,000 kilogrammes), le salé, l'huile à manger, sont dans les mêmes conditions. La Compagnie a perdu de ce fait 65,000 francs par an, et les ouvriers ont économisé 200,000 francs.

Tous les ouvriers du fond ont droit à 72 hectolitres de houille par hiver, à titre gratuit. Les ouvriers du jour peuvent se le procurer à prix réduit ; enfin les pensionnés retraités et indigents, même les pauvres des communes voisines, reçoivent de quoi se chauffer suivant la rigueur de l'hiver ; la Compagnie perd de ce fait 319,000 francs par an.

Les dépôts d'argent faits dans les bureaux de la Compagnie sont productifs d'intérêts à 5 0/0. Ils se sont élevés à 421,000 francs en 1888.

Instruction. La Compagnie entretient 13 écoles primaires, dont 6 de filles et 7 de garçons, 6 asiles, plusieurs ouvroirs. Les frais de premier établissement se sont élevés à 853,574 francs. L'entretien et les traitements d'instituteurs se sont élevés à 125,000 francs. 219 jeunes filles fréquentent les ouvroirs et y gagnent jusqu'à 50 francs par mois, sans compter des gratifications d'encouragement données par l'administration ; 5,702 enfants ont suivi les différents cours, dirigés par les frères maristes et les sœurs de Saint-Vincent-de-Paul.

Les ouvriers ont créé sous le patronage de la Compagnie une fanfare, transformée plus tard en harmonie, et qui compte environ 80 exécutants. Les efforts de chacun ont été récompensés, car cette harmonie est actuellement en division d'excellence.

Associations indépendantes. Les institutions patronales ont cet inconvénient grave, qu'elles détruisent chez l'ouvrier toute initiative, toute énergie ; aussi à l'exemple de bien d'autres, la Compagnie de Blanzy, après avoir donné l'exemple, encourage-t-elle toutes les associations indépendantes que ses ouvriers forment en dehors d'elle ; loin de les regarder d'un œil jaloux ou inquiet, elle les a dirigées au mieux des intérêts de tous, et par des conseils seulement. Ces associations qui donnent déjà de bons résultats, sont la société de tir, la société de gymnastique, la société d'escrime et celle des joûtes. Une société, *La Prudence*, se charge de toutes les affaires litigieuses des ouvriers, et en même temps de placements de fonds et d'achats de denrées. Comme c'est une association coopérative, les bénéfices reviennent aux ouvriers, après avoir formé leur instruction économique. Une autre assure des secours aux anciens militaires.

Quatre associations de jeunes gens sont prospères et enlèvent la jeunesse aux distractions dangereuses ou coûteuses. Enfin la *Physiophile* s'occupe d'études d'histoire naturelle, et la *Gaieté* de représentations lyriques et dramatiques.

A toutes ces sociétés, la Compagnie de Blanzy a fourni des locaux et donne des subventions.

Maintenant, il convient encore de citer pour mémoire diverses coopérations, des orphelinats, un ouvroir de dames, des cours d'adultes, la compagnie des pompiers, un cercle et la société de Saint-Vincent-de-Paul, qui ne dépendent d'aucune façon de la Compagnie. Celle-ci leur fait pourtant des dons annuels pour une somme de plusieurs milliers de francs.

Si on récapitule les sacrifices faits par la Compagnie de Blanzy en faveur de son personnel on voit que, pour l'année 1888, par exemple, les institutions patronales ont coûté 1,041,000 francs, les associations indépendantes ont reçu environ 9,000 francs, les frais du culte, les diverses subventions aux écoles, cours, ouvroirs, bains, etc., ainsi que les gratifications pour la fête, ont coûté environ 70,000 francs.

Les frais de premier établissement des locaux ne sont comptés pour rien dans ces chiffres.

Pour une population ouvrière de 5,182 personnes, le salaire moyen individuel a été relevé ainsi de 215 francs. C'est donc une véritable participation aux bénéfices, et cette somme représente environ 50 0/0 des dividendes distribués aux actionnaires.

****BLAVIER** (Ernest-Edouard). Ingénieur distingué, fils et petit-fils d'ingénieurs en chef des mines, naquit en 1826. Admis à l'Ecole polytechnique à l'âge de dix-huit ans, il en sortit en 1846, pour entrer comme élève inspecteur dans l'administration des télégraphes où il resta quarante ans. En 1855, il fut appelé à la résidence de Nancy. En 1857, il publia son *Cours théorique et pratique de télégraphie électrique*, in-12, qui eut deux éditions, véritable manuel du télégraphiste. En 1865 et en 1867 parut son *Nouveau traité de télégraphie électrique* en 3 vol. in-8°, ouvrage qui, pour cette époque, était le plus complet sur la télégraphie. Blavier contribua, pour une large part à l'établissement des premières lignes et des premiers bureaux télégraphiques, alors que tout était à créer, à organiser.

Il fonda, en 1856, avec son collègue et ami Saigey, les *Annales télégraphiques*, où il publia des études sur l'intensité des courants électriques, sur leur dérivation le long des lignes et sur la propagation de l'électricité, sur la force magnéti-

que dans la transmission en duplex; plus tard, sur les aurores boréales, les courants terrestres, l'influence des orages sur les lignes télégraphiques souterraines. Il a publié en 1881 son *Traité des grandeurs électriques et de leurs mesures en unités absolues.*

Blavier appliqua ses connaissances mathématiques et son esprit inventif à la solution de divers problèmes de télégraphie et particulièrement une note célèbre, ayant pour titre : *Formules relatives aux dérangements*, au moyen desquelles on peut calculer, par des expériences faites à un point *terminus*, la distance à laquelle s'est produite la rupture d'un fil télégraphique, ou une perte à terre, causée par la chute du fil sur un sol humide, etc. La *formule de Blavier*, comme la désigne Latimer Clark, a été d'une importance capitale dans la télégraphie sous-marine et a rendu d'immenses services.

Dès 1857, Blavier fut rappelé à Paris et chargé du cours d'application de l'électricité à la télégraphie, puis nommé inspecteur général des télégraphes, Directeur de l'Ecole supérieure de télégraphie. Il était membre du comité technique de l'Exposition internationale d'électricité au congrès des électriciens en 1881. Il a été délégué à la conférence internationale pour la détermination des unités électriques, en 1882. Il a été représentant de la France dans le comité technique de l'Exposition internationale d'électricité de Vienne, en 1883. Il a présidé pendant quinze ans le comité de perfectionnement de l'administration des postes et télégraphes. Il était commandeur de la Légion d'honneur. Ce qui caractérisait ce savant ingénieur, c'était sa bienveillance pour ses subordonnés, son affabilité dans ses rapports avec les autres savants et sa modestie qui égalait son mérite. — C. D.

BLEU. Pour les bleus minéraux et les bleus végétaux, nous renvoyons au *Dictionnaire*. Nous n'ajouterons que quelques mots : 1° La cuve mixte à l'indigotine et à l'indophénol a un véritable intérêt industriel et sera traitée au *Supplément* à TEINTURE; 2° L'indigotine artificielle ne peut lutter comme prix de revient avec l'*indigotine naturelle* (V. ce mot au *Supplément*); 3° Pour les bleus à la fois naturels et artificiels (V. *Supplément*, COLORANTES [Matières]); 4° A l'Exposition, la maison Deschamps offrait des échantillons de bleu égyptien ou bleu antique. Ce bleu est moins riche que l'outremer mais a, sur ce dernier, l'avantage de résister aux acides, ce qui est encore le *desideratum* des fabricants d'outremer. M. Fouqué a fixé sa composition et les conditions de sa fabrication. C'est un silicate de chaux et de cuivre qu'on pourrait produire industriellement à bon compte.

Les bleus qui nous intéressent le plus sont les *bleus artificiels*. Là nous avons ou des théories nouvelles ou des produits nouveaux. Tous les bleus trouvés dès les premiers temps de cette industrie ont été rattachés au triphénylméthane, la constitution et les conditions de formation des bleus d'anthracène, d'indophénol, de méthylène ont été complètement fixées; de nouvelles séries ou groupes de colorants ont surgi : les oxazines, les azines, et de nouveaux bleus faisaient à l'Exposition leur apparition comme représentants de ces séries.

• **Bleus organiques artificiels.** A. *Bleus dérivés du triphénylméthane.* 1° *Série de la rosaniline.* Une première méthode pour fabrication de bleus fut de substituer trois molécules de phényle à trois atomes d'hydrogène et l'on eut les bleus de rosaniline ou bleus de triphénylrosaniline ou bleus de Lyon, insolubles dans l'eau (V. *Dictionnaire*, BLEU). L'équation chimique suivante traduit la réaction de leur fabrication :

$$C^{20}H^{20}Az^3.HO + 3C^6H^5.AzH^2 = C^{20}H^{17}(C^6H^5)^3Az^3.OH + 3AzH^3$$

$$OH-C(-C^6H^4.AzH^2)(-C^6H^4.AzH^2)(-C^6H^3<^{CH^3}_{AzH^2}) + 3C^6H^5AzH^2$$

Rosaniline — Aniline

$$=OH-C(-C^6H^4.AzH.C^6H^5)(-C^6H^4.AzH.C^6H^5)(-C^6H^3<^{CH^3}_{AzH.C^6H^5}) + 3AzH^3$$

Base du bleu de Lyon — Ammoniaque

De ces bleus, plus ou moins purifiés de rouge (fuchsine) et de violets R et B, et désignés à ce point de vue par les marques B, BB, BBB, BBBB, bleus *lumière*, on passa par sulfoconjugaisons aux bleus *solubles*, en substituant *n* sulfoxyles ou *n* (SO^3H) à autant d'atomes d'hydrogène. Ces bleus, d'autant plus solubles dans l'eau, mais d'autant moins solides à l'air qu'il y a plus de substitutions de sulfoxyles, donnèrent les bleus suivants en ajoutant l'action de la soude à celle de l'acide sulfurique.

$$Cl-C(-C^6H^4.AzH.C^6H^5)(-C^6H^4.AzH.C^6H^5)(-C^6H^2(CH^3)<^{SO^3Na}_{AzH.C^6H^5})$$

Bleu alcalin ou Nicholson

$$Cl-C(-C^6H^4.AzH.C^6H^5)(-C^6H^3<^{SO^3Na}_{AzH.C^6H^5})(-C^6H^2(CH^3)<^{SO^3Na}_{AzH.C^6H^5})$$

Bleu soluble

$$Cl-C(-C^6H^3<^{SO^3Na}_{AzH.C^6H^5})(-C^6H^3<^{SO^3Na}_{AzH.C^6H^5})(-C^6H^2(CH^3)<^{SO^3Na}_{AzH.C^6H^5})$$

Bleus coton (quelquefois aussi désignés comme *bleus marine*).

Les *bleus de toluidine* étaient obtenus en remplaçant dans la préparation du bleu de Lyon l'aniline par la toluidine.

Le *bleu de Paris* se préparait par la réaction de l'aniline avec bichlorure d'étain. On sait que ce dernier corps, avec de l'aniline pour rouge, donne de la rosaniline qui peut être ensuite phénylée

dans la même opération en présence d'un excès d'aniline.

Le bleu Blackley ou violet Nicholson est le disulfonate sodique de la rosaniline diphénylée.

2° *Série de la diphénylamine*. La formation de ces bleus s'explique en remarquant que si l'on enlève un hydrogène sur la diphénylamine on obtient C^6H^4, AzH, C^6H^5 et qu'il suffit de grouper trois restes semblables par un résidu méthanique. Ce dernier peut provenir ou du chlorure de carbone C^2Cl^6, ou de l'acide carbonique CO^2 résultant de la décomposition de l'acide tartrique, de l'acide citrique ou de l'acide oxalique.

$$3C^6H^5-AzH.C^6H^5 + CO^2$$
Diphénylamine — Acide carbonique

$$=OH-C\begin{cases}C^6H^4.AzH.C^6H^5\\C^6H^4.AzH.C^6H^5\\C^6H^4.AzH.C^6H^6\end{cases} + H^2O$$
Base du bleu de diphénylamine

La même théorie rend compte de la formation de tous les bleus obtenus par la réaction d'acide carbonique naissant ou de sesquichlorure de carbone sur les monamines secondaires ou tertiaires ou des mélanges de ces monamines. — V. *Dictionnaire*, Bleu, § *Bleu de diphénylamine*.

Ces bleus de diphénylamine sont plus fins, plus verdâtres que les bleus de Lyon, mais d'un prix plus élevé, ce qui en a limité les emplois.

3° *Série du tétraméthyldiamidobenzophénone* (V. *Supplément*, Aniline). Nous avons dans cette série le bleu Victoria B, le bleu Victoria B.S., le bleu Victoria 4R et le bleu de nuit. Le bleu Victoria B s'obtient avec le phényl-α-naphtylamine, le B. S. en sulfoconjuguant le précédent, le 4 R en remplaçant le phényl-α-naphtylamine par le méthylphényl-α-naphtylamine et le bleu de nuit avec paratolyl-α-naphtylamine,

$$Cl-C\begin{cases}C^6H^4.Az(CH^3)^2\\C^6H^4.Az(CH^3)^2\\C^{10}H^6.Az<\begin{matrix}H\\C^6H^5\end{matrix}\end{cases}$$
Bleu Victoria B

$$Cl-C\begin{cases}C^6H^4.Az(CH^3)^2\\C^6H^4.Az(CH^3)^2\\C^{10}H^6.Az<\begin{matrix}CH^3\\C^6H^5\end{matrix}\end{cases}$$
Bleu Victoria 4 R

$$Cl-C\begin{cases}C^6H^4.Az(CH^3)^2\\C^6H^4.Az(CH^3)^2\\C^{10}H^6Az(=)_{(4)}<\begin{matrix}H\\C^6H^4.CH^3{}_{(1)}\end{matrix}\end{cases}$$
Bleu de nuit

Le bleu breveté ou *patent blau* est préparé comme le bleu Victoria avec deux molécules de diméthylaniline, mais on fait la copulation avec une molécule d'aldéhyde benzoïque méta-hydroxylée ou amidée.

$$HO-C\begin{cases}C^6H^4.Az(CH^3)^2\\C^6H^4.Az(CH^3)^2\\C^6H^4.AzH^2\end{cases}$$

4e *Série des phénols*. Ils s'obtiennent en faisant réagir l'aniline sur l'acide rosolique, ou sur la *péonine*, rosolate de rosaniline, et pourraient avoir la même constitution que les bleus de diphénylamine ou ceux de Lyon.

$$HO-C\begin{cases}C^7H^6.OH\\C^6H^4.OH\\C^6H^4.OH\end{cases} + 3C^6H^5.AzH^2$$
Acide rosolique — Aniline

$$=HO-C\begin{cases}C^7H^6.AzH.C^6H^5\\C^6H^4.AzH.C^6H^5\\C^6H^4.AzH.C^6H^5\end{cases} + 3H^2O$$
Azuline (OH étant remplacé par Cl dans le sel)

B. *Bleus dérivés de l'anthracène*. La nitroalizarine en β étant traitée par acide sulfurique et glycérine donne le bleu d'anthracène (V. *Dictionnaire*, Bleu, § *Bleu d'anthracène*), par soudure d'une chaîne fermée sur le noyau benzinique qui fixe les deux oxhydryles. Equation chimique de formation.

$$C^{14}H^7(AzO^2)O^4 + C^3H^8O^3 = C^{17}H^9AzO^4 + 3H^2O + O^2$$
Nitroalizarine — Glycérine — Bleu d'anthracène — Eau — Oxygène

Formule de constitution du bleu

$$C^6H^4<\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}>C^6\begin{cases}(OH)^2\\Az=CH\\\quad|\\CH=CH\end{cases}$$

Le bleu d'anthracène S est la combinaison bisulfitique.—V. *Supplément*, Colorantes (Matières).

C. *Bleus d'indulines* (V. *Dict.*, Bleu, § *Bleu Coupier*, Colorantes (Matières), § *Indulines* et Violaniline). Le *bleu Coupier* se rapporte aux indulines. Le *bleu marine* de cette série est le dérivé sulfoconjugué de la violaniline. Souvent les *nigrosines* sont confondues avec les indulines. Cependant les nigrosines sont plus spécialement les colorants de cette série qui ont été obtenus avec des *composés nitrés* comme la nitro-benzine.

D. *Bleus d'indophénol*. MM. Durand et Huguenin et C^ie^ ont attiré l'attention sur l'indophénol et la cuve mixte, à l'Exposition de 1889. Le procédé actuel industriellement suivi consiste à faire réagir l'α-naphtol sur la paranitroso-diméthylaniline. Il répond comme formule de constitution à

$$Az<\begin{matrix}C^6H^4.Az(CH^3)^2\\C^{10}H^6.O\end{matrix}$$

Ce colorant, par hydrogène naissant, devient le leuco-indophénol susceptible de régénérer à l'air le colorant bleu. Cette propriété est mise à profit dans la cuve mixte à l'indigo et à l'indophénol. — V. *Dictionnaire*, Indigotine et Indophénol et *Supplément*, Teinture.

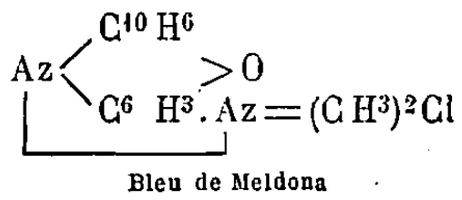
E. *Bleus des oxazines*. Ils pourraient se rattacher aux indophénols par leur fabrication comme colorants obtenus par la réaction de dérivés nitrosés d'amines tertiaires sur des phénols ou des amines, mais ils en diffèrent par leur constitution.

Le bleu nouveau (bleu de Meldona, bleu solide, bleu D, bleu de naphtyiine, bleu de naphtylamine), est préparé avec le chlorhydrate de nitroso-diméthylaniline et le β-naphtol.

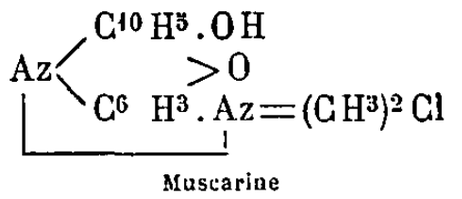
La *muscarine* D et A est obtenue d'une manière analogue en remplaçant le β-naphtol par l'α-dioxynaphtaline.

Pour le *bleu de Nil* on condense la nitroso-diméthyl-métamido-phénol avec l'α-naphtylamine.

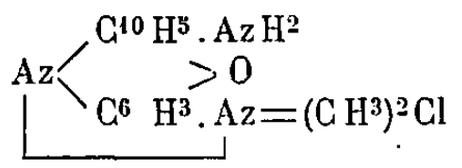
Le *bleu gallamique*, qui est le dérivé amidé de la gallo-cyanine ou violet solide, se prépare avec le chlorhydrate de nitroso-diméthylaniline et l'acide gallamique.—V. *Sup.*, COLORANTES (Matières).



Bleu de Meldona



Muscarine



Bleu de Nil

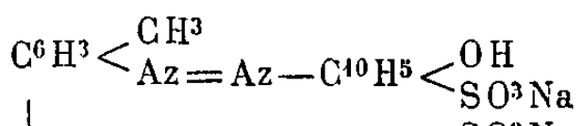
F. *Bleus des azines.* Le *bleu neutre*, le *bleu de Bâle* et l'*indazine* se rattachent aux azines dans le groupe des safranines. Ils se forment par l'action du chlorhydrate de nitroso-diméthylaniline sur

Phényl-β-naphtylamine pour le premier,

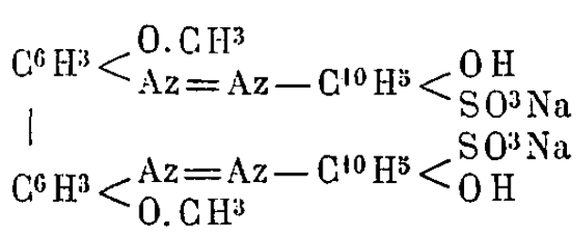
Ditolyl-α-naphtylène-diamine pour le deuxième.

Diphényl-méta-phénylène-diamine pour le troisième. — V. *Supplément*, COLORANTES (Matières).

G. *Bleus des dérivés tétrazoïques.* Il y a le *bleu azoïque* et la *benzazurine* qui s'obtiennent chacun avec deux molécules α-naphtol-α-monosulfonique et une molécule de tolidine pour le premier colorant, une molécule de l'orthodianisidine pour le second. Leur préparation est analogue à celle du rouge Congo avec la benzidine. — V. *Supplément*, BENZIDINE et COLORANTES (Matières).



Bleu azoïque

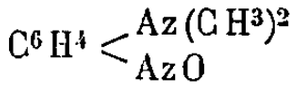


Benzazurine

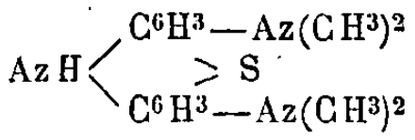
Le bleu d'azodiphénylène dérive de la benzidine. On diazote dans les deux branches pour former un tétrazo, après copulation on diazote de nouveau dans l'une des branches avec naphtol ou naphtylamine sulfonique et on a un bleu *hexazoïque*.

H. *Bleus de la série thionique ou soufrée* (V. *Diction.*, BLEU, § *Bleu de méthylène*). Lauth avait trouvé son *violet* en oxydant par le perchlorure de fer Fe^2Cl^6 une solution de paraphénylène-diamine contenant de l'acide sulfhydrique. En appliquant la même réaction à la diméthyl-paraphénylène-diamine, Caro a obtenu le *bleu de méthylène* qui est le dérivé tétraméthylé du violet de Lauth. Mais industriellement on procède autrement :

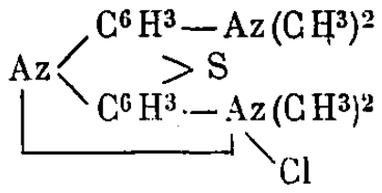
1° On prépare la paranitroso-diméthylaniline par l'acide nitreux, on a



2° On fait la sulfuration soit par la charrée de soude, soit par le sulfure de zinc et on a



3° On oxyde par le perchlorure de fer la base obtenue et on a le bleu de méthylène



4° On purifie le bleu.

On prépare d'une manière analogue le bleu de méthyl-butylène et autres en remplaçant la diméthylaniline par la méthybutylaniline ou autres monamines secondaires ou tertiaires.

Cette théorie du bleu de méthylène a été donnée dans une étude magistrale de M. Berthusen en 1886.

Les colorants des oxazines et des azines sont des bleus nouveaux de la dernière exposition.

Pour les emplois de ces colorants bleus, voir *Dictionnaire* et *Supplément*, TEINTURE. — V.

BLINDAGE. *T. de fortif.* Revêtement métallique qui sert de cuirassement pour la protection des hommes et des ouvrages militaires exposés au tir de l'artillerie. Les blindages sont appliqués surtout dans la marine, à la protection des œuvres vives des navires cuirassés, et dans les fortifications de terre, à celle des coupoles, tourelles et caponnières. Ces cuirasses sont fixées généralement sur une paroi en métal ou en bois dont elles forment le revêtement; mais elles peuvent aussi être posées isolément et constituer par elles-mêmes la paroi à défendre, c'est le cas par exemple pour les abris comme ceux qui protègent les affûts de canons avec leurs servants contre le tir et la mousqueterie, ou pour les pivots et passages de munitions qui assurent les communications entre les tourelles et les étages inférieurs abrités par les ponts blindés des grands cuirassés. Dans les coupoles des forteresses, les blindages sont souvent seuls à former la toiture de la partie mobile de l'ouvrage; mais dans les dispositions actuelles, on adopte de préférence un revêtement en tôle formant toiture contre laquelle le blindage vient s'appuyer dans des conditions analogues à celles des cuirassements de navires. Quant au blindage fixe, il est généralement noyé dans le sol et recouvert d'une couche en béton; les expériences récentes ayant prouvé d'ailleurs que le béton pouvait présenter une grande résistance au tir de l'artillerie. — V. COUPOLE.

— L'application des blindages métalliques au cuirassement des navires remonte à l'année 1854, comme nous l'indiquons dans le *Dictionnaire*, à l'article CUIRASSEMENT DES NAVIRES, elle a été réalisée, alors pour la première fois en France, sur les données de Dupuy

de Lôme, qui avait déjà présenté, en1845, le premier projet de navire cuirassé. Cette idée était restée sans application à cette époque, mais elle fut reprise seulement en 1854, sur l'intervention personnelle de l'empereur Napoléon III, à l'occasion de la guerre de Crimée, et on constitua des batteries flottantes avec revêtement de plaques métalliques de 11 centimètres d'épaisseur, la *Dévastation*, la *Tonnante*, la *Lave*, la *Foudroyante*, le *Congréve*, qui formaient d'ailleurs des navires très médiocres. Les trois premiers effectuèrent cependant avec succès, le bombardement de Kinburn, le 17 octobre 1855.

En présence de ce résultat, la marine décida la mise en chantier d'une véritable frégate, qui serait munie également d'un revêtement métallique capable de la rendre invulnérable sans lui enlever ses qualités nautiques.

La *Gloire* dont le plan fut arrêté en entier par Dupuy de Lôme, fut commencée, en 1858, dans le port de Toulon, elle avait 76^{m},80 de longueur, et déplaçait 5.618 tonneaux.

Son armement comprenait d'abord 36 canons rayés de 16 centimètres, et plus tard, on y substitua 6 canons de 24 et 4 canons de 19. Ce navire, qui ouvre ainsi la série des navires cuirassés, était construit en bois, de sorte qu'il n'eût qu'une durée relativement courte, comme ce fut le cas, d'ailleurs, pour un grand nombre de navires construits par la suite dans les mêmes conditions.

Peu de temps après, on mit en chantier la *Couronne* d'un type peu différent de la *Gloire*, et qui fut la première frégate en fer munie de blindages métalliques, elle existe encore aujourd'hui.

Les blindages de la *Couronne* avaient 0^{m},10 d'épaisseur à la ceinture et 0^{m},08 à la flottaison.

Le bois resta appliqué toutefois pendant une dizaine d'années environ dans la construction de certaines parties au moins des coques de navires, et on le retrouve encore employé dans le *Colbert* et le *Trident* construits en 1867.

En ce qui concerne les blindages métalliques, l'impulsion était donnée, et devant les progrès du matériel d'artillerie on se trouva amené à augmenter graduellement l'épaisseur des plaques employées. La *Flandre*, dont les dessins furent arrêtés en 1861, a déjà une cuirasse de 0^{m},15 à la flottaison, et 0^{m},11 dans la partie immergée, et cette épaisseur fut conservée sur les vaisseaux de même série, ainsi que sur le *Magenta* et le *Solférino*.

En 1865, devant les nouveaux progrès de l'artillerie, on reconnut la nécessité de dépasser 0^{m},12, et on arriva à donner 0^{m},200 à la flottaison, pour les bateaux du groupe *Océan*; en même temps on prolongea la cuirasse de ceinture à une profondeur de 2 mètres au-dessous du niveau de l'eau. Le rapport du poids des blindages au poids total du navire se trouva en même temps fort augmenté et atteignit 18 0/0, tandis que sur la *Flandre* il était de 16 0/0 seulement.

Viennent ensuite le *Colbert* et le *Trident* qui furent les derniers navires en bois, comme nous l'avons dit plus haut, puis le *Redoutable* pour lequel l'épaisseur de la cuirasse de flottaison fut portée à 0^{m},350, et celle du réduit supérieur à 300 millimètres. Le pont fut revêtu également d'un blindage en fer, d'une épaisseur de 0,06 protégeant ainsi toutes les œuvres vives du navire.

Avec la *Dévastation* et le *Courbet*, construits en 1872, on arrive à l'épaisseur de 0^{m},38 pour un déplacement de 10,000 tonneaux et enfin avec l'*Amiral-Duperré* construit en 1881 qui fût l'un des derniers navires munis d'une cuirasse de ceinture en fer, on atteignit le chiffre maximum de 0^{m},55 qui n'a pas été dépassé depuis. On a reconnu, en effet, qu'il était à peu près impossible d'aller au-delà, mais qu'il fallait s'attacher de préférence à augmenter la dureté du métal, pour prévenir la pénétration des projectiles offensifs et en assurer la rupture.

De nombreuses expériences balistiques et des études théoriques de toute nature ont été exécutées, dans les divers pays maritimes, pour déterminer exactement la protection qu'on peut attendre d'un cuirassement contre un choc d'une énergie déterminée, et on lira avec intérêt les diverses études publiées à ce sujet par les revues techniques. Nous ne pouvons pas les examiner ici, nous rappellerons seulement les différentes formules qui en ont été tirées, et grâce auxquelles on peut déterminer dans quelles conditions de vitesse un projectile donné doit assurer la perforation d'un blindage en fer.

En appelant :

e, l'épaisseur de la plaque isolée, exprimée en décimètres.

a, le calibre du projectile en décimètres.

p, le poids du projectile en kilogrammes.

v, vitesse du projectile à l'impart.

Ces quantités sont liées entre elles par une relation empirique dont les termes essentiels présentent certaines divergences suivant les cas.

En Angleterre, on prend :

$$v = 1205 \frac{a^{0.5}}{p^{0.5}} e.$$

En France, on admet habituellement la formule dite des *constructions navales*, établie par M. Hélie pour des plaques de forte épaisseur, et qui paraît donner des résultats un peu forts pour les petits calibres et les petites épaisseurs :

$$v = 1600 \frac{a^{0.5}}{p^{0.5}} e^{0.7}$$

et, plus récemment, on a proposé d'y substituer la suivante :

$$v = 1280 \frac{a^{0.75}}{p^{0.5}} e^{0.65}$$

A côté de l'épaisseur du blindage qui détermine sa résistance à la perforation, les autres dimensions, longueur et largeur, interviennent aussi pour atténuer par la masse de la pièce les effets destructeurs du choc des projectiles. On est arrivé ainsi à porter la longueur des gros blindages à 2, 3 et 4 mètres. Quant à la largeur, elle est limitée par la hauteur même de la partie du navire à recouvrir, et généralement on ne dépasse pas 2^{m},20 et on atteint rarement le maximum de 2^{m},50, comprenant 1 mètre environ au-dessus de la flottaison et 1^{m},50 en dessous; on estime en effet que plus bas la paroi du navire ne peut pas être atteinte d'une manière dangereuse. Le blindage de revêtement s'étend généralement d'une seule pièce sur toute la hauteur de la ceinture cuirassée, formant ainsi, suivant l'expression technique, une seule virure; on rencontre cependant, sur certains navires, comme le *Hoche*, des ceintures cuirassées en deux virures, occupant chacune la demi-hauteur. Les dimensions ainsi données aux blindages entraînent pour ces pièces des poids énormes, dépassant souvent 30,000, et arrivant même à 40,000 kilogrammes et au-delà pour la pièce finie. Si on tient compte des chutes de lingots, déchets et rognures, on voit que le poids du lingot initial à manœuvrer peut dépasser sou-

vent 60,000 kilogrammes. On comprend immédiatement par là quel outillage puissant les usines ont dû créer pour mettre en œuvre de pareilles masses : les fours où s'opère la coulée du métal, les lingotières qui vont le recevoir, le laminoir qui étire le lingot, le pilon ou la presse qui le façonne, les grues qui manutentionnent ces pièces, les machines à raboter, à cisailler qui leur donnent leur forme définitive, tous ces outils, enfin, jusqu'aux véhicules qui servent à les transporter, ont dû s'agrandir continuellement pour pouvoir aborder utilement ces lourdes masses ; on peut donc dire que cette fabrication de blindages a été le point de départ des progrès de l'outillage métallurgique et la raison d'être de ces grandes installations qui se sont acquis une renommée universelle.

C'est ainsi que la puissance et les dimensions des outils de forgeage, comme les pilons, sont toujours allées en augmentant avec celles des pièces qu'ils devaient préparer ; en 1860, le pilon de 25 tonnes installé par MM. Marrel frères dans leur usine de Rive-de-Gier était encore le plus puissant de tous ; mais, depuis lors, on en est arrivé à créer des pilons de 50 et de 90 tonnes, comme pour le grand pilon du Creusot, et ces chiffres vont être dépassés par le nouveau pilon actuellement en construction chez MM. Marrel et qui atteindra un poids de 100 tonnes avec une course de 6 mètres. Ce sera réellement un colosse dominant et écrasant de sa masse tous les outils actuels.

Nous pourrions citer aussi les grands laminoirs à blindages qui exigent actuellement des machines motrices de 1,000 chevaux de force.

L'usine de MM. Marrel possède aussi un laminoir dont les cylindres n'ont pas moins de 3^{m},300 de longueur et 1^{m},05 de diamètre. La levée actuelle est de 1^{m},100. Celui de l'usine de Montluçon Saint-Jacques, dont l'une des cages a figuré à l'exposition de 1889, pourra atteindre une levée de 1^{m},800. Ce laminoir présente une disposition des plus ingénieuses pour assurer le parallélisme des rallonges malgré les variations d'écartement des cylindres déterminées par l'épaisseur de la plaque à laminer.

A côté des pilons et des laminoirs, on rencontre enfin des presses hydrauliques de grande puissance atteignant 2,000 à 4,000 tonnes qui se construisent actuellement pour forger et gabarier les blindages.

Et en même temps que la puissance de l'outillage s'est accrue, la perfection du travail est allée aussi en augmentant ; sous leurs formes solides et robustes, les outils actuels peuvent arriver cependant à exécuter des travaux très délicats exigeant une grande précision. C'est ainsi que le laminoir permet d'obtenir des blindages de section trapézoïdale, ayant une épaisseur constante dans la partie au-dessus de la flottaison pour aller ensuite en diminuant graduellement à mesure de l'approfondissement sous l'eau. La presse est l'outil de précision par excellence du gabariage, elle permet d'obtenir avec les matrices ces formes si compliquées impossible à définir géométriquement qui sont nécessaires pour assurer le parfait appui du blindage sur la paroi qui doit le recevoir.

Aujourd'hui, en effet, dans la plupart des cas, cet appui est formé par un platelage ou bordé en tôle d'acier rigide et indéformable, dont le blindage doit épouser exactement les formes, tandis que, dans les modes de constructions antérieures, on interposait une partie en bois qu'il était facile de façonner pour assurer l'adaptation exacte. Il en résulte que le finissage des blindages est soumis actuellement à des exigences beaucoup plus impérieuses, lesquelles ont réagi sur la construction des machines employées à ce travail, et on peut dire que celles-ci sont devenues dans une certaine mesure des appareils de précision, en même temps que s'accroissait leur puissance. La construction de ces appareils, précis et délicats sous leurs formes robustes, fait époque, en quelque sorte, dans l'histoire des machines-outils.

La préparation des blindages a été aussi, pour la métallurgie, l'occasion de progrès considérables dans ses méthodes mêmes de fabrication, dans la nature des métaux qu'elle employait.

Le fer puddlé et soudé obtenu avec les fontes au bois de première qualité est resté longtemps le seul métal appliqué à cette fabrication : ses qualités de malléabilité lui donnent en effet des avantages précieux qu'on ne peut guère obtenir avec l'acier, il peut supporter, sans se déchirer, des déformations même très accentuées sous l'influence du tir, il peut être gabarié sans difficulté et recevoir des formes très tourmentées. Aussi, même après l'invention des blindages en acier ou en métal mixte, d'une résistance bien supérieure, a-t-il été maintenu dans le cuirassement des navires pour certaines applications particulières, comme pour les abris de formes compliquées, pour les plaques d'éperon de la ceinture, difficiles à obtenir en un autre métal en raison de leurs formes irrégulières, et surtout pour le revêtement des ponts qui sont exposés au tir oblique et ne doivent jamais présenter de fissures, celles-ci pouvant être dangereuses en raison des venues d'eau qu'elles pourraient entraîner.

Le fer est resté jusqu'en 1877 le seul métal employé au cuirassement des navires, mais les progrès réalisés dans la préparation du matériel d'artillerie permettant d'obtenir des vitesses de plus en plus fortes, capables d'entraîner la perforation des plus gros blindages, ont fait sentir la nécessité de substituer au fer un métal plus dur, présentant une résistance à la perforation plus forte sous une épaisseur moindre. L'emploi de l'acier qui, du reste, tend à se substituer au fer dans la plupart des produits métallurgiques était donc tout indiqué, mais la préparation du métal fondu en grandes masses, telles que l'exigent les plaques de blindages, présente déjà des difficultés considérables au seul point de vue mécanique, et elle conserve en outre dans la fabrication même un caractère aléatoire qu'on arrive à peine à atténuer maintenant avec des formules de fabrication mieux étudiées ; on comprend donc immédiatement que les premiers essais entrepris dans cette

voie par les usines françaises de 1877 à 1880 pour obtenir des blindages préparés exclusivement en acier martelé, laminé ou coulé, n'aient pas donné des résultats favorables. Les produits obtenus présentaient en effet de grandes irrégularités, et on réussissait difficilement à atteindre la nuance d'acier la plus convenable. On augmentait bien la résistance à la perforation, mais on ne savait pas éviter les fractures qui paraissaient inévitables avec les plaques d'acier.

Aussi, devant ces difficultés, la plupart des usines productrices de blindages cherchèrent-elles la solution dans une autre voie, et, tout en conservant les sommiers en fer, pour donner de la consistance au blindage et prévenir la propagation des fentes dans toute l'épaisseur, on s'est attaché à les munir sur la face avant d'un revêtement d'acier dur qui augmenterait ainsi la résistance à la perforation de l'ensemble, et déterminerait en même temps la rupture des projectiles offensifs.

Le blindage *mixte* ainsi constitué fut désigné sous l'expression de *compound* qui a prévalu généralement en raison de son origine anglaise. C'est en Angleterre, en effet, dans les usines de Sheffield, que la fabrication des blindages mixtes fut réalisée pour la première fois, suivant deux procédés légèrement différents, dans des conditions tout à fait pratiques.

L'un de ces procédés, dû à M. Wilson, est appliqué dans l'usine du Cyclope (Cammell et C^ie^), dont M. Wilson était le directeur. Il comporte la fabrication d'un premier sommier en fer puddlé obtenu au laminoir dans les mêmes conditions que s'il s'agissait d'un blindage. Ce sommier reçoit ensuite une couverte en acier qui est obtenue en coulant le métal liquide sur le fer porté au rouge, l'ensemble est passé au laminoir et énergiquement corroyé pour assurer la soudure intime des deux métaux. Dans le mode de fabrication adopté à l'origine, la proportion de fer est de 2/3 de l'épaisseur totale, la couche superficielle d'acier formant l'autre tiers.

Le second procédé, dû à M. Ellis, est appliqué dans les usines de l'Atlas (J. Brown et C^ie^), dont M. Ellis est le directeur. Il comporte aussi la fabrication d'un sommier en fer sur lequel est appliqué une couverte d'acier, mais cette couverte est elle-même formée de deux métaux différents, la partie superficielle est en acier laminé très dur et entre les deux plaques ainsi obtenues on vient couler l'acier liquide qui doit se souder à chacune d'elles, et assurer la cohésion de l'ensemble.

Le paquet est ensuite passé au laminoir et convenablement corroyé.

Les blindages mixtes fabriqués par M. Wilson furent l'objet d'essais pratiqués en France, en 1880, au polygone de Gavre qui donnèrent des résultats particulièrement remarquables. La plaque éprouvée, de forme carrée, ayant 2 mètres de côté avec une épaisseur décroissante de 0^m^,500 à 0^m^400, supporta trois coups des projectiles de 32 centimètres (boulet en fonte dure ou obus en acier) tirés à une vitesse de 430 à 460 mètres, suivant l'épaisseur au point d'impart. La plaque se fendit et se brisa au troisième coup, sans être traversée, elle continua à recouvrir la muraille, les pénétrations furent très faibles, atteignant en général la moitié seulement de l'épaisseur. Les projectiles se brisèrent en s'écrasant dans les imparts, donnant ainsi l'aspect qu'on observe dans l'attaque des blindages en métal dur, comme pour la fonte durcie. Quelques fragments d'acier imparfaitement soudés se détachèrent. Un quatrième coup fut tiré sous une incidence oblique avec un obus en acier Witworth de 32 centimètres à la vitesse de 468 mètres, l'obus se brisa en un grand nombre de morceaux, il fit tomber un fragment important de la plaque, mais la muraille ne fut pas traversée; une partie de la couverte en acier fut également détachée sur le morceau restant. Le résultat de ce tir oblique fut moins satisfaisant que celui du même tir pratiqué contre la plaque en fer de M. Marrel ; mais ceux du tir normal accusaient nettement la supériorité de la plaque Cammell, car les plaques essayées comparativement dans les mêmes conditions, fer, acier du Creusot, et acier coulé de Terrenoire donnèrent des pénétrations plus fortes et furent même traversées.

A la suite de ces essais, la marine française décida d'adopter le métal Cammell pour le cuirassement des grands navires, et les trois grandes sociétés françaises qui s'occupaient de la préparation des blindages, la Société des Aciéries de la marine (usine de Saint-Chamond), MM. Marrel frères (usine de Rive-de-Gier), et la Société de Châtillon-Commentry (usine de Montluçon, St-Jacques) traitèrent avec M. Cammell qui leur céda ses procédés de fabrication. Depuis cette époque, les trois Sociétés réunies ont livré les blindages de la plus grande partie des cuirassés commandés par la marine française, et les fournitures totales en métal mixte dépassent actuellement 15,000,000 de kilogrammes. Il faut observer à cet égard que la préparation des blindages mixtes a reçu en France des améliorations de détail très considérables qui ont augmenté beaucoup la résistance à la perforation de ces blindages; on peut admettre que, dans les dernières fournitures, on est arrivé à obtenir un excès de résistance d'un quart environ par rapport au fer, et ce chiffre peut être dépassé aujourd'hui. Par contre, les usines anglaises qui avaient pris l'initiative du procédé sont restées longtemps sans réaliser les mêmes progrès, et l'essai comparatif pratiqué à Gavre en 1884, sur une plaque Ellis, donna des résultats inférieurs à ceux des plaques de fabrication française. Ajoutons enfin que les conditions des essais officiels, pratiqués à Shoeburyness en Angleterre, jusqu'à cette époque, sont généralement plus favorables aux plaques que ne le sont les essais français, ce qui explique que les plaques anglaises présentent après le tir des avaries qui paraissent presque insignifiantes par rapport à celles des plaques françaises dont l'essai de recette est beaucoup plus rigoureux.

La plaque essayée doit recevoir en Angleterre, comme en France, trois coups sans être traversée, mais l'installation du massif est plus

avantageuse pour la plaque, et l'énergie du tir est moindre.

Une plaque anglaise de dimensions normales ayant 2m,37 de long sur 1m,83 de large et 0m,279 d'épaisseur, est essayée, appuyée sur un massif en bois d'épaisseur très forte, elle est solidement frettée sur tout son contour par quatre pièces en fer formant cadre, et elle est en outre maintenue par des boulons taraudés à l'arrière, tandis qu'en France la plaque d'essai maintenue aussi par des boulons, est simplement contrebutée à droite et à gauche par deux plaques voisines. La plaque anglaise est essayée enfin au tir d'un projectile de 10" (0m,228) de diamètre, pesant 116 kilogrammes, lancé à la vitesse de 408 mètres, ce qui correspond à une énergie de choc au point d'impact de 982,000 kilogrammètres, tandis qu'en France, dans les mêmes conditions, la vitesse du tir serait de 489 mètres correspondant à une énergie de 1,415,000 kilogrammètres. La vitesse donnée au projectile en Angleterre est donc les 83 0/0 de celle qui serait adoptée en France pour les mêmes plaques, et l'énergie du choc atteint à peine 70 0/0, ce qui explique facilement, comme on voit, la différence des résultats obtenus dans les deux pays. Il faut observer toutefois que dans certains essais récents, les blindages mixtes anglais ont supporté des conditions beaucoup plus rigoureuses.

Quoi qu'il en soit, le succès obtenu avec les plaques mixtes par rapport aux plaques en fer, souleva une vive émotion dans tous les pays maritimes, et la plupart voulurent faire des essais à leur tour, ou se décidèrent même à adopter définitivement le nouveau métal. L'usine allemande de Dillingen traita avec M. Cammell pour l'application de son procédé, et elle put ainsi fournir les divers blindages demandés par l'Allemagne pour ses vaisseaux cuirassés. Les usines de Cammell et de Brown reçurent en outre diverses commandes pour la fourniture de blindages en pays étrangers, notamment en Suède, en Italie et en Russie, où fut installée plus tard une usine spéciale pour la fabrication des blindages Compound.

Entre temps, certaines usines françaises poursuivaient la préparation de blindages obtenus exclusivement en acier, Terrenoire, en essayant d'obtenir des pièces en acier simplement coulé, et le Creusot en opérant au contraire sur des lingots martelés avec le grand pilon que cette usine venait de faire construire. Les essais de Terrenoire restèrent sans résultat, car on n'était pas encore actuellement en mesure d'obtenir avec le métal coulé des blindages capables de supporter un tir sans rupture. L'usine du Creusot réussit, au contraire, par l'application de la trempe à l'huile, par les soins minutieux dont elle entoura cette fabrication si délicate, à préparer des blindages en acier ayant une grande résistance à la pénétration, du quart supérieure à celle du fer, sans avoir plus de fragilité que les blindages mixtes. Les blindages fabriqués par le Creusot furent acceptés par la marine française pour les ceintures et les tourelles des navires concurremment avec les blindages mixtes, mais les blindages de pont restèrent encore réservés au fer, métal plus malléable, et le poids total ainsi fabriqué en acier jusqu'à présent peut atteindre environ 6 à 7,000 tonnes.

Les essais de recette des cuirassements en acier donnèrent des résultats généralement satisfaisants, justifiant bien l'appréciation de la marine française, mais il se produisit toutefois, sur les blindages ainsi obtenus, certains cas de ruptures spontanées en apparence ou résultant de causes occasionnelles insignifiantes, qui montrèrent bien la nécessité de s'assurer sur chaque plaque individuellement que l'acier n'avait pas de tension anormale intérieure résultant du travail d'étirage au pilon ; et dans ses cahiers des charges actuels pour la recette des plaques d'acier, la marine française prescrit un essai individuel destiné à mettre ces tensions en évidence : la plaque est soumise au choc du mouton qu'on laisse tomber librement d'une hauteur d'un mètre.

D'autre part, pour se mettre plus sûrement à l'abri d'un pareil accident, l'usine du Creusot est arrivée graduellement à diminuer la dureté du métal employé à cette fabrication. Il y a lieu de penser du reste, d'une manière générale, comme nous le dirons plus loin, que les méthodes actuelles de fabrication, et surtout les procédés d'immersion dans les bains métalliques, permettront d'obtenir sans danger au laminoir et surtout à la presse, ou même au pilon, des blindages en acier relativement dur.

Quoi qu'il en soit, les blindages en acier préparés par le Creusot, se posèrent en Europe à partir de 1879 en concurrence avec ceux en métal mixte de Cammell ou de Brown ; les divers gouvernements étrangers pratiquèrent de nombreux essais pour trancher la question de supériorité de l'un ou l'autre métal ; mais ces essais n'apportèrent pas de résultats concordants, et les conclusions à en tirer furent l'objet de discussions nombreuses et passionnées. Celles-ci occupèrent pendant plusieurs années et occupent même encore la presse technique ; elles eurent même souvent leur écho dans les Parlements des pays intéressés. Les principaux essais comparatifs eurent lieu en Italie, en Russie et en Danemark ; nous ne pouvons pas évidemment les rappeler tous ici, mais nous donnerons toutefois quelques indications résumées en raison de l'intérêt qui s'y est attaché dans toute l'Europe.

Les premiers essais pratiqués en Italie eurent lieu en 1876-1877, et portèrent sur une plaque en acier du Creusot essayée comparativement avec deux plaques en fer, l'une de M. Cammell, de Sheffield, et l'autre de MM. Marrel, de Rive-de-Gier qui avaient livré jusque là la plupart des blindages en fer de la marine italienne. Les plaques essayées avaient chacune 3m,50 de long, 1m,40 de large et 0m,56 d'épaisseur ; elles étaient appuyées sur un massif en bois de 0m,50, figurant la paroi du navire.

Le tir fut pratiqué d'abord avec le canon de 10" (0m,25), puis avec celui de 11" (0m,279) dont les projectiles ne purent traverser la cible ; on prit

ensuite le canon de 100 tonnes de 0m,43 de calibre, lançant des projectiles pesant 907 kilogrammes, qui venait d'être livré en Italie par Armstrong. Les deux plaques en fer furent traversées; la plaque en acier résista seule à la perforation ; mais elle fut complètement brisée et vola en éclats.

Un autre essai fut pratiqué en 1879 sur les plaques en acier coulé de Terrenoire de 0m,60 d'épaisseur avec le canon de 100 tonnes. Un projectile en fonte dure Gregorini pesant 920 kilogrammes fut tiré contre l'une d'elles à la vitesse de 522 mètres, il brisa la plaque et rebondit après avoir fait une empreinte de 0m,35. Un projectile en acier tiré contre la seconde plaque traversa complètement le massif, et fut retrouvé entier.

Les essais comparatifs portant sur l'acier et le métal mixte qui furent pratiqués à La Spezzia en 1882 eurent un retentissement beaucoup plus considérable. Les blindages des tourelles de l'*Italia* dont l'épaisseur atteignait 0m,48 venaient d'être commandés à MM. Cammell et Brown, en métal mixte; et, avant de remettre la commande de ceux du *Lepanto*, la marine italienne voulut les essayer avec le canon de 100 tonnes, mais elle décida de faire porter l'essai en même temps sur une plaque en acier du Creusot.

Les plaques essayées avaient toutes les mêmes dimensions, soit : 3m,30 de longueur, 2m,62 de largeur et 0m,48 d'épaisseur.

L'acier de la plaque Cammell occupait une épaisseur de 0m,15 seulement dans la plaque finie, il tenait 0,65 0/0 de carbure. La plaque avait été obtenue suivant le procédé habituel de fabrication, par le laminage d'un paquet de 0m,76 d'épaisseur, mais M. Wilson, representant de cette usine, déclara par avance que ce laminage était insuffisant, il aurait fallu, dit-il, partir d'un paquet de 0m,92 au moins de manière à obtenir un corroyage de près de 2.

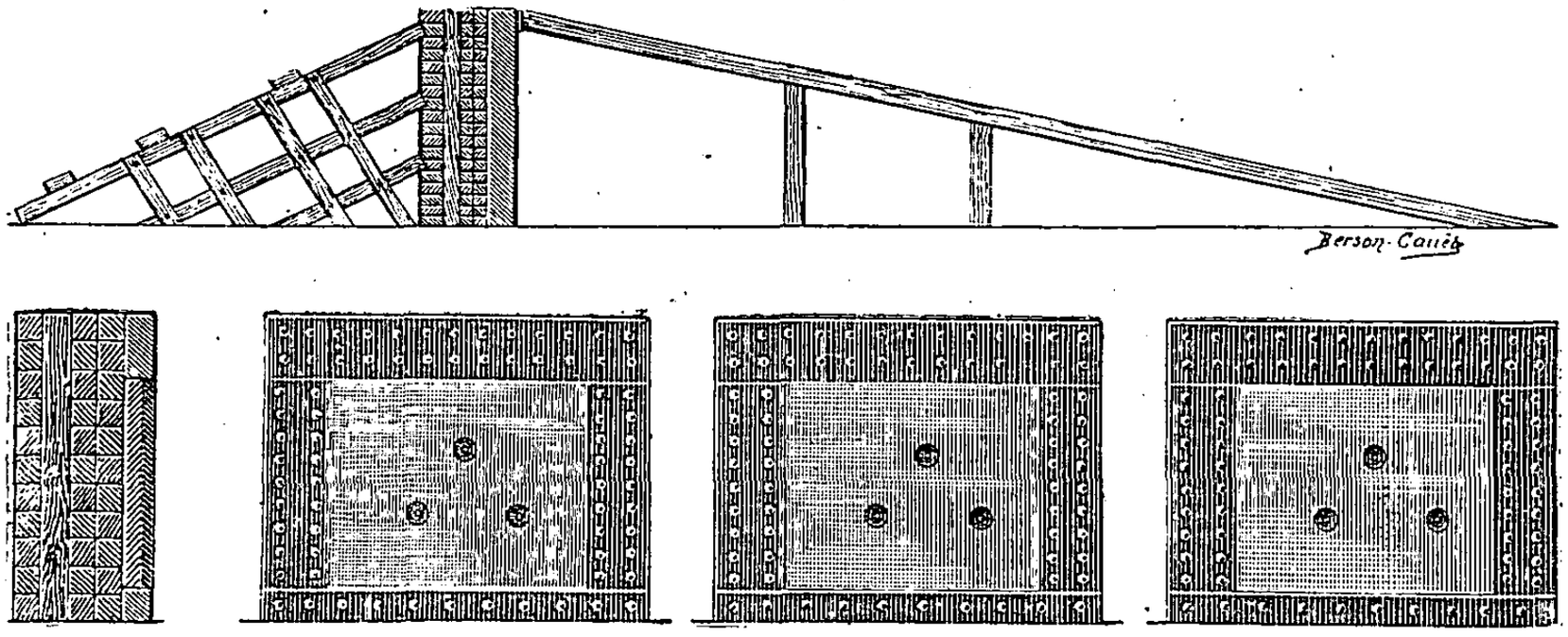


Fig. 217 à 221. — *Essais comparatifs pratiqués à la Spezzia, en octobre et novembre 1882. Installation du massif d'épreuve, et vue des trois plaques disposées pour l'essai sur le massif. A gauche, plaque en métal mixte Cammell; au milieu, plaque en métal mixte Brown; à droite, plaque en acier du Creusot.*

La plaque Brown avait un acier un peu plus dur tenant 0,7 de carbone, elle était considérée aussi comme insuffisamment corroyée.

Les deux plaques anglaises étaient fixées sur le massif par six boulons seulement.

La plaque du Creusot était en acier tenant 0,45 de carbone, la surface en était durcie par trempe à l'huile sur une profondeur de 0m,15. Elle était fixée au massif par vingt boulons assurant ainsi pour tous les points un assemblage parfait, que n'avaient pas les plaques anglaises.

Les figures 217 à 221 donnent la vue d'ensemble de l'installation du massif d'épreuve, et donne en même temps la disposition des trois plaques.

Les projectiles employés en fonte dure du calibre de 0m,45 avaient 1m,14 de long, ils pesaient 896 kilogrammes. Ils furent tirés contre chaque plaque à la vitesse de 371 mètres représentant une énergie suffisante pour traverser une plaque en fer de 0m,48.

Le premier coup fut tiré dans ces conditions, successivement contre chacune des trois murailles : les plaques Cammell et Brown se fendirent sans être traversées, seule la plaque d'acier resta entière et non traversée. Les trois projectiles rebondirent en se brisant ; il ne fut pas possible d'apprécier exactement la profondeur des pénétrations, toutefois elle paraissait plus faible sur la plaque Brown. Sur la plaque d'acier, la pénétration mesurée après le coup suivant fut trouvée de 0m,206.

Pour les tirs suivants, on décida d'augmenter l'intensité du choc, de manière à atteindre l'énergie de perforation d'une plaque en fer de 0m,60, ce qui correspondait à peu près à la résistance d'une plaque mixte ou en acier de 0m,48, en admettant qu'elle soit d'un quart supérieure à celle du fer. La vitesse fut donc portée à 475 mètres. Le nouveau tir fut pratiqué le 17 novembre 1882; le projectile pénétra de 0m,47 dans la plaque d'acier. Celle-ci fut brisée sans être traversée; mais les fragments restèrent fixés contre le massif, grâce au nombre de boulons d'attache employés.

La plaque Brown attaquée dans des conditions analogues se brisa en six fragments principaux qui furent tous détachés du massif sauf un qui resta maintenu par deux boulons. La pénétration

d'impact fut particulièrement faible, et le projectile se brisa. La figure 222 donne la vue de la plaque après le tir, les morceaux étant supposés réunis en place sur le massif.

Quand à la plaque Cammell, elle fut attaquée à une vitesse un peu plus forte, de 479 mètres; elle fut aussi complètement brisée sans présenter une plus forte pénétration, et tous les morceaux se détachèrent du massif qui resta entièrement découvert. La figure 223 donne aussi la vue de cette plaque avec les morceaux supposés remis en place.

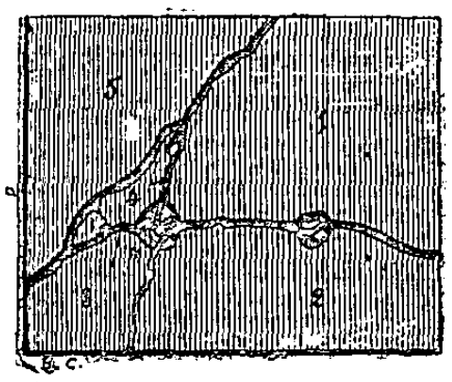


Fig. 222. — *Vue des morceaux supposés remis en place de la plaque Brown brisée au deuxième coup.*

La plaque en acier, restée seule sur son massif, put subir encore deux coups après les deux qu'elle avait déjà reçus, le premier fut tiré avec un projectile d'acier de Terrenoire, pesant 942k,5, à la vitesse de 471 mètres, correspondant à l'énergie de perforation nécessaire pour une plaque en fer de 0m,64.

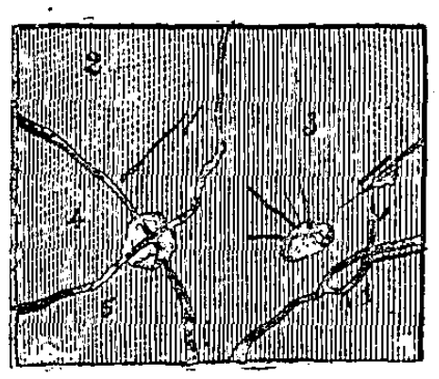


Fig. 223. — *Vue des morceaux supposés remis en place de la plaque Cammell brisée au deuxième coup.*

Le projectile retomba en avant du massif, sans être brisé, mais fortement déformé. Le morceau attaqué fut complètement brisé. La figure 224 donne la vue de cette plaque ainsi restée en place après le troisième coup.

Le second coup fut tiré sur un autre fragment avec un projectile d'acier coulé, pesant 963k,5, à la vitesse de 464 mètres, le fragment restant fut complètement brisé, et il en fut de même du projectile qui, d'ailleurs, ne put traverser.

Nous reproduisons dans le tableau ci-dessous les données principales de ces tirs :

Numéros des coups	Poids de la charge	Poids du projectile	Vitesse initiale	Vitesse à l'impact	Epaisseur de la plaque en fer correspondante	Energie en tonnes mètres	Energie par centimètre de circonférence
	kil.	kil.	kil.				
1	149	907.0	377.5	371.5	0.482	6392	45.1
2	»	»	377.8	375.5	0.483	6530	46.1
3	»	»	374.8	372.5	0.482	6426	45.4
4	217	»	476.0	474.0	0.634	10387	73.6
5	»	»	478.0	476.6	0.645	10502	74.5
6	»	»	479.0	477.0	0.645	10537	74.7
7	»	942.5	471.4	468.8	0.640	10565	74.9
8	»	963.5	464.0	461.0	0.635	10467	74.8

Les coups nos 1 et 6 furent tirés contre la plaque Cammell, les coups nos 2 et 5 contre la plaque Brown, les nos 3, 4, 7 et 8 contre la plaque en acier du Creusot.

L'ensemble de ces résultats fait ressortir au premier abord la supériorité de la plaque d'acier. Celle-ci a pu supporter en effet sans être traversée, des coups qui auraient assuré la perforation d'une plaque en fer d'une épaisseur supérieure d'un tiers à la sienne. Elle n'a été mise tout à fait hors de combat qu'au cinquième coup, tandis que les plaques en métal Compound étaient détachées au deuxième coup. On objecta cependant que cette supériorité tenait en partie à deux causes particulières qui avaient exercé une grande influence sur les résultats. La plaque du Creusot était rattachée au massif par un grand nombre de boulons dont la répartition avait été étudiée en raison du tracé du triangle d'impact, et qui purent ainsi maintenir les fragments de la plaque sur le massif, même après qu'ils furent détachés

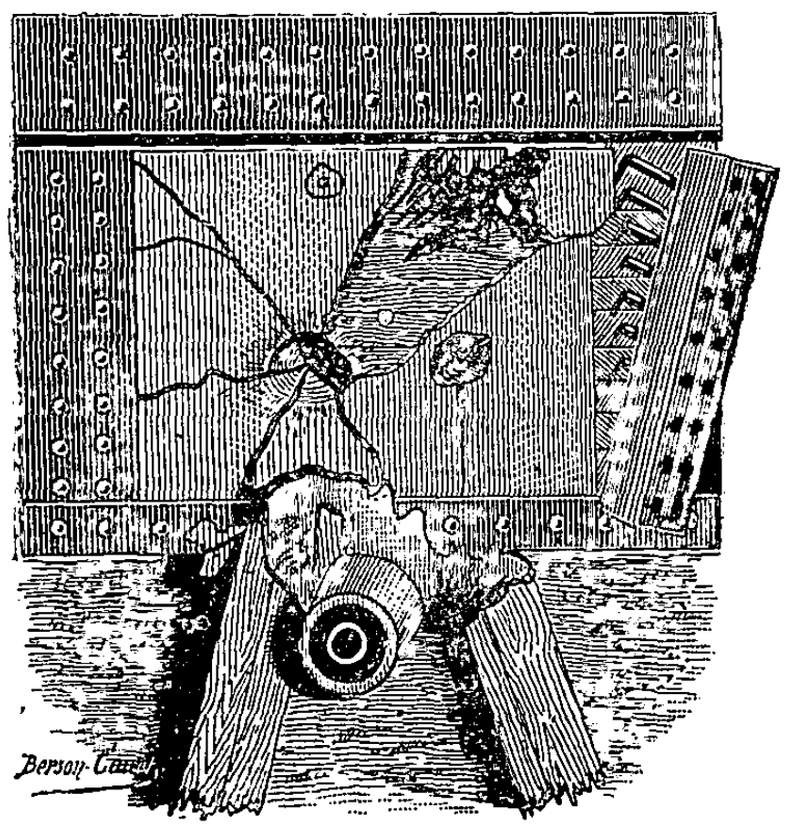


Fig. 224. — Vue de la plaque en acier du Creusot restée en place après le troisième coup.

les uns des autres. On ajouta enfin que la plaque d'acier aurait été fabriquée spécialement en vue de cet essai, et qu'elle aurait subi notamment une trempe à l'huile qui avait gauchi la surface dans des conditions qui auraient rendu ce procédé inacceptable en service. Pour des plaques de fourniture courante en effet, la forme courbe imposée par le tracé de la coque du navire doit être régulièrement suivie, mais il n'est pas douteux d'ailleurs, que dans la fabrication actuelle de l'acier, la trempe n'est pas un obstacle absolu à l'obtention d'une forme déterminée,

Quoi qu'il en soit, malgré ces résultats, la marine italienne persista, à cette époque, à conserver le métal mixte, en alléguant que la fabrication des plaques en acier était encore fort irrégulière, et que, d'ailleurs, dans la plupart des pays étrangers, le métal mixte avait la préférence; l'essai comparatif pratiqué à Gavre avait été favorable à ce type de métal.

D'ailleurs, il fallait considérer surtout, ajoutait-on, le tir oblique, et dans ce cas, qui est celui de

la pratique, les plaques en métal mixte étaient mieux en mesure de déterminer sûrement la rupture des projectiles sans être pénétrées. C'est la thèse qui fut défendue par l'amiral Acton, alors ministre de la marine italienne, devant la Chambre des députés, et cette question fit même l'objet devant ce corps, 11 avril 1883, d'une discussion assez ardente qui se termina en faveur de l'administration de la marine.

Il faut ajouter d'ailleurs qu'un autre essai comparatif entre la plaque mixte et la plaque en acier fut pratiqué vers la même époque en Russie au polygone d'Ochta, et donna des résultats très différents de ceux de la Spezzia.

Cet essai porta sur une plaque en acier du Creusot et une plaque mixte de Cammell. Les deux plaques avaient les mêmes dimensions, 2m,45 de long sur 2m,15 de large, et 0m,30 d'épaisseur ; elle pesaient 12 tonnes environ ; elles étaient appuyées toutes deux sur un épais massif en bois revêtu de deux petites plaques en fer de 20 millimètres. La plaque en acier était retenue par douze boulons, tandis que celle en métal mixte en avait quatre seulement. Le tir eut lieu à la distance de 350 pieds avec le canon Aboukoff de 0m,279, tirant des projectiles en fonte dure de 250 kilogrammes fabriqués à Perm, dans l'Oural.

Le premier coup fut tiré contre la plaque d'acier à la vitesse de 459 mètres, correspondant à la perforation d'une plaque en fer de 0m,40. Celle-ci fut brisée en cinq morceaux, sans être traversée. Le projectile fut également brisé. La pénétration était de 0m,33.

Au second coup tiré contre la plaque en acier,



Fig. 225 et 226. — *Essais comparatifs sur des plaques de blindage en acier et en métal Compound pratiqués au polygone d'Ochta, le 2 novembre 1882 et le 8 mars 1883. La vue de gauche représente la plaque en acier du Creusot après le troisième coup et celle de droite la plaque en métal Compound après le quatrième coup.*

la vitesse fut ramenée à 355 mètres correspondant à la perforation d'une plaque en fer de 0m,30. La plaque fut brisée en neuf fragments bien distincts, et le projectile également brisé.

Le troisième coup dirigé sur la même plaque fut tiré à la même vitesse avec un projectile d'acier. Celui-ci traversa le massif entier et sans fente, et alla tomber derrière à 700 mètres. Un fragment de plaque de 1,000 kilogrammes environ passa aussi derrière le massif. Dix morceaux pesant environ 3,000 kilogrammes tombèrent en avant. La figure 225 donne la vue de cette plaque après le tir.

Dans le tir contre la plaque mixte, celle-ci supporta au contraire quatre chocs analogues sans être brisée. Le premier coup fut tiré du côté gauche et dans le bas à la vitesse de 459 mètres, le projectile se brisa en restant dans l'empreinte. La pénétration ne devait dépasser 0m,12. Trois des boulons d'attache furent brisés. La plaque présenta seulement quelques criques légères.

Au second coup, tiré en haut et à gauche, à la vitesse de 358 mètres, le projectile se brisa encore en restant dans l'empreinte, le quatrième boulon d'attache fut cassé, la plaque n'étant plus soutenue se détacha du massif et tomba en avant. Elle présentait seulement quelques criques légères ; un morceau d'acier qui avait été mal soudé s'était détaché dans l'angle supérieur de gauche.

La plaque fut replacée sur le massif, et le tir repris le 8 mars 1883, dans les mêmes conditions que précédemment, toutefois la vitesse du tir fut portée à 360 mètres, sous une inclinaison de 12° ; le coup fut tiré dans le haut à droite, le projectile en fonte dure fut encore brisé, il produisit seulement quelques criques légères, et détacha un léger fragment d'acier entre les impacts 1 et 2. Un quatrième coup, tiré dans les mêmes conditions, à droite et en bas ne produisit pas non plus d'avaries sensibles. Cet essai se termina donc tout à fait à l'avantage de la plaque mixte.

Il faut mentionner également d'autres essais comparatifs exécutés vers la même époque (mars 1883), en Danemark au polygone d'Amager, dans des conditions un peu différentes qui leur donnent un intérêt particulier. On tira en effet sous une incidence presque rasante de manière à se rapprocher des conditions d'attaque des ponts de navire et des cuirasses métalliques de forteresses de terre. La cible formait une partie d'un véritable pont de navire présentant à la partie inférieure trois rangs de chacun deux plaques de 100 millimètres d'épaisseur, inclinées de 24° et au-dessus trois rangs de chacun trois plaques de 50 millimètres, inclinées seulement de 7° sur l'horizon. Ces plaqnes de 30 millimètres sont représentées figure 227. Les plaques épaisses reposaient sur un matelas en bois, et les plaques minces étaient fixées directement sur la tôle figurant le bordé du navire. Le premier rang, dans le sens transversal de manière à comprendre une série de plaques de chaque épaisseur, était formé de blindages en acier du Creusot, le second, de blindages épais en métal mixte et de blindages minces en fer Cammell, et le troisième de blindages en fer, livrés par MM. Marrel frères. On tira d'abord avec un canon Krupp de 15 centimètres lançant des projectiles d'acier de 51 kil. à la vitesse de 520 mètres, puis avec un canon Armstrong de 9 pouces (229 millimètres), lançant des projectiles en fonte de 112 kilogrammes à la vitesse de 421 mètres. Les projectiles d'acier étaient des obus creux de deux tracés différents, l'un avec ogive en pointe, et l'autre ayant l'ogive tronconique, portait à l'avant un ménisque concave destiné à roder le métal des plaques attaquées sous le tir rasant. Les projectiles du canon Armstrong étaient également de deux types ; l'un, formant un boulet eu fonte dure ; et l'autre, un projectile ordinaire à fusée percutante, chargé intérieurement.

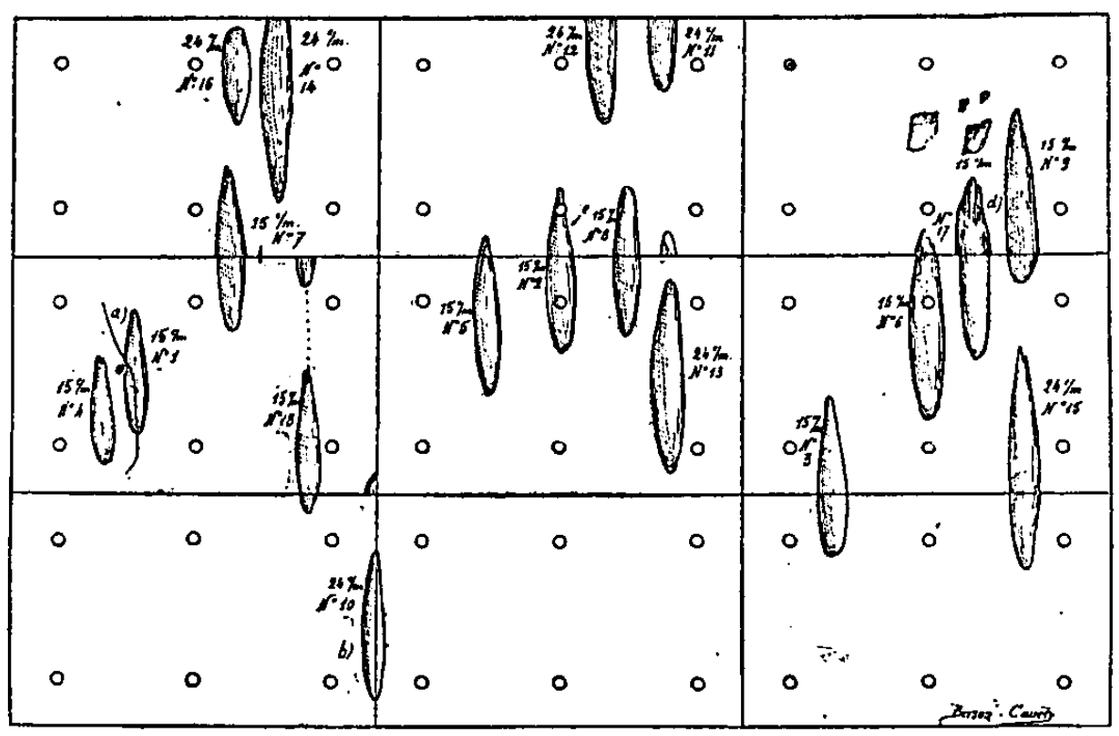


Fig. 227. — *Essais pratiqués au polygone d'Amager, près Copenhague, les 19 et 20 mars 1883, sur 9 plaques de 50 millimètres d'épaisseur inclinées à 7° figurant l'installation d'un cuirassement de pont de navire. A gauche, plaques en acier du Creusot ; au milieu, plaques en fer de Cammell ; à droite, plaques en fer de MM. Marrel.*

a Crique légère traversant la plaque. — *b* Le coup a porté à la fois sur les bords des deux plaques et a rodé le bord de la plaque en acier. — *c* Crique de 6 centimètres de longueur. — *d* Le projectile à tête plate s'est brisé, et la tête est restée dans la plaque.

On tira au total 40 coups de canon sur les 15 plaques, et dans l'impossibilité de donner ici la relation détaillée de ces divers tirs, nous devons nous borner à l'indication des résultats généraux.

Les projectiles ont ricoché en produisant des saillies plus ou moins profondes, comme l'indique la figure 227, qui représente la vue des 9 plaques de 30 millimètres d'épaisseur, et on peut dire d'une manière générale que les plaques en acier présentèrent moins de pénétration, mais plus de fragilité, certaines d'entre elles arrivèrent à se détacher graduellement par fragments, et le bordé situé à l'arrière souffrit beaucoup. Les plaques Marrel et Cammell présentèrent fort peu de criques, elles restèrent en place après le tir. L'une des plaques en fer de 10 centimètres fut traversée par le projectile n° 29, et un morceau fut détaché ultérieurement (coup n° 39).

En Angleterre, le métal mixte a conservé la préférence jusque aujourd'hui, car on estime qu'il donne plus de garantie contre les fentes transversales. On pense en un mot qu'il vaut mieux avoir des plaques non homogènes formées de différents métaux, et Cammell applique même ce principe dans la préparation du sommier en fer pour lequel il emploie déjà quatre plaques minces de duretés différentes, afin que les lignes de fracture résultant du tir ne s'étendent pas directement dans toute l'épaisseur, mais qu'elles présentent des saillies et des ressauts en traversant les couches successives. On espère ainsi augmenter la résistance à la rupture.

M. Cammell a même fait essayer une plaque en métal mixte avec sommier en acier. D'après les renseignements publiés à cette occasion dans les revues anglaises, l'acier du revêtement présentait une résistance à la rupture de 74 kilogrammes avec un allongement de 1,5 0/0, tandis que le métal plus doux du sommier avait une résistance de 40 kilogrammes avec un allongement de 25 0/0. La plaque avait 2^{m},44 de longueur, 1^{m},83 de large et 0^{m},26 d'épaisseur, elle a été essayée avec le canon de 10 pouces (0^{m},253), tirant des projectiles en fonte dure de 181 kilogrammes, à la vitesse de 416 mètres ; elle se brisa en arrêtant les trois coups, toutefois les pénétrations furent assez faibles et ne dépassèrent pas 0^{m},13. D'après nos formules françaises cet essai correspond à peu près exactement à la vitesse de perforation d'une plaque en fer de même épaisseur, de sorte que ces conditions de tir diffèrent peu de celles qui seraient appliquées chez nous, et ces résultats ne dépassent pas la moyenne des nôtres.

Les Anglais cependant estiment que dans les épaisseurs inférieures à 0^{m},30, les plaques Com-

pound sont nettement supérieures aux plaques d'acier, car elles présentent généralement moins de fentes que les plaques d'acier. Cette opinion ne serait pas admise en France pour les plaques d'épaisseur inférieure à 0m,15.

Il faut ajouter en outre que les usines anglaises de Cammell et Brown ont réalisé, ces dernières années, des progrès sensibles dans la fabrication des plaques en métal mixte et elles peuvent aborder au besoin la fabrication de la plaque en acier. Le gouvernement anglais poursuit même actuellement des essais comparatifs entre les plaques en acier de toutes nuances et les plaques en métal mixte.

Ces essais portent sur onze plaques comprenant : trois en métal Compound, dont deux avec sommier en fer présentées par MM. Cammell et Brown, et une de l'usine Jessope, de Sheffield, avec sommier en acier, sept en acier forgé (Cammell, Brown, Breadmore, de Glasgow; Armstrong, de Newcastle; Witworth, de Manchester; Wickers, Firth, de Sheffield, acier forgé à la presse), et une plaque en acier coulé, présentée par la maison Spencers, de Newcastle.

Ces plaques ont toutes les mêmes dimensions, soit 2m,45 de long sur 1m,80 de large et 0m,27 d'épaisseur; elles sont appuyées sur un solide massif en bois. L'essai est pratiqué avec le canon de 6" (0m,152) tirant des projectiles pesant 45k,3, à la vitesse de 600 mètres environ. Cinq coups sont tirés contre chaque plaque, deux avec des obus Holtzer en acier forgé, deux avec ceux en fonte durcie de Palliser et le cinquième avec un obus en acier Holtzer.

Ces tirs comparatifs ne sont pas encore terminés et il faut attendre d'ailleurs les résultats complets avant de porter un jugement définitif. D'ailleurs le gouvernement anglais prépare actuellement d'importantes commandes de navires, et la décision qu'il va prendre au sujet des blindages de ceux-ci, sera déterminée sans doute en grande partie par les résultats de ces essais.

Tous les pays maritimes se préoccupent de ces questions de blindages qui présentent une importance capitale pour la marine de guerre, et on annonce de divers côtés des essais comparatifs sur les divers types de métaux.

Actuellement la Russie et les États-Unis pratiquent de nouveaux essais : l'essai russe doit porter sur des plaques de 0m,250 d'épaisseur qui seront attaquées avec le canon de 15 centimètres, lançant un projectile d'acier pesant environ 450 kilogrammes, à la vitesse de 600 mètres environ.

L'essai américain doit porter sur des plaques de 0m, 265 d'épaisseur qui seront attaquées avec le canon de 6" (0m,152), tirant des projectiles en acier forgé de 100 lbs. 45k,35, à la vitesse de 644 mètres.

Ainsi qu'on le voit par ce résumé rapide, les types de blindages employés jusqu'à ces derniers temps peuvent se rattacher à trois natures de métaux distincts, lesquels sont appliqués concurremment suivant les cas :

1° Le fer au bois puddlé et soudé obtenu par laminage plutôt que par forgeage, qui a fourni le premier type de blindage employé, et qui jusqu'à présent a paru seul posséder la malléabilité sans fragilité nécessaire pour garantir l'étanchéité des œuvres vives du navire. Aussi la marine française l'a-t-elle adopté exclusivement pour les cuirassements des ponts de navire où il est indispensable d'assurer l'étanchéité. Les essais pratiqués en effet sur les plaques en acier du Creusot, notamment en tir oblique, avaient montré qu'elles étaient incapables de supporter sans fissure une déformation un peu importante sous l'effet du choc des projectiles.

2° L'acier forgé obtenu au pilon fabriqué par l'usine du Creusot réservé concurremment avec le métal mixte pour les blindages de ceinture et de tourelles, en raison de sa résistance à la perforation supérieure à celle du fer. Cet acier est généralement plus doux que celui du métal mixte, et la fabrication en est fort délicate pour atteindre la nuance de dureté désirée sans avoir à craindre les tapures.

3° Le métal mixte ou Compound obtenu au laminoir avec une couverte d'acier dur d'épaisseur allant d'un tiers à un demi, et un sommier en fer destiné à arrêter les fentes de la couverte. La fabrication de ce métal exige des soins particuliers pour obtenir une bonne soudure, et le gabariage en est fort difficile en raison de la dureté de la couverte.

Les distinctions établies entre les différentes natures de métaux sont encore admises aujourd'hui; mais elles n'ont plus la même valeur, surtout en ce qui concerne l'acier, car nos différentes usines sont arrivées à fabriquer des plaques en acier de toute dureté présentant plus ou moins de résistance à la perforation, suivant qu'on accepte plus ou moins de fragilité.

La Compagnie de Chatillon-Commentry prépare actuellement des plaques d'acier en métal extra doux, dont on voyait à l'Exposition de 1889 des spécimens particulièrement remarquables. Les plaques essayées au tir normal présentaient cinq impacts presque tangents de profondeur supérieure à l'épaisseur de la plaque, et cela sans aucune fente ni fracture, témoignant ainsi de la parfaite malléabilité du métal. Une grande plaque de 4 mètres sur 2 mètres avec 8 centimètres d'épaisseur essayée en tir oblique présentait aussi trois sillons allongés d'un mètre de longueur sur 0m,10 de profondeur, obtenus dans un tir rasant avec le canon de 27, lesquels n'avaient non plus aucune fente ni fracture; tandis que les tôles de doublage en acier doux de construction étaient complètement déchirées. La plaque présentait ainsi, malgré ses 8 centimètres d'épaisseur, plus de malléabilité que des tôles d'un centimètre seulement.

Ce métal extra doux qui présente ainsi une supériorité marquée sur le fer soudé dans le tir direct, paraît au contraire inférieur dans l'attaque par les projectiles explosifs, car la plaque ainsi constituée se laisse briser par des fentes traversant toute l'épaisseur tandis que celle en fer soudé résiste mieux par suite de sa structure feuilletée, et ne présente généralement pas de fentes continues.

En dehors du métal extra doux, nos grandes

usines françaises, MM. Marrel frères (usine de Rive de Gier), Saint-Chamond arrivent à préparer des blindages en acier exigeant pour la perforation une vitesse d'un quart supérieure à celle du fer soudé, et ils réalisent ainsi dans des conditions satisfaisantes, cette fabrication, dont le Creusot a eu longtemps le monopole.

On arrive même à obtenir actuellement des aciers durs dont la vitesse de perforation dépasse de plus d'un tiers celle du fer ; mais ce sont généralement des aciers chromés plus ou moins carburés qui se préparent en tôles relativement minces. Les tôles de 3 à 6 millimètres servent de pare-éclats contre les balles du fusil, pour protéger les servants dans les tourelles des navires, on a proposé également d'en faire des boucliers pour l'armée de terre. On a constitué également des tôles de 15 à 50 millimètres d'épaisseur pour arrêter les projectiles des mitrailleuses et des canons-revolvers Hotchkiss et autres.

Pour la préparation de ces métaux durs, l'application de la trempe dans les bains métalliques qui a été imaginée par la Compagnie des forges de Chatillon-Commentry, paraît appelée à donner d'excellents résultats, en prévenant les tensions intérieures que le travail de forge détermine nécessairement dans les grosses pièces.

Les bains d'alliages métalliques, et spécialement le plomb fondu qui est d'ailleurs le seul employé en pratique, présentent, comme on sait, une conductibilité de beaucoup supérieure à celle des liquides, comme l'eau ou l'huile, habituellement employés en métallurgie; de plus l'élévation du point de fusion du plomb voisin de 300°, et l'écart de température entre le point de fusion et le point de volatilisation de ce métal permettent de constituer des bains amenés à des températures qui soient bien en rapport avec celles du forgeage des aciers de diverses nuances, et spécialement des aciers durs. Dans ces conditions, la pièce immergée dans le bain de plomb se trouve amenée, et toujours maintenue, en équilibre de température parfaite dans toute sa masse ; les molécules d'acier prennent librement leur orientation, et la pièce peut traverser ainsi la période critique du refroidissement dans laquelle s'opère le changement du grain, sans qu'il se produise aucune tension intérieure. On obtient donc ainsi, même avec un acier dur, des pièces particulièrement saines, et tout à fait exemptes de tapures. On lira avec intérêt sur ce sujet l'étude publiée par M. Lisbonne, ancien directeur des constructions navales, dans le *Génie civil* (numéro du 12 mai 1888).

Au moyen de ce procédé, la Compagnie Chatillon-Commentry a obtenu des résultats remarquables dans la préparation des blindages en métal forgé et laminé de faible épaisseur, et on en trouvait des spécimens intéressants dans son exposition.

Elle a essayé également de transporter ce procédé dans la préparation de l'acier simplement coulé auquel elle voulait donner, par la transformation du grain due à la trempe, la résistance du métal forgé.

Il ne semble pas jusqu'à présent que ces tentatives intéressantes aient été complètement couronnées de succès, car les métaux coulés conservent toujours une certaine fragilité que la trempe au plomb ne saurait leur enlever. Les blindages en acier coulé ne paraissent pas du reste susceptibles de recevoir aucune application dans le cuirassement des navires, car ils ont besoin d'une forte épaisseur et deviennent par suite trop lourds pour donner une protection efficace. Sur les coupoles de terre, où la considération du poids n'a plus la même importance, il pourrait y avoir intérêt à tenter l'application des métaux simplement coulés en raison de leur bas prix, d'autant plus qu'il est très facile de leur donner les formes les plus avantageuses au point de vue de la résistance, ce qu'on ne peut pas faire avec le métal laminé ou forgé. Les blindages en métal coulé, acier ou fonte dure, sont appliqués avantageusement à la préparation des avant-cuirasses noyées dans le sol autour des coupoles, et recouvertes de béton.

Ainsi qu'on le voit par ce rapide exposé, la préparation des blindages a fait des progrès considérables en ces dernières années ; mais il ne faut pas oublier que ceux de l'artillerie ont été plus rapides encore peut-être, de sorte que dans cette lutte éternelle qui se poursuit entre le canon et la cuirasse depuis longtemps déjà on peut le dire, c'est le canon aujourd'hui qui paraît avoir l'avantage ; il est arrivé à atteindre des vitesses qui paraissaient encore irréalisables il y a quelques années, et avec les projectiles en métal forgé tels qu'on les fabrique actuellement en France, il a trouvé un outil d'une résistance énorme, qui devient capable de briser les plaques les plus dures. Les projectiles en acier forgé arrivent à traverser actuellement des plaques d'acier d'épaisseur bien supérieure à leur calibre, l'obus de 34 perce une plaque de 40 centimètres, l'obus de 42 perce une plaque de 50, et il semble que, pour résister de son côté à de pareils chocs, la plaque devra aller aussi continuellement en accroissant sa dureté. Les expériences pratiquées avec les obus en acier forgé ne sont pas encore très nombreuses, et il est difficile d'indiquer dès à présent la solution qui sera adoptée ; mais c'est très probablement dans la préparation des métaux durs aussi peu fragiles que possible qu'elle devra être cherchée. A ce point de vue, l'acier préparé avec un lingot unique ou peut-être par mises successives, prendra probablement un certain avantage par rapport au métal Compound proprement dit, dans les préparations des blindages minces auxquels il faudra donner sur toute leur épaisseur toute la dureté dont ils sont susceptibles. — B.

BLUTERIE ÉLECTRIQUE. A l'Exposition universelle d'électricité de 1881, figurait, parmi les curiosités, une *bluterie électrique* ou *sasseur électrique*, appareil destiné à séparer le son de la farine dans les gruaux, sans produire aucune de ces poussières fines qui, dans les bluteries ordinaires, sont souvent cause de terribles explosions et d'incendies, sans compter les maladies pulmonaires qu'elles déterminent fréquemment chez les

garçons meuniers. On sait que pour obtenir, par les procédés ordinaires, la purification des gruaux, après l'extraction du gros son de la farine par les bluteries, on emploie un système dit à *aspiration d'air*, qui présente l'inconvénient de projeter dans l'air les poussières fines de la farine et de s'opposer au passage de la farine à travers la gaze du tamis et d'entraîner des pertes de matière. Dans les appareils électriques des inventeurs américains, MM. Thomas, B. Osborne et K. Smith, ces inconvénients sont supprimés. Voici le principe de ce système de bluterie : au-dessous d'un cylindre en caoutchouc durci, mis en rotation et frotté par un coussin de laine floconneux, on fait passer, sur une toile sans fin, des recoupes de gruaux ou des farines mélangées avec leurs sons. Sous l'influence de l'électrisation résultante, les sons (parties les plus légères) sont attirés et entraînés par le cylindre tournant et séparés ainsi de la farine qui suit une autre voie. Le cylindre est mis en rotation par un engrenage et le frotteur peut être serré contre le cylindre au moyen d'une vis adaptée au support.

Il y a trois cylindres sur le même axe occupant toute la largeur de la machine et celle-ci comporte huit systèmes semblables. Voyons maintenant comment fonctionne l'appareil. La trémie où tombe la recoupe est placée à l'une des extrémités de la machine. Le mélange pulvérulent s'en écoule par l'ouverture longitudinale ménagée à sa partie inférieure, et s'étale sur une étoffe ou gaze qui occupe toute la longueur de la machine. Cette étoffe, sans fin, tout en tamisant doucement la fine fleur, passe sous les cylindres sans cesse électrisés, mis en mouvement par un même arbre muni de roues d'angle, lequel est relié au moteur par des poulies. La recoupe, dans son trajet d'un bout à l'autre de l'appareil, est projetée par petites secousses contre les cylindres et les parties légères (les sons) y adhèrent, s'accumulent contre les frotteurs d'où elles finissent par se détacher à cause de leur poids et se rassemblent dans des gouttières en fer-blanc où des râcloirs les repoussent dans une grande auge longitudinale. Là, une vis d'Archimède les transporte à l'extrémité de l'auget pour les déverser dans des sacs. La farine ainsi débarrassée du son est tamisée à travers des gazes de différents numéros et séparées en plusieurs échantillons dans des boîtes différentes placées au-dessous de l'appareil.

Voici quelques chiffres qui donnent une idée plus précise de la machine : chaque rouleau de caoutchouc a $0^m,15$ de diamètre et $0^m,25$ de longueur. La bluterie entière de 24 cylindres occupe une surface d'environ 2 mètres carrés et ne demande qu'une force d'un demi-cheval ; elle peut faire 200 à 300 kilogrammes par heure, suivant la nature des gruaux.

Les avantages de la bluterie sont, paraît-il, nombreux et importants : simplicité de mécanisme, de travail et réduction de force motrice, faculté de purifier toutes espèces de gruaux (blés tendres ou durs), suppression des poussières, etc. Quant au rendement, point essentiel, il est, en somme, de 10 0/0 supérieur à celui des procédés ordinaires. Ainsi, pour ne parler que de ce qui se passe dans la chambre à poussière, les déchets, qui sont nuls avec le système électrique, atteignent 3 et 1/2 0/0 avec le système ordinaire.

Dès 1881, une compagnie américaine s'est formée pour exploiter ce système de bluterie et dès la même année, elle avait vendu plus de 400 machines qui fonctionnaient sur différents points des Etats-Unis à la satisfaction des intéressés. Il est probable que depuis cette époque l'usage du *sasseur électrique* s'est beaucoup répandu. Mais il n'est pas question qu'en France on en ait encore fait usage. — C. D.

BOIS. Nous avons déjà donné au *Dictionnaire*, sur ce sujet, une étude que nous complétons ici par de nouveaux renseignements.

Résistance des bois. La résistance des bois augmente avec leur densité ; dans les constructions, les bois travaillent à l'*extension*, à la *compression*, à la *flexion*.

Dans les travaux, on ne dépasse pas pour les bois qui travaillent à l'*extension*, les charges suivantes par centimètre carré :

Sapin du Nord		80 à 90 kil.
Sapin des Vosges		40
Frêne		120
Orme		100 à 104
Chêne	parallèle aux fibres	60 à 80
	perpendiculaire aux fibres	16
Peuplier	parallèle aux fibres	60
	perpendicul. aux fibres	12 à 13
Tremble		60 à 72
Pin sylvestre		24 à 25
Hêtre		80
Teak		110
Buis		140
Poirier		69 à 70
Acajou		56
Chêne ou sapin	Assemblages par crémaillère ou entailles	40
	arcs en planches de champ ou bois courbé	30

L'effort de rupture est dix fois plus grand que les charges précédentes.

Résistance à la compression. Hodgkinson (*Transactions philosophiques*, XI^e volume) a donné les chiffres consignés dans le tableau suivant sur la rupture des bois par compression.

Les bois sont d'autant plus résistants qu'ils sont dans un état de dessiccation plus complet.

On estime, en pratique, que la charge permanente des poteaux en bois ne doit être que le 1/7 au 1/10 de la charge de rupture ; on va jusqu'au 1/5 pour les travaux provisoires. A mesure que la hauteur de la pièce augmente par rapport à sa section, sa résistance à la compression diminue (la pièce tendant à se déformer par flexion) ainsi que le fait voir le tableau ci-dessous.

Rapport de la hauteur au plus petit côté de la base	Rapport des résistances
1	1
12	5/6
24	1/2
36	1/3
48	1/6
60	1/12
70	1/24

	Charge d'écrasement par cent. carré	
	Etat ordinaire	Très sec
	kil.	kil.
Aune	480	489
Frêne	610	658
Laurier	528	528
Hêtre	543	658
Bouleau d'Amérique	«	820
Bouleau d'Angleterre	232	450
Cèdre	399	412
Pommier sauvage	457	502
Sapin rouge	404	463
Sapin blanc	477	513
Sapin de Prusse	457	479
Sureau	524	701
Orme	»	726
Acajou	576	576
Chêne de Québec	297	421
Chêne anglais	456	707
Chêne de Dantzick, très sec	»	543
Pin résineux	477	477
Pin jaune, non gemmé	378	383
Pin rouge	379	528
Peuplier	218	360
Prunier	579	737
Sycomore	498	»
Teak	»	850
Larix	225	391
Noyer	426	508
Saule	203	431

Pour les poteaux en bois, Hodgkinson a donné les formules ci-dessous, suivant que la section est un carré ou un rectangle.

$$P = K\frac{a^4}{l^2} \text{ ou } P = K\frac{b\,a^3}{l^2}$$

P résistance à la rupture en kilogrammes.

K coefficient qui est :

2,565 pour le chêne fort.
1,800 pour le chêne faible.
2,142 pour le sapin fort (s. rouge et blanc ; pin résineux).
1,600 pour le sapin faible et pin jaune.

a côté de la section (côté du carré ou plus petit côté du rectangle) en centimètres ;

b grand côté de la section rectangulaire, en centimètres ;

l hauteur du poteau en décimètres.

Les pilotis enfoncés complètement se chargent à raison de 30 à 35 kilogrammes (quelquefois plus) par centimètre carré de section.

Pour les constructions, la charge permanente est le 1/10 de celle de rupture ; pour les constructions provisoires on adopte 1/6 ou 1/5 au maximum.

Résistance à la flexion (V. *Dictionnaire*, RÉSISTANCE). Nous rappelons que l'on désigne par : I le moment d'inertie de la section de la pièce par rapport à l'axe des fibres neutres ; *v* la plus grande distance d'un point de la section à l'axe neutre ; R l'intensité des actions moléculaires de flexion ; M le moment des forces extérieures qui sollicitent le corps d'un côté du plan de section ; *r* rayon de courbure de la fibre neutre ; E module d'élasticité de la matière :

$$\text{On a : } M = \frac{RI}{v} \text{ et } r = \frac{EI}{M}$$

On adopte les valeurs de E et de R suivantes :

Chêne	E 1.200.000.000	R 550.000 à 750.000
Sapin jaune ou blanc	1.300.000.000	600.000 à 800.000
Arcs en planches.	500.000.000	250.000 à 300.000

Pour la *torsion* (V. *Dictionnaire*, RÉSISTANCE) on adopte pour les bois les coefficients G de torsion suivants :

Sapin rouge de Prusse	69.000.000
Sapin rouge de Norvège	36.600.000
Orme	45.000.000
Chêne de Normandie	49.000.000
Hêtre	45.000.000
Hêtre injecté	48.000.000

PRODUITS INDUSTRIELS DES FORÊTS. *Charbons.* Le débit des bois de feu est particulier à chaque région. Par stère de bois empilé régulièrement, on obtient :

82 kil. de charbon de bois de chêne.
76 — — de hêtre.
73 — — de bois durs divers mélangés.
56 — — de bois blanc.
58 — — de pin et mélèze.
53 — — de sapin et épicéa.

Le poids de 1 mètre cube de charbon est :

250 kil. à 230	chêne et hêtre.
225 —	bouleau.
200 —	pins.
140 —	châtaignier.
170 —	mélèze.
135 —	sapin.

La qualité des charbons varie avec les essences ; pour les usages domestiques : hêtre, charme, chêne vert, orme, frêne, arbres fruitiers des forêts. Le charbon des résineux, des saules et du fusain sont employés pour la fabrication des poudres ; celui du fusain pour le fusain des peintres ; le charbon de la bourdaine est recherché pour la fabrication de la poudre de guerre et celui du coudrier-noisetier pour la poudre de mine.

Distillation. Les bois distillés en vase clos donnent comme produits principaux : l'acide pyroligneux ou vinaigre de bois, l'alcool méthylique, l'éther méthylique, des acétones, divers acides, des huiles lourdes, de la créosote, du goudron de bois, etc. Un stère de chêne convenablement desséché peut donner : 80 kilogrammes de charbon, 19 kilogrammes d'acide acétique, 2,5 litres d'alcool méthylique et 20 kilogrammes de goudron. Les usines qui distillent le bois se rencontrent dans les départements suivants : Ardennes, Côte-d'Or, Doubs, Eure, Jura, Rhône, Landes, Mayenne, Eure-et-Loir, Orne.

Tan, écorces à tan. Les écorces les plus recherchées proviennent du chêne vert et du chêne kermès ; pour la préparation des cuirs dits *marocains*, on emploie le sumac des corroyeurs. On emploie encore l'écorce du châtaignier, du pin d'Alep. Les bois soumis au régime forestier fournissent annuellement au commerce 45,000,000 de kilogrammes d'écorces sèches de chênes rouvre et pédonculé, 5,000,000 de kilogrammes de chênes, yeuse et tauzin (de la Provence, Vaucluse, Alpes-Maritimes, Basses-Pyré-

nées et Landes) et 5.000 kilogrammes d'écorces de racines de kermès (environs d'Aix, en Provence). Les écorces rouges ont 20 0/0 de plus de tannin que les écorces blanches ; les écorces jaunes en contiennent 15 0/0 de plus que les rouges et 40 0/0 de plus que les blanches. On trouve que les écorces blanches renferment 5 à 6 0/0 de leur poids en tannin, les écorces rouges 6 à 7 0/0, les écorces jaunes 7 à 8 0/0 et les écorces noires 8 à 10 0/0.

Extraits de tannin. Les extraits sont ordinairement livrés à l'état liquide marquant 20 à 25° Baumé, contenant 35 à 44 0/0 de tannin. On emploie pour la fabrication des extraits, des substances qui sont en partie sans grande valeur, telles que débris d'écorces de chêne, du bois de chêne, de châtaignier, de la sciure de différentes espèces de bois, des copeaux, des brindilles, des capsules de glands, etc., etc.

Pâte à papier. On évalue que le quart environ de la production du papier est de provenance sylvicole. Les essences les plus employées sont le tremble, les peupliers, le sapin, l'épicéa, le tilleul et le bouleau. Un stère de bois de tremble donne 240 à 250 kilogrammes de pâte.

Cellulose. La cellulose est utilisée dans la fabrication du papier, du papier-parchemin, du glucose, du coton-poudre, du collodion, de l'acide oxalique, etc., etc. Elle s'obtient des mêmes essences qui fournissent la pâte à papier.

Liège. De l'écorce du chêne-liège, on retire le liège dont les applications sont les suivantes : bouchons, linoléum (tissu fabriqué avec du liège réduit en poudre), enveloppes calorifuges et isolantes, boîtes et cartons de fantaisie, parquets, boîtes à conserves, revêtement des murs humides et salpêtrés, gaz d'éclairage avec les déchets (1.000 kilogrammes de déchets fournissent 500 mètres cubes de gaz) ; la densité du liège est de 0,240.

Résines et essences. Fournies par les pins et le mélèze ; on obtient les produits suivants : la pâte de térébenthine ou produit de première qualité ; le galipot ou térébenthine de deuxième qualité, impure et mélangée de débris végétaux ; par la distillation, l'essence de térébenthine et la résine ou colophane. Le mélèze donne la *térébenthine de Venise* ; le pin de montagne, le *baume de montagne.*

Textiles et tissus. L'écorce de plusieurs essences peut être employée comme textile, notamment le genêt d'Espagne, cultivé à cet effet sur différents points des Cévennes, notamment dans les arrondissements de Béziers, Saint-Pons et Lodève ; les jeunes pousses soumises au rouissage donnent une filasse avec laquelle on fabrique des toiles très solides pour les emballages et sacs. Avec les aiguilles ou feuilles des pins, on obtient une sorte de ouate ou *laine végétale* (matelas, pansements des blessés militaires) ; sa couleur est brun rougeâtre, on peut la filer et en faire des étoffes épaisses.

Huiles. Les huiles se trouvent dans un grand nombre de graines d'arbres : olive, noix, noisette, faîne (graine du hêtre).

Produits alimentaires. Boissons provenant des fruits : pommes, poires, cormes, alises, vin d'orange, jus de grenade pour les sirops ; des eaux-de-vie (prunes, prunelles, cidres et poirés, merisier, kirsch), confitures (coing, azérolier, poire, pomme, cerise, framboise, groseille, myrtille, arbousier).

Produits pharmaceutiques. Bourgeons de pins et sapins, sirop de sapin, copeaux de pins, liqueur de résine, la salicine (extrait des écorces de saule et de peuplier), etc.

Parfums. Essences de roses, de fleurs d'oranger, de lavande ou d'aspic, d'acacia de farnèse, de jasmin, etc.

Teinture. Différentes essences exotiques ; parmi les essences indigènes, l'écorce de l'aune est employée pour teindre les feutres en noir.

Usages des bois. Nous adopterons la classification qui a été donnée au premier volume comme étant celle qui correspond le mieux aux besoins de l'industrie.

A. Bois durs. *Châtaignier.* Charpentes, perches et étais de mines, pieux, échelles, merrain (valant les 2/3 du merrain de chêne, déchet au débitage en merrain 44 0/0), cercles, échalas, lattes (pour plafonds, enduits, treillage), manches d'outils, bois de feu de médiocre qualité, extraits de teinture (25 0/0).

Chêne. Charpentes, planches de bateaux, sciage (meubles et parquets), traverses de chemins de fer, pieux, pilotis, échalas, poteaux de mine, merrain ; *chêne vert* ou *yeuse*, en outre des usages ci-dessus : essieux, poulies, pièces de machines exposées aux frottements, courbes de navires (quilles, étraves et étambots), manches de maillets ; bois de feu et charbon, tan (l'écorce contient 33 0/0 de plus de tannin que celle du chêne rouvre).

Frêne. Flèches, timons, rais et brancards de voitures (déchets 18 à 19 0/0), crosses de fusils, rames et avirons, pièces de vagon (déchet 25 0/0) et panneaux courbes (charronnage de luxe), bâtis de machines agricoles, bois à tourner (chaises, menuiserie), chevilles, queues de billard, manches de cannes et parapluies, de balais, pinceaux, fouets et porte-plumes, d'outils (déchet 40 0/0), cercles et merrains, sabots (1 stère donne 75 paires assorties), bon bois de feu et mauvais charbon.

Hêtre. Traverses de chemins de fer, sciages divers, constructions hydrauliques, cercles (boissellerie, mesures de capacité), pelles à grains, sabots, rames et avirons, bois de tour, de charronnage (attelles de collier, jantes, roues, versoirs de charrues), de lutherie, brosses, chaises, merrains de qualité inférieure, copeaux ou râpés employés pour la clarification des vins et la fabrication du vinaigre.

Noyer. Modèles de machines, panneaux de voiture, placage.

Orme. Crosses de fusils, bois d'artillerie, charronnage (moyeux, jantes, déchet 40 0/0), pièces de carrosserie, treuils et cabestans, poulies, dames et pilons, tampons de vagons.

B. Bois blancs. *Acacia.* Rais (déchet 25 0/0) : pieux et pilotis ; cercles ; échalas (déchet 20 0/0) ; dents d'engrenages ; chevilles ; échelons d'échelles ; charpentes, parquets, meubles ; merrains ; combustible de luxe.

Aulne. Constructions hydrauliques, tuyaux de

conduite ; perches et étais de mine ; semelles légères et sabots ; bois de tour (bobines et fuseaux, patères, boutons) ; sièges, pliants, porte-manteaux ; sciages divers ; meules de Montbéliard (à polir l'acier) ; merrains grossiers pour tonneaux à ciment ; brosses ; manches de guitares et de basses.

Bouleau. Sabots (déchet de 70 à 80 0/0) ; bois de tour (bobines) ; meubles forme bambou, articles de Paris ; cercles et tonneaux, boîtes, caisses et barils ; allumettes ; pâte à papier ; balais.

Charme. Traverses de chemins de fer ; étais de mines ; marteaux, maillets, coins, dents d'engrenages et cames ; boules et quilles (déchet 40 0/0), queues de billards (déchet 20 0/0) ; billots, tables de cuisine ; manches d'outils (déchet 10 0/0) ; formes de chaussures (déchet 35 0/0) ; pianos ; placage pour imiter le bois noir (déchet 70 0/0) ; fouets, bobines, navettes, jouets d'enfants ; articles de Saint-Claude (déchet 60 0/0) ; merrains (déchet 50 0/0).

Erable. Boissellerie fine ; parquets et meubles de genre ; sabots (déchet 60 0/0) ; bois de sciage et de lutherie ; boîtes sculptées ; cannes, manches de parapluies et d'ombrelles ; manches d'outils ; robinets (1 mètre cube en donne 1,140).

Houx. Engrenages ; tabletterie, incrustations d'ébénisterie ; manches d'outils et de cannes.

Peuplier, tremble. Sciages divers (layetterie, emballages, meubles), frises et plinthes ; sculpture ; perches de mines et de houblon, échalas ; allumettes ; pâte à papier ; manches ; merrains grossiers.

Tilleul. Sabots et talons ; bois de sculpture, de modelage, de tour (bobines et bondons), de facture instrumentale (pianos), de gravure et plateaux d'imprimerie, de meubles et sciages divers ; crayons ; allumettes ; perches ; lisses ; rateliers d'étables ; pâte à papier ; charbon pour la fabrication de la poudre et du fusain des peintres ; merrains grossiers. Avec le liber de l'écorce on ait des cordes et des iens.

C. Bois fins. *Alisier.* Bois de tour, de lutherie (flûtes et fifres, intérieurs de pianos) ; queues de billards ; rabots, varlopes et manches d'outils (déchet 30 0/0) ; robinets ; anches de tonneaux ; dents d'engrenages ; écritoires et articles de Paris.

Buis. Coussinets ; bois de gravure, de tabletterie et de tour (vis, écrous, dents d'engrenages).

Cerisier. Sciages divers (déchet 20 0/0) ; perches ; étais de mines ; cercles ; montants d'échelles ; bobines ; brosses et balais ; articles de Saint-Cloud ; ébénisterie ; chaises et fauteuils (déchet 20 0/0). *Cerisier* Sainte-Lucie ou Mahaleb : placages, marqueterie, lutherie ; étuis et tuyaux de pipes, cassolettes.

Cornouiller. Pièces de machines (coussinets, engrenages, chevilles) ; cercles de futailles ; manches d'outils ; échalas et piquets ; cannes et manches de parapluies.

Poirier. Comme le précédent. Sciages divers (placages) ; équerres, règles, instruments de mathématiques ; ébénisterie (meubles, billards).

Pommier. Sculpture et ébénisterie ; articles de bureaux ; cadres ; sabots et manches d'outils.

Sorbier ou cormier. Crosses de fusils ; sculpture ; gravure ; rabots et outils divers ; dents d'engrenages ; manches de couteaux (Langres) ; lutherie et tour.

D. Bois résineux. *If.* Tabletterie ; ébénisterie ; sculpture ; lutherie ; échalas.

Mélèze. Charpente ; sciage ; merrains.

Pin d'Alep. Emballages (Marseille) ; accessoirement, traverses de chemins de fer et étais de mines. *P. Laricio de Corse,* perches. *P. maritime,* traverses ; étais de mines ; poteaux télégraphiques ; charpentes ; pilotis ; sciages communs ; pâte à papier. *P. sylvestre,* perches à houblon et de mines ; poteaux télégraphiques ; charpentes ; traverses de chemins de fer ; sciages communs ; bobines ; échalas ; pâte à papier.

Sapin et épicéa. Charpentes ; poteaux télégraphiques ; sciages divers ; bois de fente (bardeaux et merrains), de boissellerie, de mâture, de lutherie ; perches à houblon ; échelles ; lambris ; allumettes ; pâte à papier.

En dehors des principaux bois précités, mentionnons les suivants dont les produits trouvent emploi dans l'industrie :

Bourdaine. Charbon pour poudre ; vannerie fine. *Coudrier noisetier,* bâtons pour soieries ; charbon pour la fabrication de la poudre ; échalas et étais de mines ; étuis à aiguilles ; harts et liens d'emballage ; corbeilles, paniers, hottes, bannes à charbon, cercles, éclisses pour vanniers. *Cytise faux ébénier,* imitation d'ébène. *Epines* (noire et blanche), placages de marqueterie ; tour ; cannes et manches de fouet. *Fusains,* fuseaux ; aiguilles et navettes à fabriquer les filets. *Genevrier* ; *G. commun,* pieux et échalas ; *G. sabine,* crayons. *Micoulier,* sculpture, marqueterie, menuiserie ; baguettes de fusils ; cercles ; attelles de colliers ; manches, cannes et aiguillons (bois de Sauve) ; manches de fouets (de Perpignan) ; fourches et rateaux de Sauve (Gard). *Viorne,* harts et liens d'emballage. *Troène,* vannerie fine.

Principaux marchés forestiers de la France.

Ports de l'Aisne et de l'Oise. Bois de charpente, chêne, sciages divers.

Arbois. Sapin pour charpentes, sciage et fente.

Aubenas (Ardèche), Charpentes sapin ; sciages sapin et châtaignier ; bois de mines.

Saint-Amand (Cher). Sciages chêne ; charpentes chêne en grume ; bois de fente (lattes et merrains).

Beaucaire. Charpente et sciage chêne et sapin.

Bordeaux. Bois d'œuvre chêne et sapin ; sciages ; bois de fente (merrains) ; résines, goudrons, brais gras et colophanes.

Chatillon-sur-Loing. Bois de fente (lattes) ; charpentes chêne et peuplier.

Clamecy. Bois d'œuvre, de charpente chêne ; merrains et échalas.

Montiers-sur-Saulx. Charpente chêne ; sciages chêne, hêtre et charme.

Montréjean. Charpente chêne ; sciages chêne, hêtre et sapin.

Moulins. Sciages chêne ; bois de fente (merrains, lattes, parquet) en chêne ; charpentes chêne.

Les ports de la Marne et de l'Ourcq. Bois de sciage chêne, bois blancs.

Paris. Bois d'œuvre en grume, bois de charpente et de sciage.

Pontarlier. Bois de fente, de charpentes et de sciages (sapin et épicéa).

Raon-l'Etape. Sapin, charpentes, sciages, perches, tuteurs et échalas.

Salins. Sciages sapin ; charpentes en grume, bois de fente (lattes). — M. R.

Laine de bois. On a donné ce nom improprement à des rubans d'environ 0m,60 de longueur, 0m,0005 à 3 millimètres de largeur, et 0m,0001 à 1 millimètre d'épaisseur. Ces minces copeaux sont rabotés au moyen d'un peigne formé de plusieurs lames tranchantes, se mouvant rapidement et dans un sens vertical à la surface d'un morceau de madrier de sapin de 0m,60 de longueur.

Cette pièce de bois, maintenue à ses deux extrémités par deux griffes, avance automatiquement contre le peigne ; l'avancement est réglé de façon à obtenir un copeau d'une épaisseur déterminée.

Usages. Ces copeaux, suivant leur épaisseur et leur largeur, sont employés pour l'emballage des objets d'orfèvrerie, bijouterie, coutellerie, etc. La laine de bois est aussi employée comme matière filtrante et remplace avec avantage les éponges qui sont d'un prix élevé: cette matière a été substituée à la paille pour la litière des chevaux, elle remplace également le varech employé pour la confection des objets de literie.

La laine de bois mélangée dans une certaine proportion à la charpie traditionnelle faite de vieux linge prend le nom de *charpie de bois* et s'oppose au développement des microbes et de l'infection. On ajoute environ un cinquième de charpie de bois à la charpie ordinaire.

*** BOITE A MUSIQUE.** Vers le milieu du siècle dernier, d'habiles mécaniciens, émules de Vaucanson, fabriquèrent à Genève ces chefs-d'œuvre de précision, miniatures des boîtes à musique actuelles. Ces musiques minuscules s'adaptaient à une montre, dans un cachet, etc. Puis vinrent les tabatières à musique que tout le monde connaît. Par extension le petit mécanisme fut appelé *tabatière.* Sous ce nom, on désigne en fabrique et dans le commerce, la petite musique marchant seule, qu'elle soit ou non en boîte, par opposition à *cartel* qui désigne une plus grande boîte à musique. Depuis un certain nombre d'années cette fabrication a pris une grande extension ; on est parvenu à perfectionner cette petite mécanique et à lui faire rendre des sons harmonieux et agréables. Ce sont les genres dits : *forte-piano, mandoline, piccolo, sublime harmonie, harmoniphone, tambour-timbres et castagnettes,* etc., ou ces genres combinés qui forment un grand orchestre. On fait aussi des boîtes à musique à cylindres de rechange jouant un nombre d'airs indéfini. Vers 1857, Aug. l'Epée, à Saint-Suzanne (Doubs), créa la musique à manivelle, mue à la main, pour jouet d'enfants. Cet article eut un grand succès. Ainsi que la tabatière, il s'adapte à une quantité d'objets, jouets d'enfants, albums, carafes, porte-cigares, boîtes à bijoux, etc. Paris et l'Allemagne emploient une grande quantité de musiques à cet effet. Les centres de fabrication sont en Suisse, principalement à Genève et à Sainte-Croix, et en France, à Sainte-Suzanne (Doubs). On a fait, sans succès, à différents endroits, des tentatives pour implanter cette fabrication. Leipzig fabrique en ce moment, un genre dont le cylindre est remplacé par un disque perforé, mobile, qu'on peut changer à volonté ; jusqu'à présent, cet article est inférieur comme solidité et fini, aux boîtes à musique à cylindre.

En 1861, la fabrication des boîtes à musique a été entravée et a failli être perdue en France. Quelques éditeurs français intentèrent un procès aux fabricants d'orgues et de boîtes à musique, prétendant que ces instruments mécaniques étaient une contrefaçon de l'édition musicale. La Cour de Paris donna gain de cause aux éditeurs. Aug. l'Epée se pourvut en cassation et après quatre ans de péripéties heureuses et malheureuses, à Rouen et à Orléans, ce dernier tribunal confirma l'arrêt de Paris.

Sur les instances de M. Kern, ambassadeur suisse, pour faire cesser un impôt arbitraire, le gouvernement présenta une loi ainsi conçue : « Article unique. — La fabrication et la vente des instruments servant à reproduire mécaniquement des airs de musique qui sont du domaine privé ne constitue pas le fait d'une contrefaçon musicale prévu et puni par la loi du 19 juillet 1793, combiné avec les articles 425 et suivants du Code pénal » qui fut promulgué en 1866.

Ce mécanisme ingénieux qui joue automatiquement un ou plusieurs airs se compose de différentes pièces :

1° La *platine,* support de tous les organes ;

2° Le *barillet,* moteur ;

3° Le *cylindre,* muni de pointes ou goupilles représentant les notes, est traversé et entraîné par un axe portant à chaque bout un engrenage dont l'un reçoit le mouvement du barillet, l'autre engrène à la cage modérateur ;

4° La *cage,* composée d'un corps de rouages avec vis sans fin et volant régulateur ;

5° Le *clavier* ou *peigne,* pièce en acier fin, trempé, à lames vibrantes, accordées selon les gammes correspondant aux goupilles du cylindre.

Le cylindre et le clavier sont les pièces essentielles. Les airs, arrangés spécialement sont pointés ou fraisés, note par note, sur le cylindre avec un outil (divisant les valeurs des tons au moyen d'une roue entraînée par une vis sans fin) sur lequel est placé le cylindre entre deux barres parallèles dont l'une porte une division, règle encochée représentant la distance qu'il y a entre les lames du clavier, en même temps que la gamme accordée sur celui-ci. En lisant la musique de l'air à pointer, on promène, en le levant, un harnais portant une fraise à laquelle on imprime un mouvement de rotation ; on fixe le harnais par un petit couteau qu'il porte, dans l'encoche de la division correspondant à la note lue ; on presse alors sur la fraise en la faisant mordre sur le cylindre, et le point est noté.

Il faut ensuite percer les points, le cylindre étant creux, au moyen d'un foret tournant verticalement, le cylindre placé sur une coulisse horizontale ; mettre les goupilles une à une, au moyen d'une petite pince (brucelles) ; les enfoncer à une longueur déterminée au moyen d'un outil percé à la profondeur voulue.

Les airs sont notés à côté les uns des autres ; ils occupent sur le cylindre un espace correspondant à la distance existant entre les lames du clavier. Les lames du clavier sont communes à tous les airs notés. Le cylindre se déplace sur son axe à chaque révolution ; le déplacement se fait à volonté et automatiquement par une roue taillée en escaliers qui vient rencontrer un petit

crochet la déplaçant de 1/4, 1/6, 1/8 ou 1/12 selon le nombre d'airs notés.

Il faut, pour jouer un air, 800 à 1,000 goupilles tenues cinq fois, tant pour le point, le perçage, le garnissage, l'enfonçage et le vérifiage. C'est un travail minutieux et de longue haleine.

Le clavier est accordé en gammes. L'ouvrier se sert, comme guide, d'un diapason type, lime la lame sur le bout pour en accélérer les vibrations, et au fond pour les ralentir. Généralement l'étendue est de 6 octaves.

BOLIVIE. De tous les pays de l'Amérique du Sud, la Bolivie est celui vers lequel s'est le moins porté jusqu'à présent l'attention des nations européennes. Alors que les pays voisins donnaient l'exemple d'une progression rapide, attirant vers eux les capitaux et les émigrants de la vieille Europe, la Bolivie restait à peu près stationnaire. Cela tient surtout à sa situation géographique et aux difficultés des communications. Et pourtant elle peut, comme les Républiques voisines, prétendre à l'activité industrielle et agricole.

Située dans le centre du continent sud-américain, la république de Bolivie est bornée au nord et au nord-est par le Pérou et le Brésil, à l'est par le Brésil et le Paraguay, au sud par la République-Argentine et le Chili et enfin à l'ouest par l'océan Pacifique et le Pérou.

La Bolivie est traversée dans toute sa longueur par la Cordillière des Andes qui se partage en deux branches entre lesquelles se trouve le haut plateau qui forme une grande partie du territoire bolivien et qui a valu autrefois à ce pays le nom de *haut Pérou*.

La superficie est de 2,150.000 kilomètres carrés, et ce vaste territoire, malheureusement en grande partie inculte, comprend les zones les plus diverses produisant, grâce aux différences d'altitude, les fruits de tous les climats, depuis l'orge et la pomme de terre qui poussent dans la région des neiges, jusqu'au quinquina et la canne à sucre qu'on cultive dans les pays intertropicaux.

Au point de vue de la nature de son sol et de sa production, la Bolivie peut être divisée en quatre régions : 1° la région qui s'étend entre l'océan Pacifique et les hauts plateaux, elle est dépourvue de végétation, mais riche en minerais et en sels, elle est traversée par de petites vallées : 2° la région des hauts plateaux qui occupe plus de 100,000 kilomètres carrés avec une élévation moyenne de 3,500 mètres au-dessus du niveau de la mer, elle est également pauvre en végétation et riche en mines de toutes espèces; 3° la région des vallées formée par les chaînes latérales de la grande Cordillière et les contreforts qui se détachent de la Cordillière orientale, elle est couverte d'une luxuriante végétation et partout fertile et cultivée; 4° enfin, la région des plaines orientales couverte de bois et de forêts vierges.

Les fleuves qui arrosent le territoire bolivien sont nombreux, ils coulent presque tous sur le flanc oriental des Cordillières et appartiennent au bassin de l'Atlantique. Ce sont, parmi les affluents de l'Amazone, les rios Yavary, Purus, Madre de Dios, Beni, Mamore, etc., et enfin, le plus important le Madeira. Parmi les fleuves qui se jettent dans la Plata il convient de citer le Paraguay, le Pilcomayo, le Bermejo et un grand nombre de cours d'eau moins importants, parmi lesquels le Tipirani et le Chuquiapo sont célèbres par la quantité de poudre d'or qu'ils charrient.

La Bolivie possède en outre plusieurs grands lacs, le Titicaca qui a une superficie de 8,000 kilomètres carrés, le Poopo et un grand nombre d'autres moins importants.

Population. La population de la Bolivie s'élève tout au plus à 1,300,000 habitants. La ville la plus peuplée est la Paz qui compte 45,000 âmes. Après viennent Sucre, capitale du pays et Cochabamba; il convient de citer également les ports d'Arica et d'Antofagasta. Un tiers seulement de la population appartient à la race blanche européenne, les deux autres tiers sont formés de descendants des habitants primitifs du pays ou du croisement de ceux-ci avec les européens, on rencontre aussi quelques noirs dont le nombre tend tous les jours à diminuer.

Production agricole. Le règne végétal est très varié en Bolivie où tous les climats sont à peu près représentés.

Dans les terres élevées, on cultive l'orge, le blé, le seigle, le maïs, la pomme de terre, qui offre une grande variété d'espèces dont quelques-unes sont délicieuses et différentes racines qui se rapprochent plus ou moins de la pomme de terre.

Dans la région tempérée on cultive la vigne, le café, le tabac, le cacao, la coca, l'oranger, le citronnier, le quinquina, le cotonnier, la patate douce. Toutes les plantes des tropiques croissent dans les terres chaudes, la canne à sucre, la banane, le manioc, le caoutchouc, la salsepareille, l'arbre à pain, etc.

On trouve en Bolivie sur le même marché, par exemple celui de La Paz, les fruits les plus variés, ceux des pays froids et ceux des pays chauds : l'abricot, la pêche, la poire, la pomme, le raisin, la figue, le citron, l'orange, la grenade, la banane, la sapotie, etc. Tous ces fruits sont récoltés dans le pays même et souvent à de courtes distances les uns des autres.

Quant aux bois, les essences les plus précieuses et les plus variées existent en Bolivie. On distingue parmi elles le cèdre, le jacaranda, le caoba, le quebracho (arbre à tannin), etc.

L'exploitation des forêts et la culture du sol pourraient donc être pour la Bolivie la source de grandes richesses si ce pays avait des voies de communication et des débouchés faciles.

La vigne est cultivée mais dans de petites proportions dans les vallées de La Paz, de Cochabamba, de Chuquisaca et de Tarija. La production de ces vignobles ne suffit même pas à la consommation nationale. Si elle était étendue elle donnerait certainement des résultats avantageux, car le vin que l'on récolte dans ce pays est de très bonne qualité bien qu'on ne sache pas le travailler.

Les laines et les peaux forment aussi une branche importante des productions naturelles de la Bolivie. C'est le lama qui fournit la laine de Bolivie et elle est bien supérieure par sa finesse à celle du mouton. Cet animal est très utile aux agriculteurs du pays; non seulement il produit de la laine mais il sert encore de bête de somme. Très sobre, il peut rester longtemps sans boire; docile, fidèle, il peut sans inconvénients être laissé en liberté, car il ne s'écarte pas du logis; il est enfin très fécond et très dur aux froids et aux intempéries de l'air.

Comme pour la culture agricole proprement dite, l'élevage du lama n'a pas pris jusqu'à ce jour l'importance qu'il pourrait avoir. Néanmoins il dépasse déjà les besoins de la consommation locale et la laine forme une des branches importantes du commerce d'exportation de la Bolivie. Ce te exportation se fait en général par le Pérou; c'est ainsi que sur les marchés européens, les laines de Bolivie sont désignées le plus souvent sous le nom de « laines du Pérou »

Mines. Quant à l'industrie minière elle a pris en Bolivie un sérieux développement. Les montagnes de ce pays contiennent d'immenses richesses minérales qui sont loin d'être encore toutes exploitées Le métal qu'on y rencontre en plus grande quantité c'est l'argent. La production des mines actuellement exploitées est considérable et elle augmente chaque année. Les plus célèbres et les plus abondantes ont été longtemps celles de Potosi. Le pic de Potosi est connu depuis 1546. Il renferme dans son sein plus de 5,000 mines. Humboldt dit, que depuis leur découverte jusqu'en 1800, ces mines ont rapporté au trésor espagnol, rien que comme droits d'exploitation, plus de 872,000,000 de francs. On a calculé qu'en 1864 elles

avaient livré à la circulation une somme de 3,631,128,302 piastres argent, soit plus de 18,000,000,000 de francs; en moyenne 56,550,000 francs par an. Pendant le XVIIIe siècle leur exploitation se ralentit un peu et un certain nombre furent abandonnées. Cela provenait de la grande division des propriétés, du manque de machines convenables et de la mauvaise condition du drainage et de la ventilation ; mais, depuis peu une compagnie anglaise s'est formée au capital de 15,000,000 de francs pour l'exploitation d'une partie des mines du Potosi qui retrouveront bientôt leur antique renommée. Actuellement la plus riche et la plus abondante des mines en exploitation est celle de Huanchaca qui, en 1885, a payé au trésor près de 21,000,000 de francs pour droits d'exploitation. Constituée au capital de 6,000,000 de piastres boliviennes, soit 30,000,000 de francs (la piastre bolivienne vaut 5 francs), la société qui l'exploite a installé un matériel d'exploitation considérable, racheté au prix de 16,000,000 de francs le chemin de fer d'Antofagasta à Ascotan qui doit être relié à Huanchaca puis continué jusqu'à La Paz, et, malgré ces dépenses énormes, elle donne à ses actionnaires un dividende de 36 0/0.

Il convient également de citer parmi les plus importantes mines d'argent de la Bolivie, celles de Guadelupe, de San-Antonio de Lipez, de Coquechaca dont le minerai est à peu près pur, celles de Porco déjà célèbres du temps des Incas qui en tirèrent l'argent dont étaient couverts les murs du temple du Soleil. Dans le département d'Omro, les mines d'Antiquera, de Santo-Christo, de Carangas, etc,; dans le département de La Paz, les mines de Sicasica, de Pacages, et surtout celle de Berenguela. On voit que c'est avec raison que la Bolivie a été surnommée le pays de l'argent.

On y rencontre aussi de nombreux gisements aurifères surtout dans le département de La Paz. Parmi les mines d'or les plus importantes on peut citer celles de Tipuani, de Chuquiaguillo, d'Araca et de Palca.

Les montagnes de la Bolivie contiennent, en outre, en abondance du cuivre, de l'étain, de l'antimoine, du fer, du bismuth et de l'arsenic, des marbres de toute qualité, etc.

Mais jusqu'à présent on n'exploite guère, faute de bras et de moyens de communication, qu'un petit nombre de mines de cuivre et d'étain.

Quant au charbon de terre, on en a découvert dans l'Atacama et dans les environs du lac Titicaca. Malheureusement aucune exploitation sérieuse n'a été tentée jusqu'à ce jour et c'est une des matières dont le défaut se fait le plus vivement sentir dans le pays.

Industrie manufacturière. A part l'industrie des mines il n'existe à proprement parler aucune industrie en Bolivie. Les produits manufacturés lui viennent presque tous d'Europe, du Chili ou des Etats-Unis.

COMMERCE EXTÉRIEUR. Le gouvernement bolivien ne publie aucun document statistique permettant d'apprécier exactement l'importance du commerce extérieur de ce pays. Aussi les évaluations données par certains auteurs diffèrent-elles sensiblement. Il est difficile dans ces conditions d'apprécier quelle est la véritable importance du marché bolivien et quels réels débouchés il offre actuellement à l'importation des produits européens. Dans un récent rapport daté du 28 novembre 1889, le gérant du consulat général de France à La Paz évalue en moyenne par an l'exportation à 12,500,000 boliviens (le bolivien vaut 5 francs) et l'importation à 7,100,000 boliviens. Ce mouvement du commerce serait réparti ainsi qu'il suit dans les diverses douanes de la république Bolivienne.

Exportations.

Arica	4.600.000	boliviens.
Antofagasta	4.300.000	—
Rosario (République Argentine)	3.000.000	—
Mollendo (Pérou)	355.000	—
Villa-Bella (Amazone)	245.000	—
Total	12.500.000	boliviens.

Importations.

Arica	3.000.000	boliviens.
Antofagaste	885.000	—
Rosario	1.365.000	—
Mollendo	1.650.000	—
Autres douanes	200.000	—
Total	7.100.000	—

Les principaux produits exportés sont : l'or en poudre et en pépites, l'argent en barres et les minerais d'argent, le cuivre en barres, l'étain en barres, le bismuth, le caoutchouc, l'écorce de quinquina, le café, le cacao, la coca, les laines et peaux.

Quant à l'importation elle comprend la plupart des produits manufacturés, notamment les tissus de laine et de coton, un peu de soierie, les cuirs tannés, les chaussures, la chapellerie, la quincaillerie, les meubles, l'horlogerie, la bijouterie, les porcelaines et cristaux, les livres, la papeterie, la vannerie, les bougies, les articles de Paris, les comestibles et conserves, l'alcool, les eaux-de-vie, les liqueurs fines et les vins, etc.

Les chiffres que nous avons cités plus haut sont évidemment inférieurs à la réalité et des publications récentes prétendent que le commerce extérieur bolivien s'élève actuellement à 30,000,000 de boliviens (le bolivien vaut 5 francs).

En l'absence de toute statistique, il est difficile d'evaluer la part qui revient aux principaux pays d'Europe et aux Etats-Unis dans les importations boliviennes. L'Angleterre occupe incontestablement le premier rang, mais depuis quelques années l'Allemagne a gagné beaucoup de terrain, grâce aux nombreuses maisons de commerce qu'elle y a fondées. Quant à la France, elle n'occupe qu'un rang très modeste! Voici quel a été d'après les tableaux récemment publiés par le ministère du commerce le mouvement commercial de la France avec la Bolivie, en 1888 :

Importations en France.

Nitrate de soude, 2,020 tonnes valant 464,600 francs.

Exportations.

Produits	Commerce général		Commerce spécial	
	kilogr.	francs	kilogr.	francs
Papiers, livres gravures	30.030	65.836	21.157	52.253
	litres		litres	
Vins	94.257	54.456	94.257	54.456
Eaux-de-vie et liqueurs	25.979	40.971	25.883	40.924
Sucres raffinés	kilogr.		kilogr.	
	73.350	30.807	73.350	30.807
Autres articles	»	23.361	»	13.890
Totaux		215.431		199.336

Le peu d'importance du commerce d'importation tient surtout aux difficultés des communications.

Actuellement d'Europe, trois voies conduisent en Bolivie : 1° la voie de Panama avec transbordement, passant ensuite par Mollendo ou Arica; 2° la voie de Buenos-Ayres, se dirigeant ensuite sur Tupiza ; 3° enfin la voie du détroit de Magellan aboutissant au port d'Antofagasta ou celui d'Arica.

La première voie aboutit au port péruvien de Mollendo, dont les douanes ne s'occupent pas des marchandises à destination de la Bolivie; de Mollendo une voie ferrée conduit à Pana sur le lac Titicaca en traversant le Pérou et en passant par Arequipa. On traverse le lac Titicaca sur des bateaux à vapeur qui déposent les marchandises et les voyageurs à Puerto-Perez où se trouvent les douanes boliviennes; de là, des diligences conduisent à La Paz. Les voyageurs qui débarquent à Arica n'ont un

chemin de fer que jusqu'à Tacna, et doivent continuer leur route à cheval.

Par la seconde voie on débarque à Buenos-Ayres après dix-sept jours de voyage en mer. On prend le chemin de fer jusqu'à Tucuman et Salta et de là on se rend en diligence ou à cheval à Tupiza, ville où se trouve la douane bolivienne. Cette voie est préférable pour les voyageurs qui se rendent dans le sud de la Bolivie.

La troisième voie par le détroit de Magellan aboutit à Antofagasta d'où un chemin de fer conduit assez loin dans l'intérieur des terres. Elle est suivie par les voyageurs qui se rendent à Potosi et aux mines d'Huanchaca.

Dans l'intérieur de la Bolivie on voyage à cheval ou à dos de mulet.

Il y a donc encore beaucoup à faire pour donner à la Bolivie les moyens de communications faciles qui, seuls, peuvent permettre un commerce international important. Aussi la Bolivie n'a-t-elle pas offert, jusqu'à ce jour, ainsi qu'on l'a vu plus haut, un champ bien vaste à l'activité commerciale du vieux monde. Peut-on espérer voir dans l'avenir les importations européennes augmenter dans de sérieuses proportions? Nous ne le croyons pas. Si les besoins de la Bolivie se multiplient, si la demande des articles manufacturés s'accroît, ce sera surtout au profit du Chili. Ce pays, en effet, s'approprie chaque jour une industrie nouvelle et d'autre part, alors que les produits des autres pays paient à l'entrée en Bolivie des droits de douane qui varient de 15 à 35 0/0 de leur valeur, la trève indéfinie, conclue en 1880, après la guerre qui divisa les deux nations, garantit l'entrée en franchise à tous les produits chiliens. Ce privilège sera vraisemblablement consacré par le traité définitif et dans ces conditions l'importation européenne se trouvera en face d'une concurrence dont il lui sera, sans doute, difficile de triompher. — L. B.

La Bolivie à l'Exposition universelle de 1889. La Bolivie n'avait pas figuré à l'Exposition de 1878 à titre d'Etat séparé. Depuis, elle a subi une crise résultant de la guerre malheureuse qu'elle avait soutenue contre le Chili, de concert avec le Pérou. Mais actuellement ce pays est appelé à prendre un grand développement : ses mines sont riches, exploitées avec intelligence, il peut avec ses matières premières, autant qu'avec ses produits fabriqués, alimenter un mouvement commercial considérable; les plateaux élevés du centre sont garnis de troupeaux qui réussissent à souhait, on a entrepris sur une vaste échelle des cultures rémunératrices, telles que les vignes et les oliviers; il ne manque à la Bolivie que des bras et des débouchés; ainsi que nous l'avons déjà dit sa situation géographique est déplorable, resserrée qu'elle est entre le Pérou, la République Argentine, le Brésil et le Chili, et en communication avec le Pacifique par un seul port qui, depuis la dernière guerre, est aux mains du Chili, en garantie d'une indemnité.

Son président, M. Arce, richissime propriétaire de mines d'argent, avait été parisien à son heure et fit aussitôt décider la participation à l'Exposition universelle. 300,000 francs lui permirent de faire construire un très élégant pavillon ayant le mérite surtout de rappeler assez fidèlement le type bariolé des habitations boliviennes actuelles. Quatre hautes tours carrées séparées par quatre coupoles garnies de vitrages, voilà pour l'ensemble du monument, à l'intérieur duquel on accédait par un élégant porche à arcatures.

Les envois des exposants consistaient surtout, comme ceux de la plupart des pays sud-américains, en échantillons de minerais d'argent, de cuivre et de manganèse; le seul couloir de mines, très curieux, qui était rattaché à cette exposition, représentait, nous a-t-on dit, une valeur de 75,000 francs environ.

Les productions industrielles étaient également fort riches, cafés, caoutchouc et coca en formaient le fond, avec quelques céréales.

A toutes ces sources de richesses, il manque encore le ressort principal, c'est-à-dire les moyens de transport rapides et peu coûteux. La Bolivie manque de chemins de fer. Cependant M. Arce, dont l'activité est secondée par le bon vouloir de ses compatriotes, fait étudier la construction de la première voie ferrée, par des ingénieurs français. Lorsqu'elle pourra tirer parti de ses ressources, la Bolivie, qui est par son étendue un des états les plus importants de l'Amérique, jouera un grand rôle dans le mouvement économique, et nous la retrouverons sans doute avec une grande importance à la prochaine exposition internationale.

BONNETERIE. Autrefois, lorsqu'un vaudevilliste voulait faire rire le public aux dépens d'un sujet, il disait qu'il était « bonnetier ». Ce temps est aujourd'hui passé. De nos jours, le fabricant de bonneterie est souvent un grand industriel occupant plusieurs centaines d'ouvriers, ses ateliers renferment les machines les plus délicates mues à la vapeur et les produits qu'il crée sont un de nos meilleurs articles d'exportation; c'est donc l'une des branches les plus importantes de notre activité nationale.

La bonneterie française fait en moyenne 200 millions d'affaires par an, distribue 125,000,000 de salaires et fait vivre plus de 300,000 personnes.

La cause de cette extension, car la bonneterie mécanique n'existait pour ainsi dire pas il y a trente ans, vient de ce que les articles de cette industrie se prêtent à une consommation des plus étendues et à une variété de prix des plus diverses. Tous les vêtements du corps peuvent maintenant être faits en tricot, depuis la chemise jusqu'au veston et au chapeau, et sur un même article comme le bas on trouve des différences allant de 20 centimes à 20 francs la paire suivant la matière et la maille. Le mode de vente à réclame des grands magasins de Paris, et d'ailleurs, a fortement aidé à la vente de ces produits, qui forment l'une des bases les plus productives de l'étalage sur le trottoir à l'adresse de la masse.

Cette industrie est d'ailleurs tout aussi intéressante pour le patron et l'ouvrier que pour le consommateur. Elle exige chez le premier, pour le choix des matières premières, le goût et la précision des articles, la minutie dans les détails, la direction des machines et l'administration de son usine, des connaissances assez spéciales pour que les centres actuels de fabrication aient moins à craindre la concurrence ; chez le second, elle ne demande pour ainsi dire pas de force, mais seulement de l'intelligence et de l'adresse, et permet à la classe ouvrière de s'employer à tous les degrés du plus fort au plus faible, et d'une façon rémunératrice. Nous rappellerons à ce propos qu'une école spéciale, classée par le Ministère du Commerce dans l'enseignement supérieur technique, a été récemment fondée à Troyes, dans le but de former pour la bonneterie des contremaîtres suffisamment instruits.

Depuis son origine, les progrès de la fabrication mécanique de la bonneterie ont été sensibles et nos diverses Expositions universelles ont permis

d'en relever de nouveaux à chaque période décennale. Celle de 1867 a vu les premiers succès des métiers *rectilignes* automatiques ; celle de 1878 en a vu le développement, avec cette particularité que les systèmes des métiers employés permettaient non seulement le travail en atelier avec force motrice, mais encore celui du façonnier à domicile ; celle de 1889 a fixé le complet développement des métiers rectilignes automatiques et permis de constater le réveil des métiers *circulaires*. Les premiers répondent maintenant aux besoins les plus variés de la fabrication et vont, avec la tricoteuse mécanique, jusqu'à satisfaire aux besoins de la famille ou de la vente au détail ; une ère nouvelle s'annonce toutefois, marquée par l'emploi des métiers à grand nombre de *têtes* et nécessitant la force motrice et le fonctionnement en ateliers. Les seconds, très prospères jusqu'en 1867, concurrencés de 1867 à 1878 par les articles dits « proportionnés », ont repris à partir de 1878, avec l'article *jersey*, un essor nouveau et considérable qui est aujourd'hui en plein épanouissement. La teinture, l'impression, la préparation des matières premières et les apprêts de la bonneterie, ont fait aussi des progrès marqués qui ont grandement aidé au développement de cette industrie.

— Nous avons étudié dans le *Dictionnaire* l'article Bonneterie proprement dit au point de vue des matières premières qui entrent dans sa composition, et nous avons successivement dit quelques mots de la bonneterie de laine et de celle de coton, de soie et de lin. Mais une autre division peut être faite au point de vue de la contexture des tissus proprement dits et des centres de fabrication qui les mettent en œuvre; cette division qui complètera utilement ce que nous avons déjà exposé, permet de répartir cet article en cinq catégories : 1° le tissu à mailles, qui a son centre principal à Troyes ; 2° l'article de Paris, qui comprend surtout la bonneterie fine; 3° l'article fantaisie, dont Roanne a à peu près le monopole ; 4° l'article dit du Midi, se travaillant à la tricoteuse; 5° les articles fabriqués dans la Somme, le Nord, les Vosges, etc. Tous ces articles, de quelque provenance qu'ils soient, ont donné lieu jusqu'en 1889 aux échanges suivants :

	Exportations	Importations
1884	35.097.000 fr.	4.403.000 fr.
1885	32.781.000	6.206.900
1886	39.542.000	7.688.000
1887	54.547.000	7.756 000
1888	43.205.900	5.996.400

ce qui nous fait voir que nous envoyons à l'étranger beaucoup plus de ces articles que nous ne lui en demandons.

Troyes est véritablement le centre de la fabrication de la bonneterie en France. Comme renseignements comparatifs avec l'année de la dernière exposition. nous pouvons dire qu'en 1878 il y avait dans cette ville 8,000 ouvriers et ouvrières par proportions à peu près égales, et qu'en 1888 ce nombre s'est élevé à 10,000 environ ; qu'en 1878 on comptait dans la même localité, 1,021 métiers dans les usines et 1,426 au domicile des ouvriers, et qu'en 1888 il y avait 3,118 métiers dans les usines et seulement 608 au domicile des ouvriers. Aujourd'hui le nombre des usines de bonneterie de Troyes est de plus de 300 et la fabrication de cet article y atteint un chiffre d'affaires qui dépasse 50,000.000. Le genre de cette ville comprend un très grand nombre d'articles, depuis le chausson grossier jusqu'au corsage de femme le plus fin, le tout en laine ou coton, rarement en soie, autour d'elle sont des centres relativement importants de fabrication, comme Romilly-sur-Seine, Estissac, Palis, Rilly-Sainte-Cyre, Aix-en-Othe, Marigny-le-Chatel, etc.

La région de *Paris* fabrique presque exclusivement pour la consommation française; mais c'est surtout dans la capitale que se trouvent les commissionnaires, la plupart du temps étrangers, qui font l'exportation pour les maisons de province. Les articles parisiens comprennent surtout les caleçons fins, gilets, jerseys haute nouveauté, costumes pour fillettes et garçonnets, bas fins et brodés de toutes nuances, gants, mitaines, etc.

Roanne fabrique surtout, comme fantaisie, des capelines brodées ornées de rubans, des robes et manteaux d'enfants, frangés et haute nouveauté, des châles brodés et tous ces gracieux objets à l'aiguille, au cadre, au métier, dont la vogue est si grande et si méritée.

La bonneterie du *Midi*, représentée par les départements du Gard, des Hautes-Pyrénées, de la Haute-Garonne, du Tarn et de l'Hérault, comprend des articles fort variés. L'un des centres les plus importants est Ganges, où la fabrication des bas de soie se fait sur une grande échelle, ainsi qu'à Nîmes et Arre et occupe environ 800 personnes : Cette fabrication se fait pour les bas fins sur des métiers mécaniques fonctionnant à la vapeur, qui font automatiquement les diminutions, opération délicate puisque le bas de soie se fait sur des 26 et 28 fin ; mais pour les bas extra-fins, les bas à jour et ceux de fantaisie, il est indispensable de se servir des anciens métiers, dits *français*, produisant peu mais permettant d'exécuter les travaux les plus compliqués et les plus variés. Arre renferme, en outre, une usine importante pour la fabrication des bas et des chaussettes de coton, fil perse et mi-soie qui occupe 200 personnes.

La ganterie diminuée, la mitaine, le gilet et le caleçon ont aussi d'importants représentants à Sauve, Sumène, etc.; la ganterie diminuée se fabrique sur les métiers dits *français*, munis de machines appropriées à ce genre de travail, et les gilets et caleçons sur des métiers mécaniques; le gilet de chasse se fabrique surtout à Tuzaguet. Les métiers mécaniques dont il s'agit ici ont été primitivement brevetés en Hollande par Paget; ils ont été construits par des constructeurs français lorsque le brevet de Paget est tombé dans le domaine public; ces constructeurs y ont apporté de nombreuses modifications.

Enfin, dans la *Somme*, le *Nord* et les *Vosges*, la fabrication de la bonneterie est fort diversement représentée. A Moreuil, Harbonnières, Villers-Bretonneux. etc., se font des costumes pour gymnastes, canotiers, vélocipédistes, des vestons et gilets de chasse, etc.; à Tourcoing, on fabrique le tissu jersey en pure laine naturelle; à Nancy, des chemises, caleçons, gilets, jupons, cache-corsets, maillots, etc.

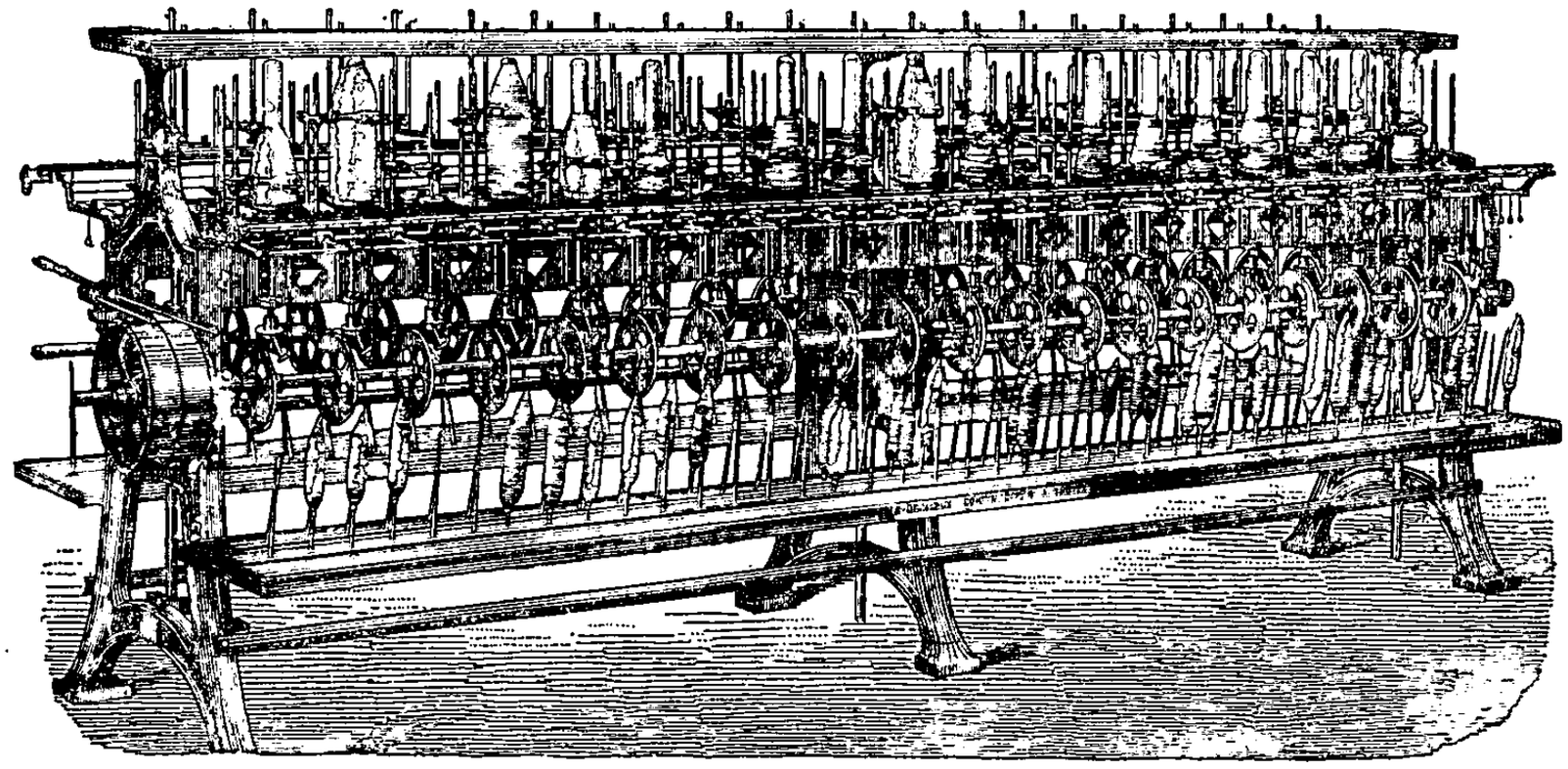
Les principaux concurrents de la France sont la Suisse pour la bonneterie de soie, notamment les villes de Schaffouse, Bâle, Berne, Laufenbourg (Argovie). Liestal, Alstetten (Zurich), Murgenthal, Zofingue, etc.; l'Angleterre pour les articles en coton à mailles fines, les tricots en matière dite « merino » et les genres fantaisie en bourre de soie, qui se fabriquent à Coventry, Manchester, Glascow, Hawick, etc.; l'Allemagne, pour la bonneterie commune à bas prix, et dans ces dernières années la Belgique où les fabricants de Leuze ont fait de réels progrès en bonneterie haute nouveauté, maillots diminués. proportionnés à côtes et à mailles unies, etc. Néanmoins la France conserve toujours l'un des premiers rangs dans la fabrication et en 1889 on constate qu'elle exporte encore dans l'Amérique du nord et l'Amérique du sud, l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Roumanie, la Russie, les Echelles du Levant, l'Egypte, la Turquie d'Europe et la Belgique.

Les perfectionnements qui ont été apportés

dans le matériel de la bonneterie depuis une dizaine d'années sont nombreux et variés. Certains constructeurs se sont attachés à perfectionner les métiers de préparations La figure 228 représente un bobinoir, faisant des bobines de forme cylindro-conique, forme très appréciée des fabricants à cause de la régularité de dévidage et de la facilité d'emmagasinage des bobines faites à l'avance. Nous complétons par cette figure ce qui n'avait pas été dit des métiers de préparation pour la bonneterie dans l'article du *Dictionnaire* : le système spécial que nous représentons ici, construit par M. Degageux, de Troyes, d'après les principes brevetés en 1855 par M. Buxtorf, permet de commencer une bobine alors que les autres sont à des périodes plus ou moins avancées, avantage sur les anciens systèmes où la levée des bobines se fait d'un seul coup, alors que ces dernières sont plus ou moins remplies. Les fils venant de fusées passent dans un épurateur réglable pour les débarrasser de toutes impuretés ou grosseurs.

Nous représentons aux figures 229 à 231, divers genres de métiers circulaires, l'un dans lequel le fil se trouve délivré par des fusées ; les autres où le fil se trouve débité par des bobines cylindro-coniques, comme nous venons d'en voir fabriquer par le bobinoir de la figure 228.

L'Exposition de 1889 nous a permis de constater nombre de perfectionnements à ce métier. L'un d'eux entre autres attirait plus spécialement l'attention. Les métiers à tricoter circulaires se divisent en deux catégories bien distinctes : les métiers anglais en usage presque exclusivement en Angleterre et les métiers français généralement répandus sur le continent. Les métiers anglais ont tous un système d'enroulage mécanique du tricot fabriqué, et le dispositif utilisé exerce une certaine tension verticale de bas en haut, favorable à la fabrication,



Fig, 228. — *Bobinoir pour la bonneterie.*

le tricot se détachant par la partie supérieure du métier. Les métiers français, au contraire, dans lesquels le tricot se détache par le bas, n'ont pas besoin de cette tension sur le tissu : un simple disque ou plateau circulaire en bois dans l'intérieur du boyau suffit par son propre poids au détachage du tricot ; mais lorsque ce plateau, par suite de la continuité de la production, atteint le parquet de l'atelier, il faut le remonter sous le métier et cette manœuvre occasionne des ennuis et des pertes de temps. M. Terrot, constructeur à Dijon, a fait disparaître ces inconvénients par un système d'enroulage mécanique spécial. Au-dessous du métier circulaire, fixé à un pivot autour duquel il peut d'ailleurs tourner, se trouve un anneau elliptique et un levier recourbé, le tout fixé par deux bras fixés à l'intérieur de la couronne du métier ; les extrémités recourbées du levier sont prises entre deux baguettes et mettent l'enroulage en mouvement par la rotation du métier. Deux rouleaux à section suivant une courbe d'hyperbole admise pour assurer un enroulage régulier en exerçant un tirage plus fort sur les extrémités que dans le milieu, donnent la tension voulue au tricot.

Le même constructeur montrait, munis de ce système, des métiers *multiples* essentiellement nouveaux. La disposition des aiguilles dans le métier à tricoter circulaire français ne permet pas de lui donner un diamètre assez petit pour confectionner des fourreaux étroits, tels que manches, bas, etc. Pour tricoter ce genre de tissus, les métiers circulaires anglais sont généralement employés ; mais les fabricants leur reprochent une répartition irrégulière des mailles, irrégularité due aux mailleuses qui ont les dents fixes et qui déforment le fil et les aiguilles. Les mailleuses des métiers français sont beaucoup plus parfaites, en même temps que la régularite et la profondeur des mailles est exactement réglée. M. Terrot a eu l'heureuse idée de réunir un certain nombre de métiers circulaires étroits dans une machine à tricoter multiple dont chacune produit également un fourreau : une seule mailleuse forme simultanément et exactement les mailles de tous ces métiers et les amène dans

tous les crochets des aiguilles. L'ensemble de ce métier multiple se compose de quatre métiers anglais circulaires de même diamètre ou de quatre diamètres différents, montés sur un plateau, et d'une grande mailleuse travaillant autour de la circonférence. Chaque rangée d'aiguilles d'une des têtes circulaires est fixée de la manière ordinaire sur une bague tournant autour d'une deuxième bague fixe. Les métiers circulaires sont mis en rotation par des engrenages droits, commandés par un engrenage central. Chaque métier est muni d'une roue de compression et d'une pièce d'abatage. Des pièces de réglage maintiennent la couronne des aiguilles en bas et l'empêchent de se soulever accidentellement. L'arbre de l'engrenage moteur est en même temps l'arbre de la mailleuse, et cette dernière donne aux métiers le mouvement de rotation. Dans ces métiers, les mailles sont obtenues de la manière ordinaire. Lorsque les platines ont cueilli les boucles et les ont élevées dans les crochets des aiguilles, la roue de compression passe sur les crochets pour les fermer et une pièce fait glisser l'ancien tricot sur les crochets, puis par dessus les aiguilles qu'il quitte bientôt. La mailleuse a autant d'excentriques et de saillies qu'il y a de métiers circulaires.

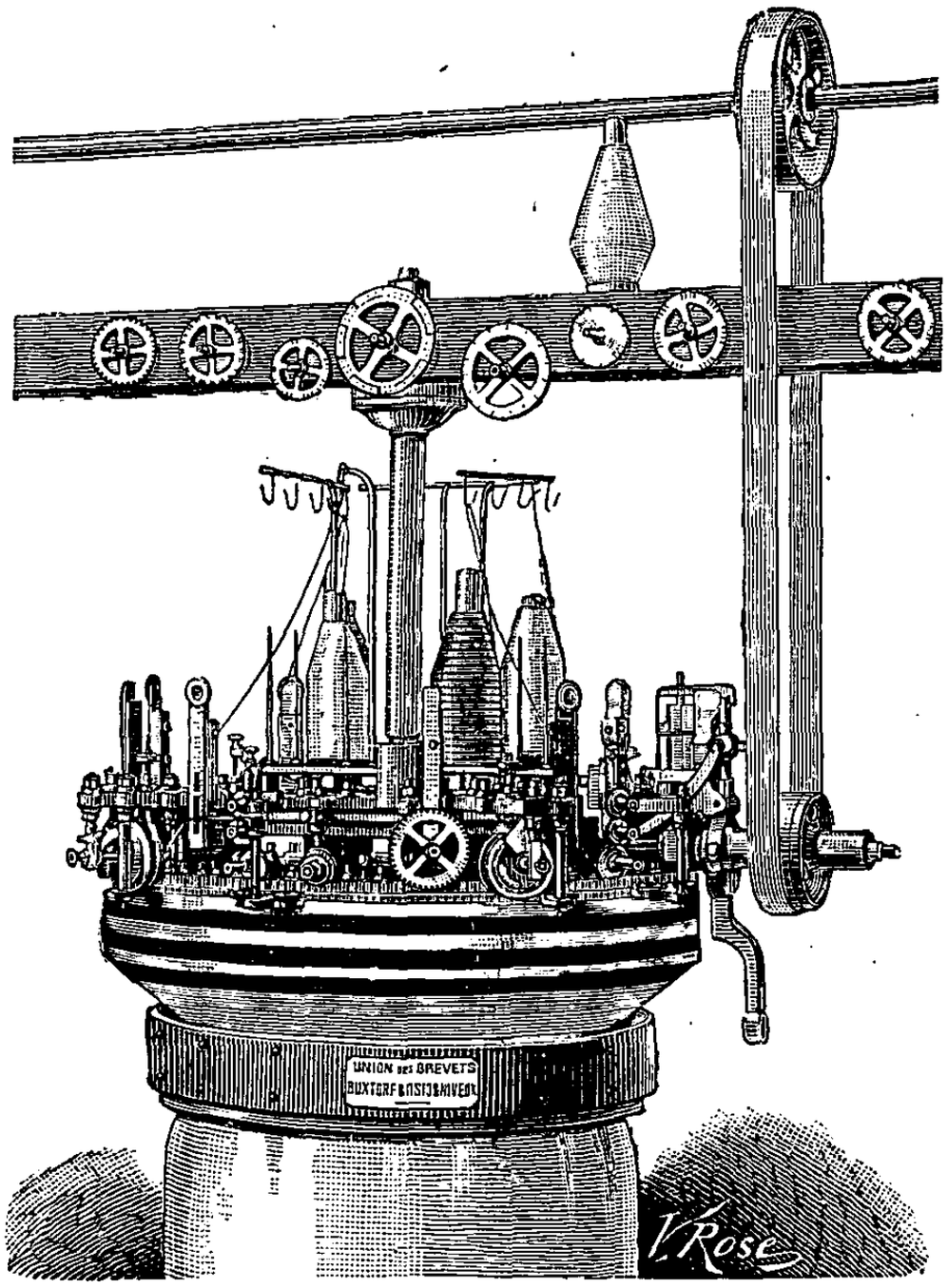


Fig. 229. — *Métier circulaire où le fil se trouve débité par des bobines cylindro-coniques.*

A cette même Exposition, qui semble nous avoir montré les derniers perfectionnements apportés dans le matériel de la bonneterie mécanique, M. C.-A. Radiguet, de Paris, avait placé son système de débrayage électro-magnétique du moteur, actionné suivant des dérivations pour l'un ou l'autre des divers contacts appropriés aux accidents survenus et désignés sous les noms significatifs de *casse-fils*, de *révélateurs d'aiguilles chargées*, de *mailles coulées*, etc. L'appareil de débrayage, appliqué déjà depuis longtemps par ce constructeur, consiste simplement en un électro-aimant dont l'armature laisse échapper, quand elle est attirée, un levier à crochet qui bascule et permet ainsi à un second levier à fourchette, repoussé par un ressort antagoniste, de déplacer sur l'axe de commande le manchon d'embrayage et de laisser la poulie folle. Les contacts à ressorts, dits *casse-fils*, renfermés dans une boîte en corne, sont actionnés par la chute de l'un ou de l'autre de plusieurs leviers à crochets soutenus par les fils du métier à la sortie de leurs bobines alimentaires. La rupture d'un fil et la rotation du crochet correspondant, assurée d'ailleurs par l'action d'un petit ressort antagoniste, détermine, par l'intermédiaire d'un petit axe coudé rencontré dans la chute, la rotation d'un doigt fixé sur cet axe et assure le rapprochement des ressorts de contact, la fermeture du circuit et le débrayage du moteur. Une sonnerie d'avertissement, avec tableau indicateur, complète utilement l'installation. La remise en marche s'effectue à la main. Les contacts varient de forme suivant la nature des accidents : les uns résultent d'un frottement exercé sur une console par la flexion d'une aiguille trop chargée; d'autres sont produits par la rotation d'un doigt métallique frottant sur le tissu et entraîné dès qu'il rencontre une maille coulée, un trou ou un défaut analogue de fabrication.

M. Buxtorf, de Troyes, l'un de ceux auquel les métiers circulaires doivent depuis de longues années les perfectionnements les plus marqués, a remplacé ce système par un mode de désembrayage entièrement mécanique donnant des résultats fort satisfaisants. Nous savons que sur les métiers circulaires, tous les organes concourant à la production du tube ou manchon de tricot sont groupés autour d'un plateau supérieur dit « porte système ». M. Buxtorf suspend au-dessous du porte-système, par l'intermédiaire de galets, sur ce plateau fixe, un cercle très léger concentrique à l'axe du métier. La circonférence extérieure du cercle est munie de chevilles radiales en nombre égal à celui des casse-fils ; la même pièce reçoit un bossage ou excentrique horizontal, situé à un millimètre environ du désembrayage proprement dit; si un fil casse, le pautre qui s'y trouve accroché (ou appuyé plutôt) tombe entre les vis des

plaques d'aiguilles ; tout aussitôt le métier, en tournant, fait légèrement et sans effort pivoter le casse-fils, lequel, déplaçant ainsi la cheville correspondante du cercle, fait tourner ce dernier de la quantité strictement nécessaire pour que le bossage pousse le levier de désembrayage, le dégage et occasionne ainsi l'arrêt spontané du métier. Aussitôt l'arrêt produit, une lame du ressort, fixée d'un bout sur le porte-système, appuyée de l'autre contre une goupille vissée dans l'épaisseur du cercle mobile, ramène cet anneau au point de départ. Le casse-fils est dit *indépendant*, parce qu'il peut obéir à de légères variations de tension sans occasionner un désembrayage inopportun et surtout parce que le pautier très léger supporté par le fil reste toujours en équilibre instable pendant le fonctionnement du métier. Une maille simplement coulée (échappée à l'aiguille) aussi bien qu'un trou dans le tricot, un simple tirage de fil, une aiguille chargée, occasionnent, par les systèmes de fils (par l'intermédiaire d'un dispositif analogue à celui du casse-fils) la chute d'un pautier agissant sur l'une des goupilles du cercle désembrayeur. Le principe du nouveau désembrayage repose donc sur l'intervention d'un cercle continu apte à recevoir, en tous points, les circonférentiels du porte-système, l'action immédiate des casse-fils et autres révélateurs et à la transmettre, avec une rapidité comparable à celle des électro-aimants, par suite d'un déplacement excessivement faible d'une pièce mobile.

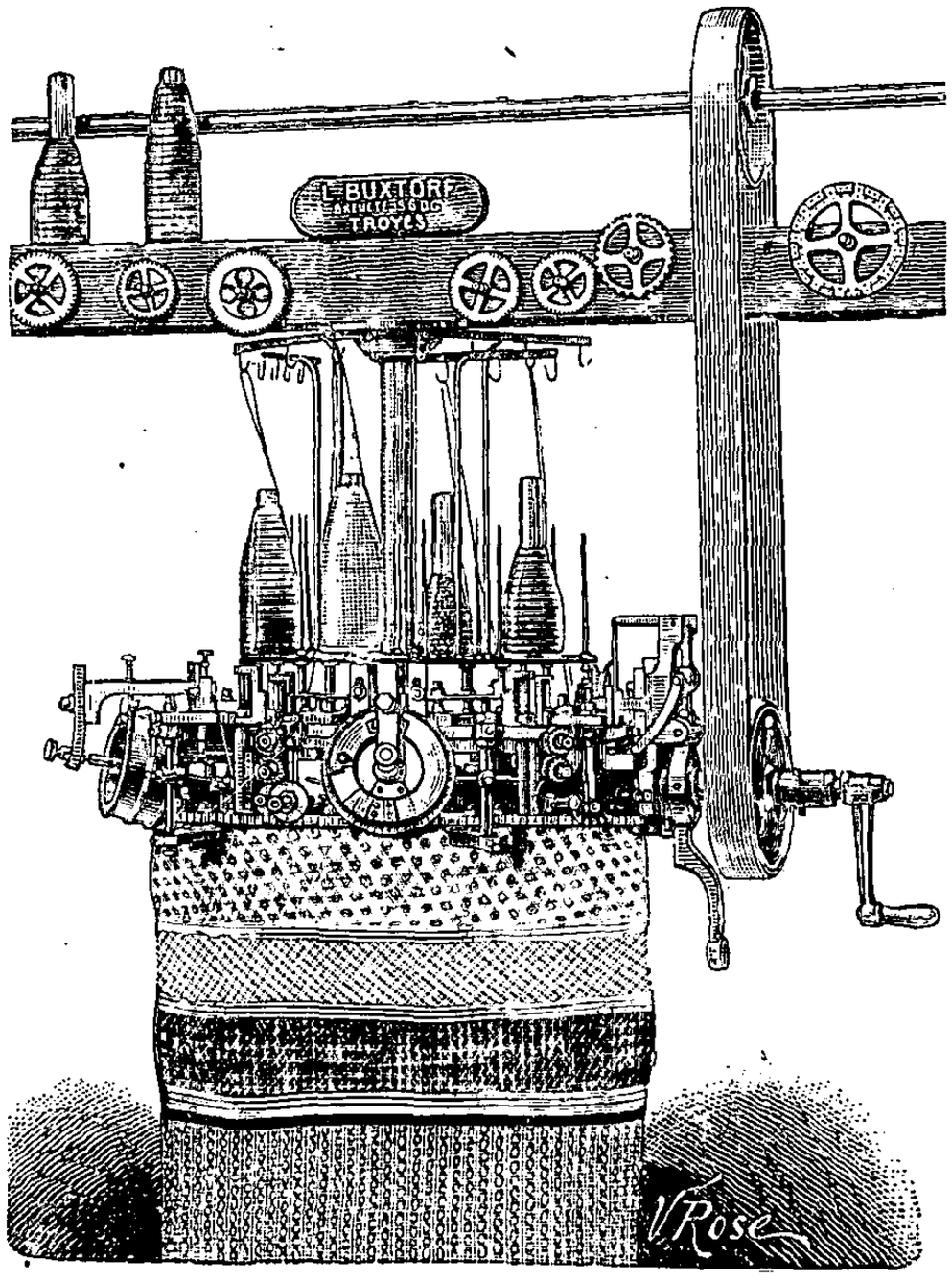


Fig. 230. — *Métier circulaire où le fil se trouve débité par des bobines cylindro-coniques.*

On remarquait encore sur les nombreux métiers exposés par M. Buxtorf, un nouveau *Jacquard électrique* qui permet de produire sur métiers circulaires ou rectilignes des dessins de toutes formes, dimensions et de différentes couleurs, au moyen de l'électricité, en affranchissant la composition de ce genre de dessin du calcul obligé jusqu'alors du nombre d'aiguilles du métier. Le même constructeur nous montrait aussi un métier d'un genre nouveau permettant de produire automatiquement aussi bien sur circulaire que sur rectiligne, la maille retournée pour la fabrication des articles dits *de Monbujeau*. Le type de ces articles figurait à l'Exposition au nom de M. Cazeneuve.

Dans les métiers circulaires exposés par M. Bonamy, de Saint-Just-en-Chaussée, il y avait surtout à remarquer un perfectionnement appliqué par ce constructeur aux métiers à côtes, dits *métiers Tailbouis* ou *métiers tubes*, et qui permet de faire automatiquement les ourlets ou parties de tissus repliés qui terminent l'extrémité des bas et empêchent le tricot de se défiler. Jusqu'aujourd'hui, on était parvenu à faire un ourlet avec quatre rangées de mailles, mais il fallait arrêter les métiers pour déplacer certaines pièces et faire quelques opérations à la main. Pour faire le tissu à côtes il faut deux fontures, l'une avec des aiguilles horizontales et l'autre avec des aiguilles verticales. L'invention de M. Bonamy pour faire les ourlets consiste à supprimer à un moment donné l'action des aiguilles horizontales. Le métier continuant à tourner, les aiguilles verticales prennent seules le fil et produisent une partie du tissu sans côtes d'une longueur quelconque : quand on remet les deux fontures en fonctions ensemble pour produire le tissu à côtes ordinaires, la portion de tissu sans côtes se trouve reliée au tissu à côtes et produit un grand ourlet très élastique, parfaitement solide et peu épais, puisqu'il est orné de deux tricots simples. Quant aux métiers rectilignes, il en existe plusieurs types, les uns marchent à la main, d'autres à la vapeur, ceux que nous représentons (fig. 229 et 230) marchent à la vapeur, ils sont à deux têtes (constructeur Buxtorf, de Troyes), à aiguilles self-acting, et permettent de faire par jour de 15 à 18 douzaines de paires de bords-côtes à la vitesse de 40 à 50 rangées à la minute ; nous avons remarqué aussi au Champ-de-Mars une tricoteuse à la main qui permet de tricoter en quelques minutes les bas et les chaussettes à côtes d'un trait ou d'un jet avec revers double, bords ou tiges côtes diminuées, avec pied tricot tubulure unie.

Au sortir des métiers, les pièces de bonneterie qui doivent être préparées pour la confec-

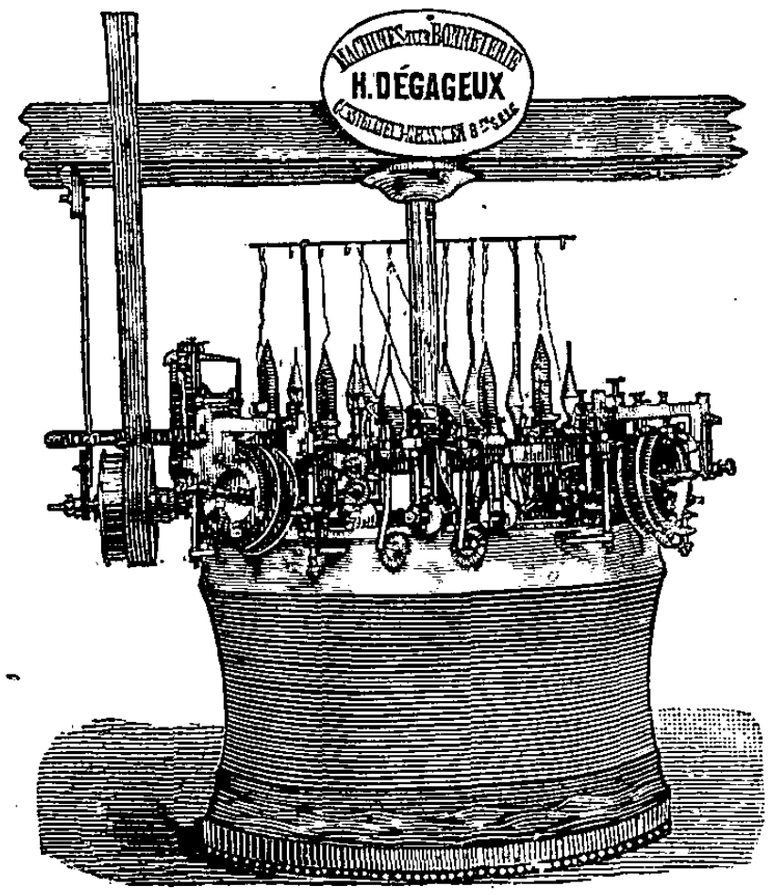


Fig. 231. — *Métier circulaire à bonneterie dans lequel le fil se trouve délivré par des fusées.*

tion subissent un certain nombre de préparations.

On commence d'abord par les soumettre au *lavage*, opération qui, pour arriver à un résultat satisfaisant, doit se faire avec de bonnes machines à laver, de la bonne eau et du savon pur; les machines à laver à caisse oscillante sont employées de préférence à celles à cylindre tournant autour de son axe; la meilleure eau est l'eau de rivière, et à son défaut, de préférence à l'eau de pluie qui trop souvent est contaminée par les suies, les eaux de source amenées par les canalisations urbaines; quant aux savons, ce sont pour les articles en couleur des savons d'oléine et pour les tissus blancs du savon de suif ou de ses dérivés. Les pièces en fil mélangés, celles en coton ne sont pas lavées, elles ne subissent qu'un *trempage* de quelques heures dans un bain chaud. Le savonnage est dans tous les cas suivi d'un ou plusieurs rinçages. Les tissus en laine peignée restent de 3 à 5 minutes au lavage, ceux en laine cardée de 10 à 15 minutes. Trempées ou lavées, les pièces sont ensuite empaquetées dans des linges blancs, puis *essorées*.

Les tricots blancs de laine sont alors le plus souvent *soufrés*, ce qui leur communique une jolie teinte ivoire uniforme. Cette opération dure de 6 à 8 heures, puis les tissus sont portés au *formage* ou chambre de séchage. On les *élargit* à la main, car ils se sont considérablement rétrécis; on a bien inventé des machines à calandrer et élargir pour cet objet, mais ces appareils ont l'inconvénient d'allonger les rangées de mailles et demandent à être surveillées très attentivement; quelques fabricants ont essayé des machines à ramer, mais celles-ci exigent un emplacement considérable et beaucoup de main-d'œuvre. C'est à ce moment qu'on fait passer à la machine à *lainer* les tricots qui doivent avoir une apparence laineuse et paraître très épais.

Au sortir du séchoir, les tissus lavés sont généralement *enroulés* et laissés fortement serrés sur leur rouleau pendant quelques jours pour éviter le retrait. Dans tous les cas, les pièces bien traitées ne doivent se rétrécir qu'en longueur, et lorsqu'on les a tirées un peu au large, il vaut mieux au moment où on les déroule, les abandonner pendant quelque temps afin de leur faire perdre leur état de tension. On procède alors à la *coupe* qui varie, bien entendu, avec chaque contrée, et qu'on a soin de ne pas faire à un centimètre près à cause de l'élasticité des tricots.

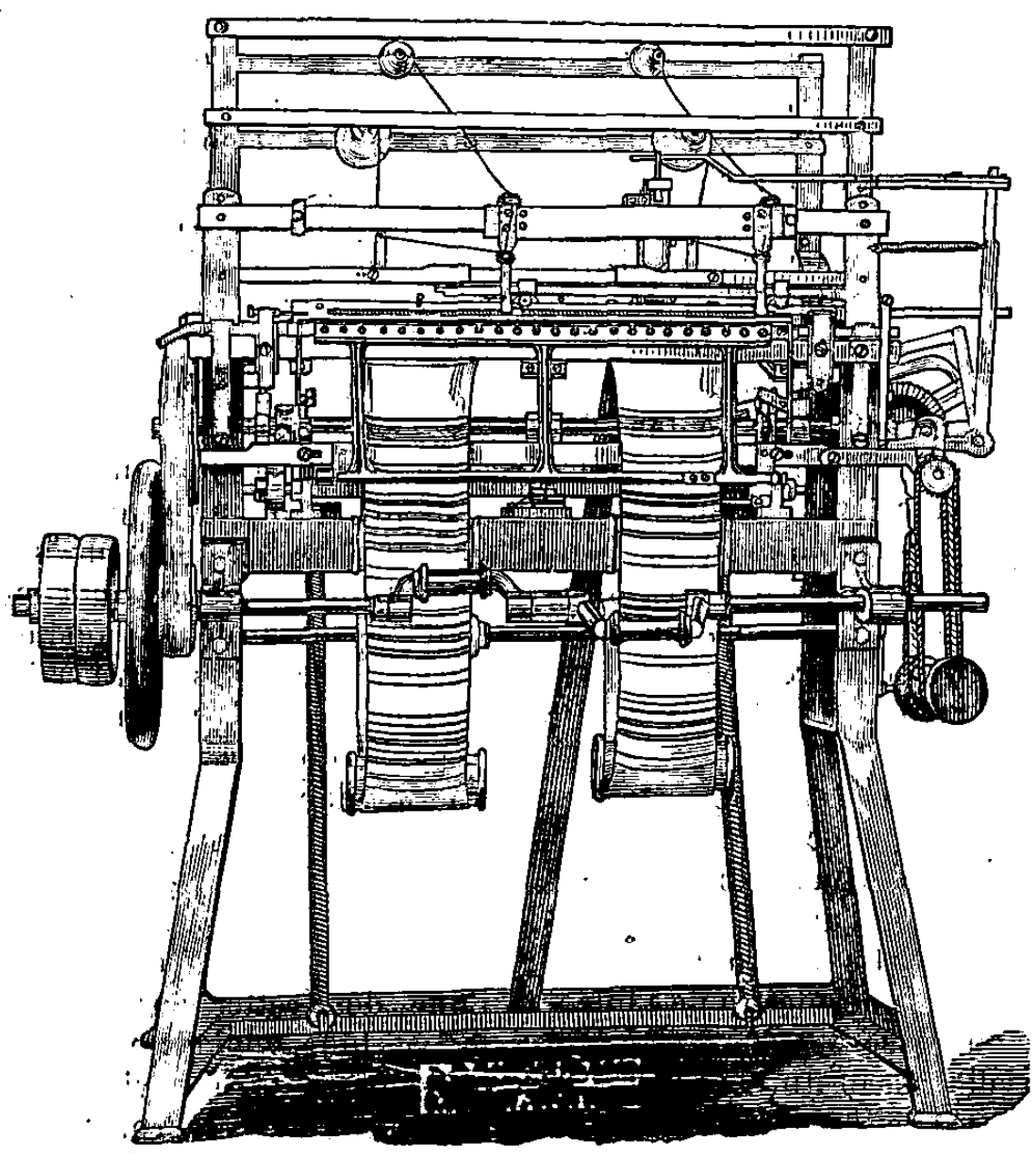


Fig. 232. — *Métier rectiligne de M. Buxtorf marchant à la vapeur.*

La coupe est suivie de la *couture* des pièces. Il y a pour cela des machines à coudre spéciales : les belles qualités sont rassemblées par un point de chaînette réunissant les parties maille à maille, les sortes communes sont traitées par le mode de couleur habituel. Certaines qualités de tricots de laine ou coton sont alors soumises à la *presse*, ce qui donne une apparence plus favorable à la vente; on les met alors entre deux feuilles de carton et on place le tout entre des plaques de fer froides ou chauffées au four à vapeur suivant

la nature de l'article. A la suite de la couture, chaque pièce nécessite un *repassage*, puis un examen attentif : quelques fabricants donnent même ce repassage avant le lavage dans le but de voiler les places bourrées. Les gilets et chemises sont alors pourvus par le découpage de leur encolure, emmanchure et ouverture de poitrine, parties qui sont soigneusement bordées, puis on fait les boutonnières nécessaires et on couche les boutons; aux caleçons on rapporte une ceinture. Après toutes ces opérations, on emballe les tricots dans des boîtes ou on en fait des paquets élégants et finis : ils sont alors propres à être livrés à la vente. — A. R.

BOUCHE A FEU. En 1880, époque à laquelle a été rédigé l'article Bouche a feu, la plupart des puissances européennes venaient de mettre en service un nouveau système d'artillerie, et, depuis lors jusqu'à aujourd'hui, elles n'y ont apporté que fort peu de changements, tant au point de vue du mode de construction, qu'au point de vue du tracé des bouches à feu. Seules, la marine française d'une part et l'Angleterre d'autre part ont adopté un nouveau système de bouches à feu.

Systèmes de la marine française modèles 1881 et 1884. Les canons du modèle 1875 sont semblables, comme mode de construction, aux canons du modèle 1870, avec cette seule différence que le corps du canon au lieu d'être en fonte est en acier. Les bouches à feu du modèle 1881, au contraire, ont un tracé analogue à celui des pièces en acier de l'artillerie de terre. Elles sont caractérisées par la suppression du tube intérieur qui, dans les pièces dont le corps du canon était en fonte, était destiné à donner à l'âme une plus grande résistance et avait été conservé par surcroît de précaution avec les premières pièces en acier modèle 1875. Mais les progrès faits dans la fabrication de l'acier ont fait penser qu'on pouvait compter davantage sur la résistance du métal et adopter un mode de construction qui, tout en présentant des garanties suffisantes, était à la fois plus facile, plus rapide et plus économique, par suite de la suppression du tube et de la diminution du nombre de rangs de frettes. Pour les gros calibres seulement, de 34 centimètres et au-dessus, dont le corps du canon peut être en deux morceaux, on a conservé le tube intérieur, afin de couvrir le joint.

Dans le système modèle 1884, l'artillerie de marine est revenue à l'emploi d'un corps de canon en acier tubé et fretté. Le tube est court pour les faibles calibres et long pour les gros, dans ce dernier cas il est fretté sur tout ou partie de sa longueur, disposition qui a pour but de permettre de l'introduire par l'avant, et on visse sur lui à l'arrière une virole dans laquelle est pratiqué l'écrou de culasse; quel que soit le calibre il n'y a qu'un seul rang de frettes.

Bouches à feu anglaises, dernier modèle. A la suite d'études et expériences entreprises vers 1880 et qui ont abouti en 1884, les Anglais ont complètement renoncé à l'emploi du fer forgé et adopté définitivement l'acier comme seul et unique métal à canon. Quelques pièces du nouveau matériel furent d'abord construites en acier et fer forgé, mais ne donnèrent pas de bons résultats; en effet, le fer forgé, lorsqu'il est soudé en grandes masses, perd son caractère fibreux et devient cristallin, aussi attribua-t-on en grande partie les insuccès subis aux modifications survenues pendant la fabrication dans l'état moléculaire du métal. On essaya ensuite d'employer l'acier fondu pour le tube seulement et pour toutes les autres parties du corps du canon un acier doux au manganèse sous forme de *coils*, afin de conserver les avantages du mode de construction *Fraser* et d'éviter les difficultés de fabrication des gros lingots d'acier destinés aux frettes. Ce second système ne réussit pas mieux que le précédent. On constata que, s'il est possible au point de vue industriel d'employer des coils soudés en acier très doux, on n'obtenait pas, au point de vue de la résistance, des résultats sensiblement supérieurs à ceux donnés par les coils en fer; les artilleurs anglais se décidèrent alors à faire des canons tout en acier fondu aussi bien pour les frettes que pour le tube intérieur.

Dans le dernier tracé appliqué pour la construction des canons de gros calibre, le tube, dont la partie avant constitue la volée de la pièce, s'amincit considérablement vers l'arrière et ne s'étend de ce côté que de la longueur nécessaire pour loger l'obturateur, il se termine à hauteur de la tranche antérieure de la culasse mobile. Sur ce tube est posée une jaquette qui forme frette au-dessus de la partie postérieure du tube et est destinée à recevoir le système de fermeture ; en avant de la jaquette se trouve une autre longue frette, en partie conique, dont les épaisseurs sont calculées en vue de résister aux efforts transversaux. Ce premier rang de frettes porte un second et même un troisième rang de frettes suivant le calibre. Les frettes d'un même rang buttent l'une contre l'autre et sont reliées par les frettes extérieures. Chaque frette intérieure porte sur sa surface externe une saillie annulaire présentant alternativement des pleins et des vides; chaque frette extérieure porte également sur sa surface interne une saillie annulaire dont les pleins et les vides sont disposés de la même façon que ceux des frettes intérieures; en arrière de cette saillie se trouve une rainure circulaire destinée à recevoir la partie dentelée de la frette intérieure, après que les deux frettes auront été agrafées l'une sur l'autre. La frette extérieure ayant été dilatée par la chaleur, on l'engage sur la frette intérieure de façon que les pleins passent à travers les vides; on la tourne ensuite de manière que le plein de l'une des frettes corresponde aux pleins de l'autre et tout déplacement suivant l'axe se trouve ainsi empêché. Les vides se correspondent après le mouvement de rotation ; on les remplit par de longs coins d'acier introduits à forcement. Un seul coin suffirait pour empêcher tout déplacement transversal, mais il est préférable de remplir également tous les intervalles, de façon que la pression intérieure du tir soit directement transmise à la totalité de la frette extérieure.

Par ce tracé, le canon se tient à tous ses joints, et travaille à la résistance longitudinale depuis l'extrémité de la culasse jusqu'à un point assez éloigné dans la volée; la sécurité contre le déculassement ainsi obtenu serait, au dire des constructeurs anglais, aussi grande que celle que donnent les frettes, par leur épaisseur et leur serrage, contre les ruptures dues aux efforts transversaux. En adoptant un système aussi compliqué, ils se sont donc préoccupés avant tout de faire concourir toutes les parties de la bouche à feu aussi bien à la résistance au déculassement, dangereuse surtout pour les gros calibres, qu'à la résistance transversale.

Cette préoccupation se retrouve, en ce moment, dans la plupart des nouveaux modèles de bouches à feu qui, dans ces dernières années, ont été mis à l'étude ou présentés par les constructeurs.

Bouches à feu de Bange (anciens établissements Cail) Dans la plupart des modes de construction actuellement en usage soit en France, soit à l'étranger, toutes les pièces concourent à la résistance transversale, mais une seule, le tube ou le corps du canon dans les bouches à feu françaises, la jaquette ou manchon dans les pièces du système Krupp, travaillent à la résistance longitudinale. En effet, dans les canons français, le tube et les divers rangs de frettes ne sont liés entre eux que par le frottement dû au serrage; or, ce serrage peut accidentellement être diminué ou supprimé en certains points par suite d'erreurs de construction; et, fût-il même en tous les points aussi grand que l'on a cherché à l'obtenir, le frottement produit peut ne pas suffire à empêcher le déculassement. Nous devons ajouter, il est vrai, que partant de ce principe que l'on ne devait pas compter, à ce point de vue, sur l'accroissement de résistance apporté par les frettes, accroissement qui, du reste, comme le montre le calcul, est peu considérable, on a arrêté le tracé de nos canons frettés de telle façon que ces bouches à feu résistent au déculassement, grâce à la seule épaisseur de leur tube. Il n'en a pas été de même à l'étranger où l'on a eu recours généralement à un système d'agrafage plus ou moins compliqué et délicat qui augmente les difficultés de fabrication sans offrir toujours une garantie suffisante.

Dans le canon de 340 millimètres, que la Société des anciens établissements Cail avait envoyé, en 1885, à l'Exposition internationale d'Anvers, le colonel de Bange, qui a été à la tête des ateliers de la Société jusqu'au mois de juillet 1889, avait adopté pour les frettes un tracé qui les obligeait à participer à la résistance longitudinale autrement que par simple frottement. Ce système de frettage, dit *biconique*, consiste à donner à la surface extérieure du tube et aux frettes une succession de formes légèrement tronconiques, telles que toutes les pièces qui composent la bouche à feu s'emboîtent l'une dans l'autre et constituent un tout dont les différentes parties soient solidaires. La conicité de chaque pièce est assez faible pour qu'on puisse poser les frettes sur le tube ou les unes sur les autres, en les portant à une température relativement peu élevée; elle est assez considérable pour qu'après le refroidissement le tube et les frettes soient invariablement reliés entre eux. Mais l'assemblage de ces frettes présente, dans la pratique, quelques difficultés et le moindre défaut de construction ou d'homogénéité peut en compromettre la réussite. Aussi le colonel de Bange semble-t-il avoir par la suite abandonné ce système. Dans le canon de 155 millimètres qui figurait à l'Exposition de 1889 le mode de frettage employé est une simplification du système biconique; à une petite distance de sa tranche arrière, le tube présente un léger renflement formé de deux troncs de cône accolés par leurs grandes bases; parmi les frettes du premier rang une seule est biconique, les autres sont cylindriques en arrière du ressaut et coniques au delà; parmi les frettes du second rang une seule est biconique. La frette antérieure du second rang est calée contre un ressaut ménagé dans la frette correspondante du premier rang.

Bouches à feu Canet (Forges et chantiers de la Méditerranée). Les bouches à feu du système Canet, sorties des ateliers de la Société des forges et chantiers de la Méditerranée, au Havre, et dont quelques spécimens étaient exposés en 1889, dans le pavillon du Ministère de la guerre, se distinguent également par leur système de frettage destiné à assurer une grande résistance aussi bien dans le sens longitudinal que dans le sens transversal. Ces bouches à feu, en acier martelé, trempé à l'huile et recuit, sont formées d'un tube renforcé par une longue jaquette qui porte les tourillons; en avant de la jaquette sont une ou deux frettes de calage simplement serrées sur le tube; le tube présente à l'arrière un ou deux ressauts contre lesquels vient s'appuyer la jaquette qui est rendue par ce moyen solidaire du tube dans le mouvement de recul. Pour les gros calibres, la jaquette est surmontée d'un rang de frettes dont la dernière, du côté de la culasse, prend appui sur un épaulement de la jaquette avec laquelle elle est agrafée.

La volée du tube présente, en outre, une série de portées cylindriques sur lesquelles sont placés deux rangs de frettes; le premier rang qui s'étend jusqu'à la bouche est formé de manchons de faible épaisseur; le second rang, qui s'arrête vers le milieu de la volée, comprend des frettes posées sur la surface extérieure cylindrique des manchons du premier rang. La jaquette et le premier manchon de volée sont assemblés par la frette-tourillons, qui se visse à chaud sur le manchon et porte une agrafe appuyée contre un ressaut de la jaquette.

Bouches à feu de Saint-Chamond. La compagnie des forges de Saint-Chamond a, de son côté, proposé pour la défense des côtes et l'armement des navires un système de bouches à feu, dont quelques-unes figuraient à l'Exposition de 1889. Ces bouches à feu, établies spécialement pour donner de grandes vitesses initiales, présentent un mode de construction spécial qui repose sur les principes suivants. Le tube, d'une épaisseur relativement faible, est en acier assez dur pour résister aux érosions des gaz et au frottement du projectile pendant son

parcours dans l'âme. Un ou deux rangs de frettes, suivant les calibres, enveloppent le tube et concourent à la résistance aux efforts transversaux. Enfin, la résistance aux efforts longitudinaux est assurée à l'aide de pièces forgées juxtaposées parallèlement à l'axe du canon, agrafées à leurs deux extrémités, et reproduisant, une fois groupées, une sorte de jaquette qu'on aurait divisée longitudinalement en un certain nombre de tirants distincts; les saillies d'agrafage sont établies de façon à ne pas dépasser la pression de 20 kilogrammes sur les surfaces d'appui en contact; un frettage extérieur recouvre ces éléments.

Canons à fil d'acier. Comme on vient de le voir dans le mode de construction proposé par Saint-Chamond, on a cherché à soustraire le tube aux efforts parallèles à son axe et à faire porter ces efforts sur des organes spéciaux qui, de leur côté, ne subissent aucun effort rayonnant.

C'est le principe d'après lequel ont été établis les canons à fil d'acier du capitaine Schultz dont il a déjà été parlé dans notre article Bouche a feu. Depuis lors, malgré la mort du capitaine Schultz, les études et essais sur les canons à fil d'acier ont été continués en France, et, bien que jusqu'ici on n'ait point encore obtenu de résultats absolument satisfaisants, il ne semble pas que ces études doivent être abandonnées.

En effet, à la suite des travaux de Woodbridge, en Amérique, de Longridge en Angleterre, et du capitaine Schultz, en France, la question de l'emploi des fils dans la construction des canons commence à préoccuper les constructeurs de tous les pays. Grâce surtout aux travaux du capitaine Schultz, les détails de construction des bouches à feu ainsi frettées sont en partie fixés aujourd'hui, en ce qui concerne le mode d'attache des fils et leur enroulement, sous une tension déterminée, mais jusqu'ici les organes spéciaux destinés à porter le système de fermeture et résister aux efforts longitudinaux n'ont pas fait preuve d'une résistance suffisante. Malgré ces premiers insuccès, la question des canons frettés en fil d'acier n'en semble pas moins appelée à un grand avenir, étant donnés les grands avantages que présente ce système au point de vue de la résistance aux efforts transversaux. Dans les bouches à feu frettées ordinaires, c'est le tube ou corps du canon qui est l'organe essentiel de la résistance, les frettes ne font que les soutenir et les renforcer; dans les canons à fils, au contraire, ce sont les fils eux-mêmes qui constituent le corps du canon, c'est à eux qu'incombe la tâche de résister à l'action des pressions perpendiculaires à l'axe du canon, et le tube n'entre en ligne de compte que pour une très faible partie de la résistance totale fournie par la bouche à feu; le rôle essentiel du tube consiste à soutenir les fils, à leur transmettre les pressions, à les préserver de l'action des gaz et du frottement du projectile, enfin à porter les rayures.

Bibliographie : Des canons à fil d'acier, par Moch, lieutenant d'artillerie (1887, Berger-Levrault); *Revue d'artillerie*; *Mémorial de l'artillerie de la marine.*

BOUGIE (V. *Dictionnaire*, Bougie, Glycérine et Savon). Le premier volume de ce *Dictionnaire* donne au mot Bougie, les renseignements les plus complets sur l'industrie stéarique et sur la fabrication des bougies en 1883. Si, depuis cette époque, la stéarinerie n'a pas subi de modifications essentielles, il y a néanmoins à signaler une série de perfectionnements, qui ont encore permis d'abaisser le prix de vente des produits fabriqués, mais trop souvent, au détriment de la qualité.

L'industrie stéarique figurait dans deux classes à l'Exposition de 1889. La classe 45, produits chimiques, renfermait les produits fabriqués, acides stéariques, acides oléiques, glycérines et bougies. C'était dans la classe 51, matériel et procédés des arts chimiques que se trouvaient les divers appareils et machines nécessaires à cette industrie.

Mais si les machines exposées dans la classe 51 avaient un grand intérêt, ce n'est pas dans les vitrines fermées de la classe 45, que l'on aurait pu se faire une idée, même superficielle, de la situation de la stéarinerie en 1889.

Dans la section française, en dehors de la collectivité des fabricants du rayon de Lyon, les grandes maisons de province avaient refusé d'exposer, la fabrication des bougies n'était donc représentée que par les usines parisiennes et par quelques maisons de province, ce qui était insuffisant. Dans les sections étrangères, on ne peut citer que la Compagnie Price, de Londres, que l'on rencontre dans toutes les expositions avec sa même vitrine dorée; une fabrique russe, quelques maisons espagnoles, parmi lesquelles l'une d'elles nous semble avoir appliqué ou réalisé tous les progrès. Les quelques autres rares expositions étaient sans importance. Ni les grandes maisons belges et hollandaises, ni les sérieuses usines autrichiennes ou italiennes ne figuraient à l'Exposition.

Est-il possible d'étudier une industrie chimique sur le simple examen des produits exposés? Aucun n'est réel, ce sont toujours des produits fabriqués en vue de l'Exposition, sans la moindre indication des procédés employés, ni du prix de revient. Deux industriels avaient eu la bonne pensée d'exposer les produits de leur fabrication courante, le jury a tenu compte de leur franchise, en les classant dans les derniers rangs.

Faisant exception pour la manufacture des *bougies de l'Etoile* qui avait pris soin d'exposer ses produits aux diverses phases de la fabrication, et de les munir d'étiquettes indicatrices, on peut dire que rien dans les autres vitrines ne pouvait renseigner le visiteur sur les progrès réalisés depuis l'Exposition de 1878. Le jury, lui-même, n'a pas toujours été mis au courant des procédés employés, du prix de revient ou de vente des produits qu'il avait à examiner, par suite, il a dû prononcer bien des jugements sur la foi des recommandations, ou sur la vue des produits qui ne représentaient en rien la fabrication courante, aussi des réclamations fondées ont-elles été soulevées.

Nous le disions déjà au sujet de l'Exposition de 1867, nous l'avons répété en 1878, c'est surtout en matière de produits chimiques qu'une réforme devrait être apportée dans l'organisation d'une exposition; ou supprimer toute récompense, ou donner des récompenses motivées par l'examen sérieux des usines, des procédés employés, des prix de vente, et de la direction générale de l'industrie, et en fin de compte, le mieux serait peut-être encore de supprimer toute récompense, le public, acheteur et consommateur, étant en réalité le plus impartial de tous les juges.

En outre, pourquoi séparer le produit de la machine ou de l'instrument destiné à le produire?

Il n'en est plus de même pour le matériel servant à la fabrication. Les appareils et les machines exposés dans la classe 51 étaient visibles et tangibles, et les constructeurs avaient à la disposition du public, indépendamment des dessins, des employés chargés d'expliquer le fonctionnement de l'instrument. Huit exposants présentaient cinq systèmes différents d'appareils pour la transformation des matières grasses neutres en acides gras, soit par la saponification, soit par la décomposition aqueuse, trois modes d'appareils à distiller, un appareil pour le refroidissement des acides oléiques, un évaporateur pour les glycérines, et différentes presses hydrauliques, machines à mouler, polir et rogner les bougies.

Nous n'avons cessé de le dire, dans différentes publications, la fabrication de l'acide stéarique n'est pas une industrie mécanique, c'est essentiellement une industrie chimique, et si le choix plus ou moins judicieux d'un appareil à saponifier ou à distiller, peut amener d'énormes différences dans les prix de revient du produit fabriqué, il n'en est plus de même pour les presses hydrauliques ou les machines à fabriquer les bougies, qui n'ont qu'une importance tout à fait secondaire.

Tout consiste, dans cette industrie, à produire un acide gras dont il sera possible d'extraire le maximum d'acide stéarique ou d'acides gras concrets, propres à être transformés en bougies, obtenant en même temps les plus hauts rendements en glycérine. Quelle que soit la presse ou la machine à mouler, le prix de revient du paquet de bougie fabriqué, ne variera pas d'une fraction de centime, mais suivant le procédé choisi pour le traitement des acides gras les différences pourront varier de cinq et même de dix centimes au kilogramme.

La France seule exposait le matériel nécessaire à l'industrie stéarique. Tous ont pu constater que nous avons conservé le monopole de cette construction, et si au point de vue du matériel nous pouvons encore dire avec orgueil : *tout est français dans la stéarinerie*, nous ne pouvons malheureusement faire de même en ce qui concerne nos fabriques de bougies stéariques. Ni le nombre, ni l'importance de nos usines n'est en augmentation. Frappées de doubles droits considérables, d'impôt de régie et d'octroi, droits qui atteignent jusqu'à la moitié de la valeur du produit, la consommation n'augmente pas, surchargée de frais généraux de toute nature, et se faisant une concurrence acharnée, nos usines souffrent, tandis que l'industrie stéarique prend un grand essort dans toutes les autres contrées.

Les perfectionnements apportés pendant ces dernières années dans la fabrication de l'acide stéarique consistent surtout dans la généralisation du travail mixte (saponification suivie de distillation totale ou partielle), dans une meilleure entente des conditions où doivent être opérées les saponifications ou les décompositions des matières neutres, dans la récupération des acides gras concrets entraînés avec les acides oléiques, enfin dans l'extraction totale de la glycérine. Aucun perfectionnement sérieux n'est à signaler dans les appareils à distiller, ni dans ceux destinés à l'acidification. On a compliqué la construction, on a fait varier les formes, on a copié, souvent mal, ce qui avait été fait auparavant, mais sans résultat appréciable, quelquefois même on a fait un pas en arrière, l'on ne saurait donc trop regretter la tendance des constructeurs à vouloir faire du nouveau quand même, sans avoir vérifié si les modifications sont bonnes ou mauvaises.

Le mode de fabrication connu sous le nom de *travail mixte*, est celui dans lequel on transforme toutes les matières grasses neutres en acides gras et en glycérines, soit par la saponification calcaire, soit par la décomposition à l'eau pure ou additionnée de divers oxydes métalliques. L'acide gras plus ou moins complet passe ensuite à l'acidification (saponification sulfurique) puis à la distillation.

Dans l'ancien travail par distillation simple, la matière grasse neutre était acidifiée directement et la glycérine ne pouvait être recueillie que par la saturation des eaux acides provenant de la décomposition de l'acide sulfo-gras. Il y avait perte considérable de glycérine dont la valeur est maintenant supérieure à celle de l'acide stéarique, et la glycérine ainsi extraite était forcément chargée de sels calcaires et d'impuretés de toute nature. On comprend donc tout l'avantage qu'il y a, même dans les usines qui ne travaillent que par distillation, à décomposer d'abord les matières grasses neutres en glycérine et en acides gras souvent incomplets, mais qui passeront ensuite à l'acidification sulfurique pour y être complétés.

Il n'existe plus aujourd'hui aucune usine dans laquelle la matière grasse ne se trouve saponifiée en autoclave au moyen d'une légère proportion de chaux ou décomposée, dans les mêmes autoclaves, au moyen de la chaleur et de l'eau pure ou additionnée de divers sels métalliques.

Saponification et décomposition aqueuse. On trouvera au mot Bougie, premier volume du *Dictionnaire*, une étude complète sur les divers procédés de décomposition et de saponification, il n'y a qu'à y ajouter une revue des divers appareils qui ont figuré à l'Exposition universelle de 1889, ou qui existent dans l'industrie. Nous avons constamment soutenu dans diverses publications, nous avons prouvé par la construction de plus de cinquante appareils, que la saponification, comme la décomposition de matières grasses neutres en

acides gras et en glycérine, ne pouvait être opérée complètement que dans des appareils disposés de façon à obtenir un brassage des matières en traitement, et pour arriver à ce but, tous les industriels ont maintenant reconnu que le seul mode d'agitation certain, possible à vérifier, était l'agitation **mécanique**, avec organes de transmission placés en dehors de l'appareil.

Cinq appareils de décomposition ou de saponification figuraient à l'Exposition. Tous étaient construits en cuivre rouge, à doubles rivures, quelques-uns avaient des épaisseurs de métal exagérées, nécessitées par leur forme défectueuse, et leurs mauvaises conditions de résistance. La valeur du métal doit cependant être à considérer quand il s'agit de cuivre de 25 ou de 30 millimètres d'épaisseur, et quand le choix d'une forme rationnelle permet de réduire ces épaisseurs tout en obtenant une résistance supérieure.

Dans tous les appareils exposés, les constructeurs se sont efforcés d'employer des moyens de brassage, plus ou moins efficaces, mais tous reconnaissent qu'il est indispensable de produire une agitation de la masse en traitement, pendant toute la durée de l'opération. C'est là le fait saillant, celui qui a préoccupé chaque constructeur.

En procédant par ordre alphabétique, l'étude comprendra les appareils Droux, Hugues, Lévy, Michel et Morane aîné.

Appareil L. Droux. Cet appareil a été décrit au mot Bougie, il en a été donné un dessin, figure 520, page 850, dans le premier volume du *Dictionnaire*. C'est un appareil de forme sphérique, avec agitateur intérieur, mis en mouvement par une transmission extérieure, il fonctionne dans presque toutes les usines. La sphère est de tous les vases celui qui donne le maximum de capacité avec le minimum de surface, c'est la forme *indéformable*, dans laquelle le métal travaille dans les mêmes conditions de résistance dans toutes ses parties ; c'est donc le vase résistant par excellence à une pression intérieure, permettant ainsi l'emploi d'un métal de moindre épaisseur, tout en donnant la plus grande sécurité avec la forme la plus appropriée au travail.

Nous indiquons plus loin les modifications apportées dans la construction de cet appareil.

Appareil Hugues. Sous le nom *d'appareil thermodynamique*, M. Hugues, directeur de la fabrication de la manufacture des bougies de l'Etoile, avait exposé un appareil construit par M. Morane jeune, et destiné à la dissociation ou saponification aqueuse des matières grasses en glycérine et en acide gras. M. Hugues a cru devoir faire breveter un appareil dont les détails sont bien étudiés et parfaitement construits, mais où rien ne paraît être nouveau. C'est le vieux cylindre dit *de Milly*, avec tous ses défauts de résistance, que le constructeur s'est efforcé de remplacer par une épaisseur de métal considérable et par une rivure triple.

L'appareil construit pour traiter mille kilogrammes de matières grasses, opère la décomposition par le moyen de l'eau seule et de la température, sous une pression de vapeur de 15 kilogrammes correspondant à la température de +200° centigrades. Il est représenté dans la figure 233.

La notice de M. Hugues dit : « Que jusqu'à ce « jour, la saponification aqueuse n'a pu entrer « dans la pratique industrielle, vu la difficulté de « réaliser le contact intime, moléculaire, entre le « corps gras et l'eau, *condition absolue de la réac- « tion à produire.* »

Nous sommes absolument d'accord avec lui, sur ce dernier point. Pour y parvenir, M. Hugues fait entrer la vapeur, au fond de son cylindre A, dans un tube central où la vapeur se dégage, entraînant avec elle les matières grasses et l'eau, aspirées au fond du cylindre, pour les ramener à

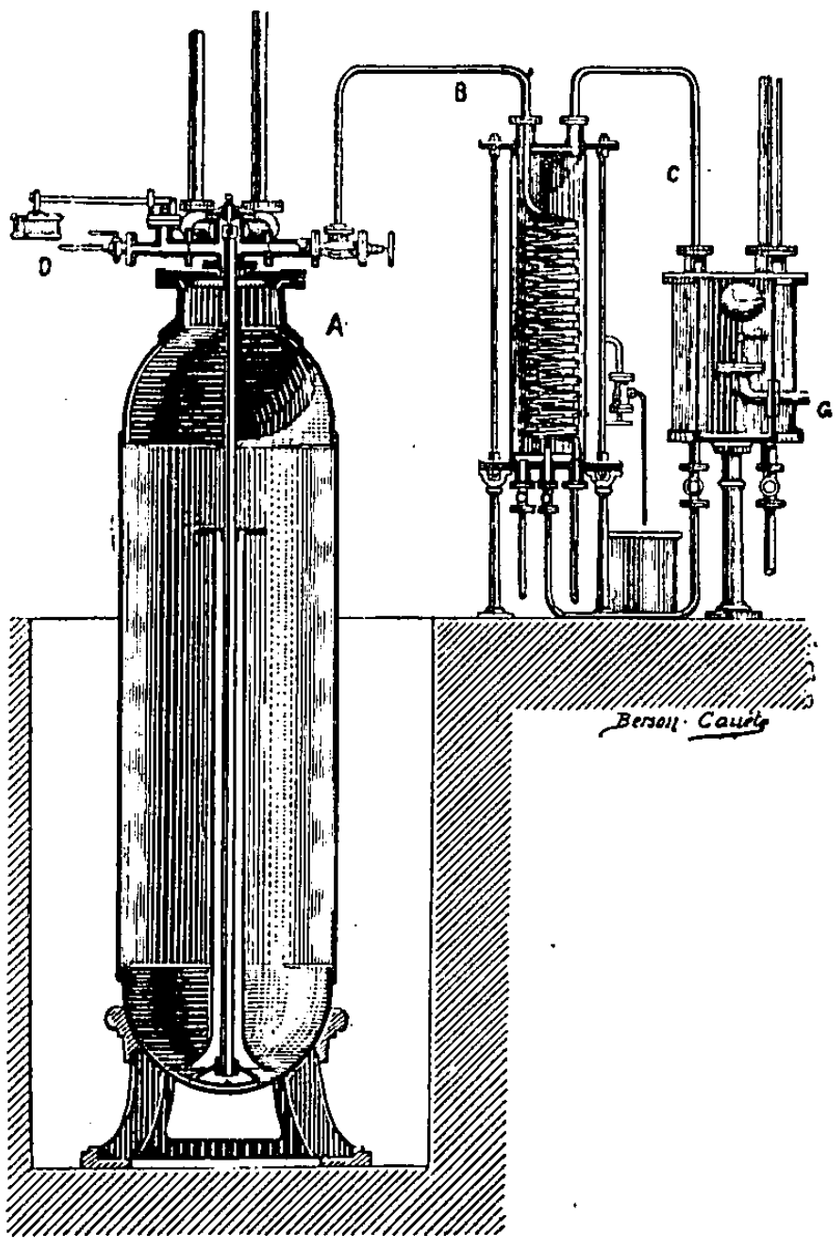


Fig. 233. — *Appareil thermodynamique de Hugues.*

la partie supérieure. Il espère pouvoir ainsi produire un courant continu de bas en haut dans le tube central, et de haut en bas dans sa périphérie et dans le cylindre, mais la disposition même du vase clos rend impossible toute vérification.

Malgré le courant de vapeur considérable, indispensable à la production du mouvement supposé, et par suite, malgré la dépense de vapeur, ce mode de brassage, d'agitation, est forcément incomplet, sujet aux variations de pression de la chaudière à vapeur, malgré le régulateur de vapeur si difficile à maintenir en fonction, en un mot, il est impossible de savoir, pendant la durée de l'opération, si ce brassage indispensable fonctionne régulièrement ou ne fonctionne pas.

Cette disposition, de beaucoup préférable au simple cylindre de M. de Milly, n'a rien de nouveau : il y a de nombreuses années, que l'on a

placé au fond des autoclaves, des instruments connus dans l'industrie sous le nom d'*appareils à jet de vapeur*, espèces d'injecteurs dans lesquels la vapeur se dégage d'un orifice conique, pour entraîner le liquide environnant et l'y élever dans un tube.

C'est absolument la disposition de l'appareil thermo-dynamique.

Un courant de vapeur considérable étant indispensable à la marche de cet injecteur, M. Hugues reprend la vapeur à la partie supérieure de l'autoclave, pour l'employer à la concentration des eaux glycérineuses, dans un vase B muni d'un serpentin. Il augmente ainsi, avec raison, le passage de la vapeur dans la masse en traitement, mais c'est encore là une disposition employée depuis longtemps dans un grand nombre d'usines, et à laquelle on a souvent renoncé, en raison des entraînements de matières grasses dans les serpentins.

Si nous sommes d'accord avec M. Hugues sur l'indispensabilité d'une agitation parfaite des matières en traitement, *condition absolue de la réaction à produire,* nous ne le sommes plus avec le passage de sa note, dans laquelle il annonce pouvoir soumettre directement à la presse les acides gras de la décomposition à l'eau. Nous pensons, avec beaucoup de fabricants, qu'en raison de la proportion de matières neutres renfermées dans les acides gras, il est indispensable de les soumettre à une nouvelle saponification sulfurique suivie de distillation.

L'appareil thermo-dynamique est adopté par la manufacture des bougies de l'Etoile, nous croyons qu'il ne fonctionne dans aucune autre stéarinerie.

On trouvera dans le premier volume du *Dictionnaire*, page 851, l'exposé des premiers appareils construits pour la saponification à l'aide de l'eau et de la chaleur, soit par la décomposition aqueuse. MM. de Roubaix, Wrigt et Fouché avaient déjà employé différents modes de circulation, pour arriver à un mélange intime des matières.

L'agitateur mécanique, muni de godets remontant constamment l'eau glycérineuse à la partie supérieure de l'autoclave pour l'y déverser sur les matières grasses, et produisant en même temps un brassage énergique par le mouvement des bras de l'agitateur, n'est-il pas le mode de brassage le plus simple, et dont le fonctionnement certain se vérifie de lui-même par la rotation de l'arbre extérieur. Pourquoi aller chercher d'autres combinaisons anciennes, d'un fonctionnement incertain, et souvent illusoire?

Appareil Lévy. Le directeur de la stéarinerie de l'Est à Dijon, a exposé un autoclave, formé d'un cylindre en cuivre, également construit par M. Morane jeune, et analogue dans sa forme à celui de M. Hugues. Comme ce dernier, M. Lévy attache la plus grande importance au mélange intime des matières à saponifier. Voici un extrait de sa notice :

L'autoclave, dont on trouvera le dessin à la figure 234 système G. Lévy, est construit pour la saponification à l'eau sous la pression de 15 kilogrammes.

Dans ce nouvel appareil, le mouvement continuel de l'eau et de la matière grasse à saponifier, y est produit par un mélangeur d'une disposition particulière et la vapeur est employée seulement pour maintenir la haute température nécessaire à l'opération.

Ce mélangeur placé au centre de l'appareil est composé d'un cylindre en bronze A ayant à sa partie inférieure un tuyau d'aspiration, B avec clapet, et à sa partie supérieure un couvercle C qui traverse une plaque perforée D. Au milieu de ce cylindre se trouve un plongeur F, contenant un clapet de refoulement et percé de trous pour le passage de la matière refoulée dans le tuyau. Ce plongeur est relié à un appareil hydraulique fixé sur le dessus, en dehors de l'autoclave, et dont la disposition spéciale, ainsi que sa distribution d'eau, permet d'obtenir un mouvement régulier du plongeur qui peut ainsi monter et descendre dans son cylindre environ quatre mille fois par opération. L'eau et la matière grasse sont donc constamment remontées à la partie supérieure de l'autoclave où elles traversent la plaque perforée pour retomber en pluie dans l'intérieur de l'appareil.

L'agitation est par conséquent des plus énergiques et la vapeur étant donnée tout à fait au sommet de l'appareil, on évite par un changement de pression, des retours des matières grasses ou de la glycérine aux générateurs, cause de danger et de perte. Cette disposition permet aussi de supprimer complètement l'échappement de vapeur.

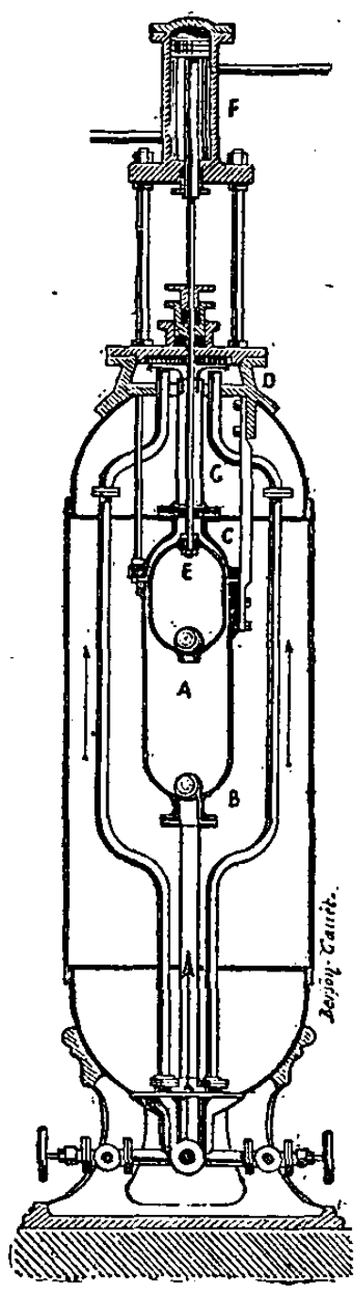


Fig. 234. — *Autoclave Lévy.*

L'appareil de M. Lévy (fig. 234) consiste donc au point de vue de l'agitation, en une pompe ordinaire, placée au centre de l'autoclave, et mise en mouvement au moyen d'une articulation extérieure, par une tige à frottement dans une presse étoupe, fixée à la partie supérieure du cylindre.

Rien ne permet de vérifier le fonctionnement des clapets de cette pompe, sa tige extérieure reste visible, mais tous ceux qui se sont occupés d'acide gras, savent avec quelle rapidité, les clapets de ces pompes sont rongés et mis hors de service, même en dehors de toute pression et aux basses températures ordinaires aussi toutes les pompes à acides gras ont-elles été remplacées, dans les stéarineries, par des monte-jus. Cette disposition, préférable à celle de l'appareil thermo-dynamique, n'est pas nouvelle, elle a été éssayée plusieurs fois soit au moyen de pompes placées, comme dans l'appareil Lévy, au centre de l'autoclave, soit même à l'extérieur du cylindre, mais on a dû l'abandonner en raison de l'arrêt fréquent et de la destruction de la pompe même.

Mais ce qui est particulier a ce nouvel appa-

reil, c'est son mode de chauffage, puisqu'au lieu de faire arriver la vapeur au fond du cylindre, dans le sein même de la masse à saponifier, l'inventeur ne la met en contact avec la masse à chauffer, qu'à la partie supérieure de l'appareil, sur une petite surface, constamment renouvelée, il est vrai, si la pompe fonctionne.

Les appareils de M. Lévy ne sont installés que dans l'usine qu'il dirige à Dijon, et depuis trop peu de temps pour pouvoir se prononcer. Ce nouveau mode de chauffage est néanmoins intéressant à signaler, il doit avoir l'avantage, comme le dit l'inventeur, d'empêcher tout retour dangereux, d'acides gras, aux chaudières à vapeur. Reste à savoir s'il fonctionne.

Appareil Alfredo Michel. Comme les deux précédents, l'appareil de M. Alfredo Michel est construit par M. Morane jeune. Il se distingue des précédents et de tous autres par son mode de chauffage à feu nu. Il se compose de deux cylindres en cuivre, installés dans deux fourneaux, surmontés d'un troisième cylindre en élévation. M. A. Michel attache aussi une grande importance à la circulation et au brassage des matières grasses, *conditions indispensables*, dit-il, *pour une parfaite saponification*.

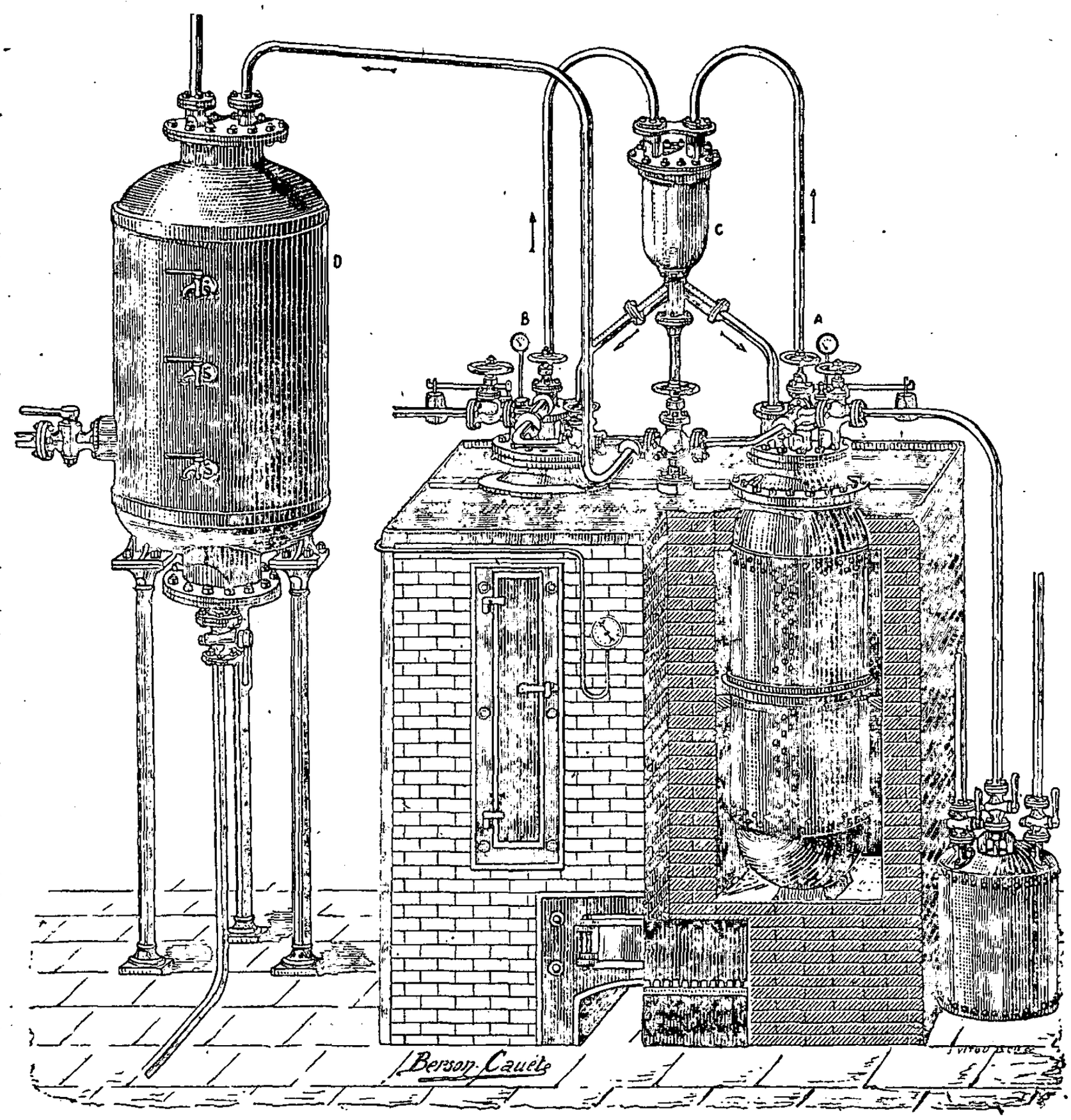


Fig. 235. — *Saponification aqueuse, appareil Michel.*

Voici la note distribuée au jury de l'Exposition :

L'appareil A. Michel a pour but de décomposer les corps gras neutres en acides gras et glycérine, sans l'emploi d'aucun agent chimique. Dans ce système on effectue la saponification en soumettant la matière à un contact intime avec de l'eau à 14 kilogrammes de pression par un brassage dynamothermique.

L'appareil se compose de deux autoclaves AB reliés chacun à un récipient supérieur C par une série de tuyaux.

Les deux autoclaves sont chargés d'eau et de corps gras neutres dans une certaine proportion variable suivant les matières employées, de telle façon qu'à la température correspondant à la pression de 14 kilogrammes, la charge remplisse l'appareil.

Le récipient supérieur constamment refroidi par l'air ambiant, provoque par condensation, un appel continu de vapeur des autoclaves vers lui-même, ce qui produit une ébullition active et ininterrompue.

Les autoclaves sont complètement remplis, comme il a été dit plus haut, et il y a lieu d'insister sur ce point. Les orifices des tuyaux étant les seuls qui puissent donner passage aux vapeurs formées par l'ébullition, ces dernières chassent toutes les matières qui se trouvent devant elles, et les entraînent aux autoclaves d'une façon continue.

Il reste donc bien établi qu'on obtient, sans l'intermédiaire d'aucun organe mécanique, une circulation et un brassage des plus actifs entre l'eau à une haute pression et les corps gras, condition suffisante et indispensable pour une parfaite saponification aqueuse.

Un dispositif de robinets d'épreuve, placés sur les autoclaves, permet de surveiller la marche de l'opération dans toutes ses phases.

La durée totale d'une opération est de six à sept heures suivant les matières employées et la charge moyenne de 2,500 kilogrammes du corps gras.

Connaissant les inconvénients de la décharge à air libre de tous les systèmes d'autoclaves, j'ai relié cet appareil à un vase clos D dans lequel je fais passer, sans attendre que la pression baisse et par suite sans perte de temps, les produits de mon opération (eaux glycériques et acides gras).

Quelques instants après, j'envoie par un robinet placé sous le vase clos, les eaux glycériques à l'évaporation, et d'autre part en fabrication les acides gras obtenus.

L'appareil de M. Michel représenté figure 235 n'est que la répétition des premiers autoclaves employés il y a trente ans par MM. Melsens, Wright et Fouché, de Roubaix, etc., et abandonnés depuis en raison des dangers d'incendie et du manque de circulation.

Les appareils Melsens, Wright et Fouché, décrits dans le premier volume de cet ouvrage, se composaient comme ceux de M. Michel de deux cylindres, l'un placé dans un foyer au contact direct des flammes, renfermant la matière grasse et l'eau. Le second placé en élévation, était *constamment refroidi par l'air ambiant*, produisant ainsi un appel continu de vapeur de l'autoclave vers lui-même, et amenant une ébullition active et ininterrompue dans le cylindre du foyer, comme dans l'appareil Michel; l'eau condensée dans le cylindre supérieur retournait dans le cylindre du foyer, pour s'y volatiliser de nouveau, avec cet avantage dans l'ancien appareil Melsens, que l'eau retombait en pluie dans le cylindre inférieur.

L'appareil de Roubaix, abandonné depuis 1865, avait même sur l'appareil Michel l'avantage de pouvoir concentrer la glycérine dans le serpentin placé au-dessus de l'autoclave, pour la condensation des vapeurs et le retour de l'eau dans la matière grasse. L'appareil thermo-dynamique de Hugues comme celui de Michel, ne sont donc que des copies de l'appareil de Roubaix. Le principe de l'appareil Michel est absolument le même que celui des anciens autoclaves abandonnés.

C'est toujours un cylindre renfermant le mélange des matières grasses et d'eau, surmonté d'un cylindre supérieur, ou d'un serpentin. Par sa densité, l'eau reste au fond du cylindre. La chaleur du foyer transforme l'eau en bulles de vapeur qui traversent la masse du suif, viennent se condenser dans le cylindre supérieur ou dans un serpentin, pour retomber en eau condensée sur la matière grasse du cylindre inférieur. Il se produit alors, si tout fonctionne comme on le suppose, car il est impossible de le vérifier, un courant continu et un brassage entre l'eau à haute température et les corps gras en traitement.

L'appareil Michel résume ainsi tous les inconvénients des anciens autoclaves. Forme cylindrique défectueuse au point de vue de la résistance du métal ; chauffage à feu nu excessivement dangereux en cas de fuites toujours inévitables dans des cylindres en cuivre soumis à des pressions de 14 kilogrammes et à des efforts, comme à des températures inégales ; coût élevé de l'appareil, complications de tuyauterie et de montage, enfin impossibilité de vérifier la marche de la circulation désirée. L'appareil Michel a l'avantage de ne pas avoir besoin de chaudière à vapeur.

La note remise au jury annonce que ces appareils fonctionnent à Rio de Janeiro dans l'usine dirigée par M. Michel, à Buenos-Aires, à Turin et à Lisbonne.

Appareil de M. Morane aîné. Sous la dénomination d'autoclave pour la saponification des corps gras par la chaux et par l'eau, avec ou sans agitateur mécanique, M. Morane aîné avait exposé un cylindre vertical en cuivre, à l'intérieur duquel il avait placé un arbre en bronze, reposant sur une crapaudine *en fer*, avec hélices en bronze. L'arbre de l'agitateur est muni d'un presse-étoupe à la partie supérieure de l'appareil. Le mouvement est donné par une transmission par engrenages. C'est une copie d'appareils déjà connus, avec les inconvénients de la forme cylindrique, et d'un arbre reposant sur une crapaudine qu'il faut sans cesse renouveler, mais avec les avantages d'une agitation certaine, possible à vérifier pendant la marche de l'appareil.

Il reste donc bien établi maintenant, que les inventeurs, comme les constructeurs font tous leurs efforts pour arriver à un mélange intime des matières en traitement dans leurs divers genres d'appareils. La circulation automatique due à l'action seule de la vapeur doit être repoussée comme incertaine, et en tous cas, comme impossible à vérifier ; seule l'agitation mécanique, avec transmission de mouvement en dehors de l'appareil, est à recommander.

Un autoclave en cuivre, fonctionnant aux pressions énormes de 14 et de 15 kilogrammes, correspondantes à 200° de température, exige les plus grandes précautions de sécurité. La forme cylindrique doit être abandonnée, quelle que soit l'épaisseur du métal, car elle donne un vase déformable d'autant plus dangereux que la pression est plus considérable. Chacun sait que si, dans un tuyau fermé, en toile, ou en caoutchouc, ou dans un boyau d'animal, on exerce une pression intérieure, le tuyau gonflera au centre, diminuera de lon-

gueur et se rapprochera de la forme ronde. Si l'on pousse plus loin la pression, ce tuyau ne se déchirera qu'après une grande extension de la partie centrale et après s'être rapproché de la forme ronde.

C'est ce qui se passe dans l'intérieur de tout vase cylindrique, et c'est ce qui nous fait insister pour l'emploi exclusif du vase sphérique *indéformable*.

Les explosions, toujours très graves, d'appareils cylindriques, sont malheureusement déjà nombreuses, et l'on peut dire que tout autoclave cylindrique est fatalement destiné à périr par explosion si l'industriel n'a pas la précaution de le remplacer après un certain temps de service.

C'est en dehors de l'Exposition qu'il nous faut maintenant examiner les progrès réalisés dans la transformation des matières neutres, en acide gras.

Modifications de l'appareil L. Droux. Dans le but de parer aux graves inconvénients signalés ci-dessus, cet ingénieur-constructeur a modifié, tout dernièrement, son appareil sphérique indéformable. L'appareil qui figurait à l'Exposition était analogue à celui décrit dans le *Dictionnaire*. La sphère était construite au moyen de huit feuilles de cuivre assemblées.

Pour obtenir le maximum de résistance, il a conservé la forme sphérique, mais il a réduit le nombre de feuilles de métal à deux, ce qui donne l'avantage d'avoir le minimum de rivets et de lignes d'assemblage.

Les appareils de cet ingénieur sont maintenant construits au moyen de deux coupoles hémisphériques, embouties d'un seul morceau de cuivre, et assemblées à doubles rivures, par deux larges bandes de cuivre, l'une à l'intérieur, l'autre à l'extérieur de l'appareil.

La figure 236 indique ce mode de construction, et laisse voir l'assemblage des deux coupoles. On arrive ainsi à avoir une sphère mathématiquement exacte, sans déformation possible, avec le minimum de rivets et de lignes de jonction, ce qui est très important, car les fuites des autoclaves, et par conséquent les causes d'explosion, se produisent toujours à ces lignes d'assemblage, et surtout aux pinces, qui n'existent plus dans ce système.

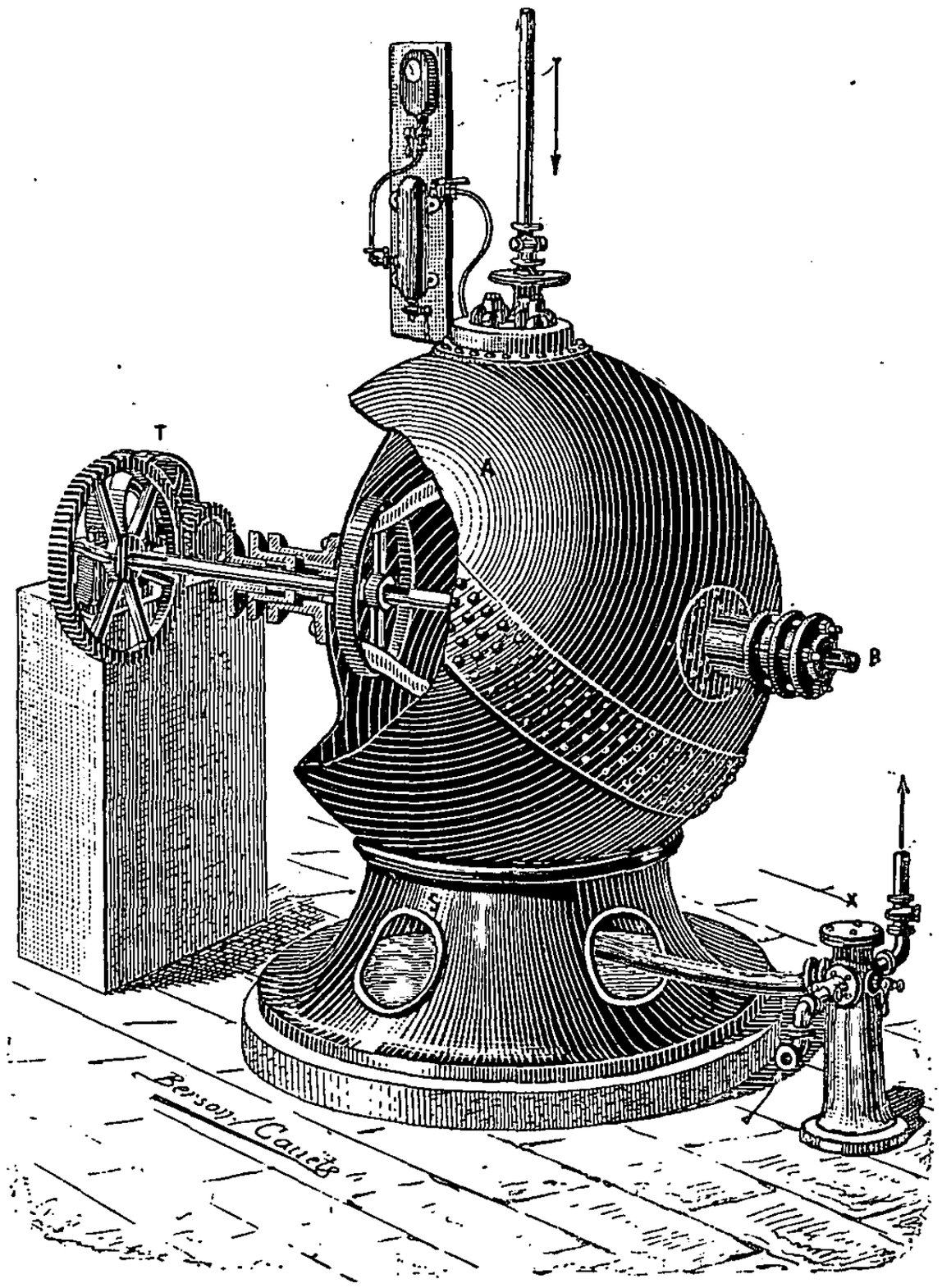


Fig. 236. — *Nouvel autoclave L. Droux.*

Ces appareils employés aussi bien dans la saponification à 2 ou 3 0/0 de chaux, sous pression de 9 à 10 kilogr. sont surtout recommandables quand il s'agit de décompositions aqueuses qui exigent des pressions de 14 et de 15 kilogrammes.

La sphère A repose sur un socle en fonte S sur laquelle elle se trouve fixée par deux goujons taraudés. Elle est traversée par un arbre en cuivre B maintenu dans deux presses-étoupes doubles, de construction spéciale, ne permettant aucune fuite, même à ces pressions considérables. Cet arbre est armé de trois bras en bronze, recevant chacun trois godets G perforés de trous, et il est mis en mouvement, par une transmission extérieure T dont le fonctionnement est toujours facile à vérifier.

Pendant toute la durée de l'opération, ces godets vont constamment puiser l'eau glycérineuse au fond de l'appareil, pour la déverser en pluie sur la matière en traitement, condition indispensable à la décomposition complète de la matière neutre, en glycérine et en acide gras.

Tous les organes de l'appareil sont extérieurs, et réunis en une seule pièce X, servant à la fois, au moyen de robinets munis de clapets, à l'introduction de la vapeur, comme à la sortie des matières décomposées.

Les organes de sécurité, comme ceux de manœuvre restent les mêmes, et le chargement des matières a lieu en D, par un robinet placé à la partie supérieure de l'autoclave.

Résumé sur la saponification. L'acide stéarique est fabriqué de deux façons : par saponificatinn calcaire et par distillation.

Les usines encore assez nombreuses, qui veulent produire de l'acide stéarique de première qualité, blanc, dur et à point de fusion élevé, continuent à saponifier avec 3 0/0 de chaux et une pression de 8 à 9 kilogrammes dans l'autoclave, car il leur est impossible d'obtenir un acide stéarique de bonne qualité, si le pain d'acides gras, au moment où il est soumis à la pression, ne présente pas une texture cristalline qui permette l'écoulement de l'acide oléique. La saponification doit donc être aussi complète que possible.

Mais il n'en est plus de même quand l'acide gras doit ensuite être acidifié, puis distillé. Il ne s'agit plus là que d'extraire la glycérine, et l'acide gras peut renfermer encore une certaine proportion de matières neutres, qui seront décomposées dans l'acidification.

Les distillateurs trouvent donc un avantage incontestable à supprimer la chaux, et par suite l'acide sulfurique, et à procéder par décomposition aqueuse.

La décomposition par l'eau seule exige une température de 190 à 200° centigrades et une pression de vapeur correspondante, elle a l'avantage de fournir des eaux glycérineuses renfermant moins de sels de chaux, mais elle a par contre, les inconvénients des appareils dangereux, de l'incertitude des opérations, conséquence d'installations défectueuses. C'est un procédé connu depuis plus de trente ans, abandonné, puis repris avec quelques modifications de détails et sous de nouveaux noms.

La décomposition aqueuse présente des avantages certains, mais exige des appareils appropriés et parfaitement construits.

Dans certaines usines, on a établi une moyenne avantageuse entre les deux procédés, c'est la substitution à la chaux, d'un autre oxyde métallique peu soluble dans l'eau, et par suite ne formant pas avec la matière grasse une combinaisou de savon acide, comme cela se passe avec la chaux.

Il n'y a encore là rien de neuf puisque dès 1855 Melsens et Tilghmann, les véritables inventeurs de la décomposition aqueuse, employaient déjà les sels de magnésie, de baryte en proportions très réduites, et que Fouché et Wright employaient les sels de zinc et de fer ou même ces métaux dans leur état métallique ; l'oxydation se produisant en présence de l'eau et des matières grasses à haute température.

La décomposition par l'eau seule exige une pression de 14 à 15 kilogrammes dans l'autoclave. Si l'on ajoute à l'eau une très faible proportion de baryte ou de magnésie calcinée (oxyde incomplet mélangé de carbonate) la décomposition de la matière grasse en acides gras est opérée facilement avec la pression de 8 à 9 kilogrammes (170°), à la condition toutefois d'avoir un appareil construit pour produire une agitation parfaite de la masse. L'eau glycérineuse n'est pas chargée de sels de magnésie et la séparation de l'acide gras s'opère par un simple repos.

Saponification moléculaire. Nous devons parler maintenant des nouveaux procédés de saponification appliqués d'abord dans les savonneries, à la fabrication du savon ordinaire ou à l'extraction de la glycérine, et que l'on tente maintenant d'introduire dans les stéarineries. C'est la saponification moléculaire, et si nous citons ici ce mode de travail, c'est que nous croyons à son avenir. Ce procédé qui supprime tout appareil de grande dimension, ne présente plus aucun danger d'explosion, il est des plus simples. Il consiste dans l'emploi d'un pulvérisateur injecteur, construit dans le genre des instruments connus dans l'industrie sous le nom *appareils à jet de vapeur*. L'appareil est formé d'une série de cônes métalliques, montés les uns à la suite des autres, et dans lesquels un jet de vapeur, sous pression considérable, produit un appel capable d'entraîner la graisse et l'eau, et de la refouler, mélangée avec la vapeur, et sous une pression correspondante au jet de vapeur employé, dans un conduit muni lui-même d'une série de cônes ou d'obstacles ayant pour but de produire un mélange intime des liquides entraînés et refoulés par le courant de vapeur.

Les matières grasses, l'eau pure ou additionnée se trouvent donc immédiatement portées à la température et à la pression nécessaires à leur saponification ou à leur décomposition.

Deux industriels se disputent la priorité de cette invention. M. Rivière a pris un brevet en août 1885, M. Seigle-Goujon a pris le sien en avril 1889.

Le brevet Droux, n° 160,203, du 9 février 1884, pour un nouveau système de décomposition des matières grasses neutres, en acides gras et en glycérine, dit *système de saponification moléculaire*, prime ceux de 1885 et de 1889 et les rend nuls.

Acidification. Deux appareils à acidifier étaient présentés à l'Exposition. Le premier, par M. L. Droux, a été décrit en détails au mot Bougie, page 853, figure 522, premier volume du *Dictionnaire* ; le second, par M. A. Michel, qui ne se différencie du premier que par une autre forme et l'addition d'un second agitateur. Un troisième acidificateur, breveté au nom de M. Engelhard, a été placé dans quelques usines, et ne se recommande également, comme ce dernier, que par l'adjonction d'un second agitateur.

L'acidification a été décrite assez longuement dans le *Dictionnaire* sans avoir à y revenir, nulle modification sérieuse n'y ayant été apportée.

Distillation. On pouvait étudier dans la classe 51 de l'Exposition, six appareils à distiller. En

procédant toujours par ordre alphabétique, nous décrirons :

1° *Appareil L. Droux*, à chauffage central, représenté dans la figure 237. C'est un alambic en cuivre rouge A formé d'une partie cylindrique, avec calotte aplatie à la partie supérieure et hémisphérique au fond, installé dans un carneau à la suite du fourneau du surchauffeur. La vidange du goudron a lieu par un tuyau en bronze placé au fond de l'appareil, ce qui évite de soumettre les joints des rallonges et condenseurs à la pression, comme cela a lieu dans les appareils vidangés sous pression.

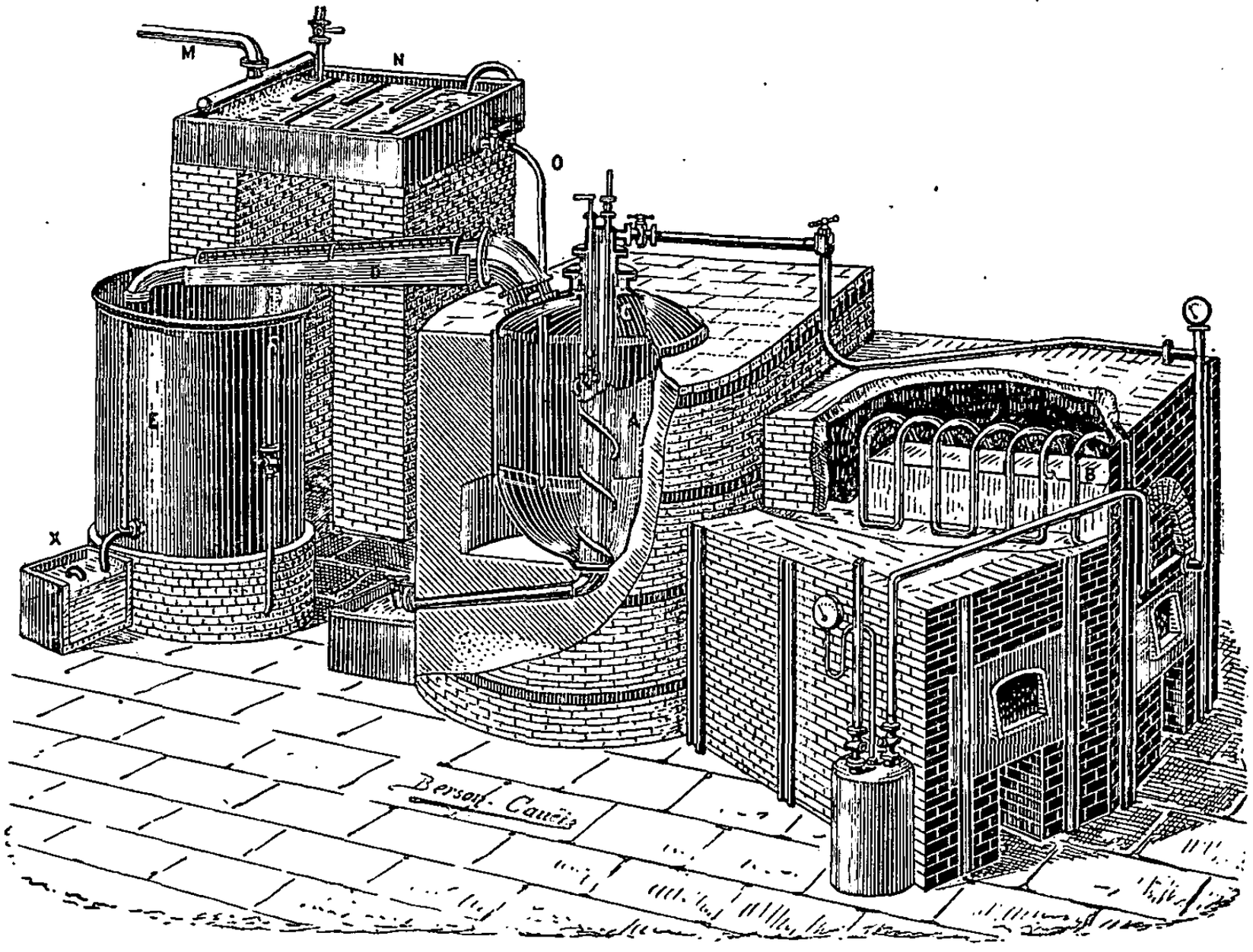


Fig. 237. — *Appareil à distiller de L. Droux.*

tion directe des flammes par une série de plaques réfractaires dont l'avantage est de régulariser la chaleur. Au centre de l'appareil, et suivant son axe vertical, se trouve placé un cylindre en cuivre dépassant le trou d'homme de l'alambic et descendant jusqu'à 6 centimètres du fond. La vapeur surchauffée est introduite dans ce cylindre avant de pénétrer dans l'acide gras, elle le chauffe par contact simple, en équilibrant la température dans la masse à distiller. Cette vapeur pénètre ensuite dans les spires d'un serpentin qui enveloppe le cylindre central pour venir sortir par un grand nombre de petits orifices au fond de l'alambic, et entraîner les acides gras qui distillent alors en évitant de traverser des couches relativement plus froides, où ils se condenseraient en partie.

Le surchauffeur B est construit d'une seule pièce, sans joints, au moyen d'un tube de fer très résistant, contourné en forme de voûte, avec introduction et sortie au dehors du fourneau. Toutes fuites de vapeur sont ainsi évitées, tandis que dans les surchauffeurs ordinaires formés de tuyaux de fonte assemblés à joints, les fuites toujours nombreuses sont difficiles à reconnaître, car la vapeur surchauffée n'est pas visible et s'échappe sans bruit, en raison de sa faible pression. Cette disposition assure la marche régulière de la distillation. Ce surchauffeur B est installé dans un fourneau voûté, il s'y trouve protégé contre l'ac-

On a reconnu que la distillation s'opérait mieux dans des appareils de dimensions moyennes, et que la formation de goudron y était inférieure à celle des grands appareils. La cause doit en être attribuée au chauffage inégal de l'acide gras et à sa condensation successive dans la masse en distillation. L'appareil à chauffage central évite ces graves inconvénients, amène une distillation plus rapide et plus régulière, et diminue ainsi la perte en goudron, tout en fournissant des acides gras plus blancs et à point de fusion plus élevé.

Les détails de cet appareil sont, sauf le chauffage central, analogues à ceux des appareils décrits dans le *Dictionnaire*. Les matières déjà desséchées arrivent en M dans un vase plat N muni d'un serpentin recevant de la vapeur surchauffée,

ou mieux de la vapeur sous pression. Le tuyau O les amène dans l'alambic A d'où les produits distillés passent dans la rallonge D, pour venir se condenser dans les spires du serpentin condenseur E, et sortir enfin dans la cuvette X, en un mélange d'acides gras et d'eau.

2° *Appareil Lévy*. En même temps que son autoclave, le directeur de la stéarinerie de Dijon exposait un appareil en fonte, construit par M. Morane jeune, pour la distillation des matières grasses. Cet alambic B a la forme d'un cylindre, le fond en est légèrement bombé, et possède un canal ouvert pour l'écoulement du goudron, dont l'extraction a lieu par simple ouverture d'un robinet (fig. 238).

En dessous de l'appareil existe un double fond A qui protège l'alambic contre l'action directe des flammes du foyer. La vapeur déjà surchauffée est introduite en D dans ce double fond où elle transmet par contact toute sa température à la partie inférieure de l'alambic.

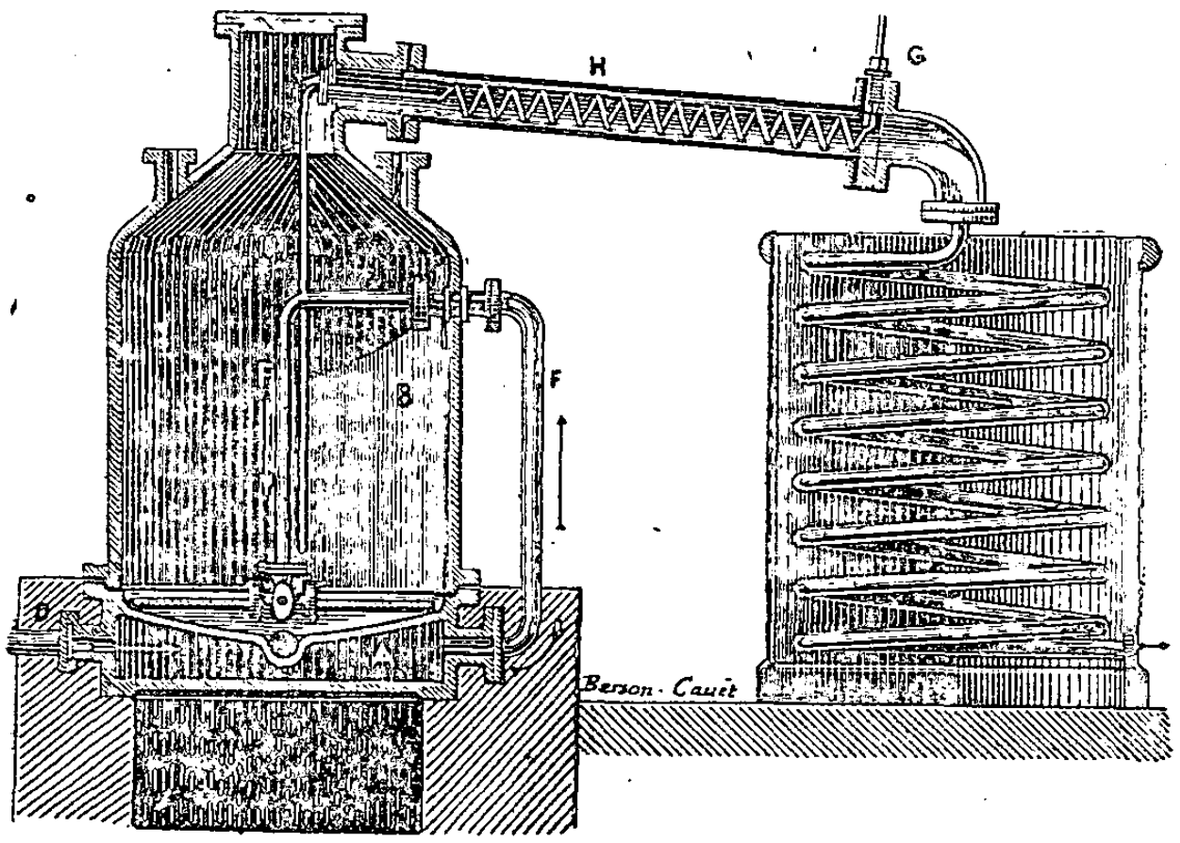


Fig. 238. — *Appareil à distiller de Lévy.*

La vapeur surchauffée à nouveau dans cette *chaudière-enveloppe*, en sort par un tube extérieur F, pour pénétrer à l'intérieur de l'alambic, ou elle est alors distribuée dans une série de tuyaux formant serpentin.

M. Lévy a en outre placé dans la rallonge d'évacuation des produits distillés un serpentin horizontal H en cuivre, dans lequel il fait circuler les acides gras avant leur introduction dans l'alambic, comme cela existe dans les appareils pour la distillation des alcools. Sa distillation est à alimentation continue, et la matière arrive en G dans la cornue, à une température voisine de celle de la distillation.

Le double fond A repose sur la voûte C d'un foyer à flamme directe.

Dans la notice soumise au Jury de l'Exposition, nous relevons que, d'après son auteur, ces appareils fonctionnent et produisent chacun 5,000 kilogrammes de matières en vingt-quatre heures; il faut attendre les résultats de l'expérience avant de se prononcer, mais nous pensons que le cuivre est préférable à la fonte dans la construction d'un appareil à distiller.

3° *Appareil A. Michel*. Distillation des acides gras dans un vide partiel.

M. Michel a adopté la forme lenticulaire. Comme M. Lévy, il a enveloppé la moitié de la lentille en cuivre, dans une lentille en fonte formant enveloppe de vapeur surchauffée.

Suivant M. Michel, cet alambic est caractérisé :

A. Par sa forme de lentille, qui en diminuant la hauteur du produit à distiller, augmente la surface de chauffe et celle d'évaporation, en facilitant la formation des vapeurs à la température la plus basse.

B. Par l'adjonction d'une pompe à l'extrémité du serpentin, pour produire une dépression sur le liquide à distiller, réduisant ainsi la température nécessaire à l'opération.

3° Par un double fond en fonte, indépendant du corps de l'alambic, disposé de telle sorte que la vapeur surchauffée dans un groupe de surchauffeurs en forme de bouteilles, soit amenée au fond de l'enveloppe, s'en échappe au pourtour et pénètre dans une crapaudine placée au fond de l'alambic.

M. Michel espère parvenir à chauffer les acides gras et à les distiller d'une façon régulière, en introduisant la vapeur surchauffée avec une température proportionnée à celle des matières, à éviter des coups de feu, et à produire ainsi moins de goudron.

La forme lenticulaire n'est pas nouvelle. Cette forme, décrite déjà dans les études sur l'Exposition de 1867, a été abandonnée comme donnant à la fin de l'opération, une trop grande surface et par conséquent une couche de goudron trop étendue et n'ayant plus l'épaisseur nécessaire à la dessiccation par le courant de vapeur.

La distillation dans le vide serait excellente, si elle était possible dans les conditions indiquées par Michel; nous rappelons que des appareils de cette nature ont fonctionné avec le vide pendant plusieurs années dans l'usine de M. Viallon, à Lyon; on en trouvera la description et le dessin dans le premier volume du *Dictionnaire*, page 857. Il en est de même de l'enveloppe de vapeur surchauffée qui a été établie depuis longtemps dans la même usine de Lyon, comme dans celle de la Compagnie des glycérines.

4° *Appareil Morane aîné*. Nous en avons donné

une description détaillée à la page 854 du *Dictionnaire*, avec un dessin (fig. 523) sous le nom d'*appareil á distiller de Petit frères*. Nous n'avons rien à y ajouter, cet appareil fonctionne dans un très grand nombre d'usines. Nous verrons plus loin les modifications qui y ont été apportées par MM. Petit frères.

5° *Appareil système Marix*, construit et exposé par M. Morane jeune, d'après le brevet Julien et Blumski.

Le système Marix, exploité par la Compagnie industrielle des glycérines et acides gras, doit, d'après cette compagnie, donner des résultats entièrement nouveaux.

Ce système permet, suivant la notice de M. Marix:

1° De recueillir la totalité de la glycérine en qualité supérieure à toute autre.

2° De réduire au minimum la production des goudrons (1/4 à 3/8 0/0).

3° D'obtenir 94 0/0 d'acides gras, fournissant sous l'emploi de la double pression de la *stéarine* et de l'*oléine (sic)* qui ont, par leur aspect, leur odeur et leur titre, une ressemblance bien plus caractérisée avec les produits dits de *saponification*,

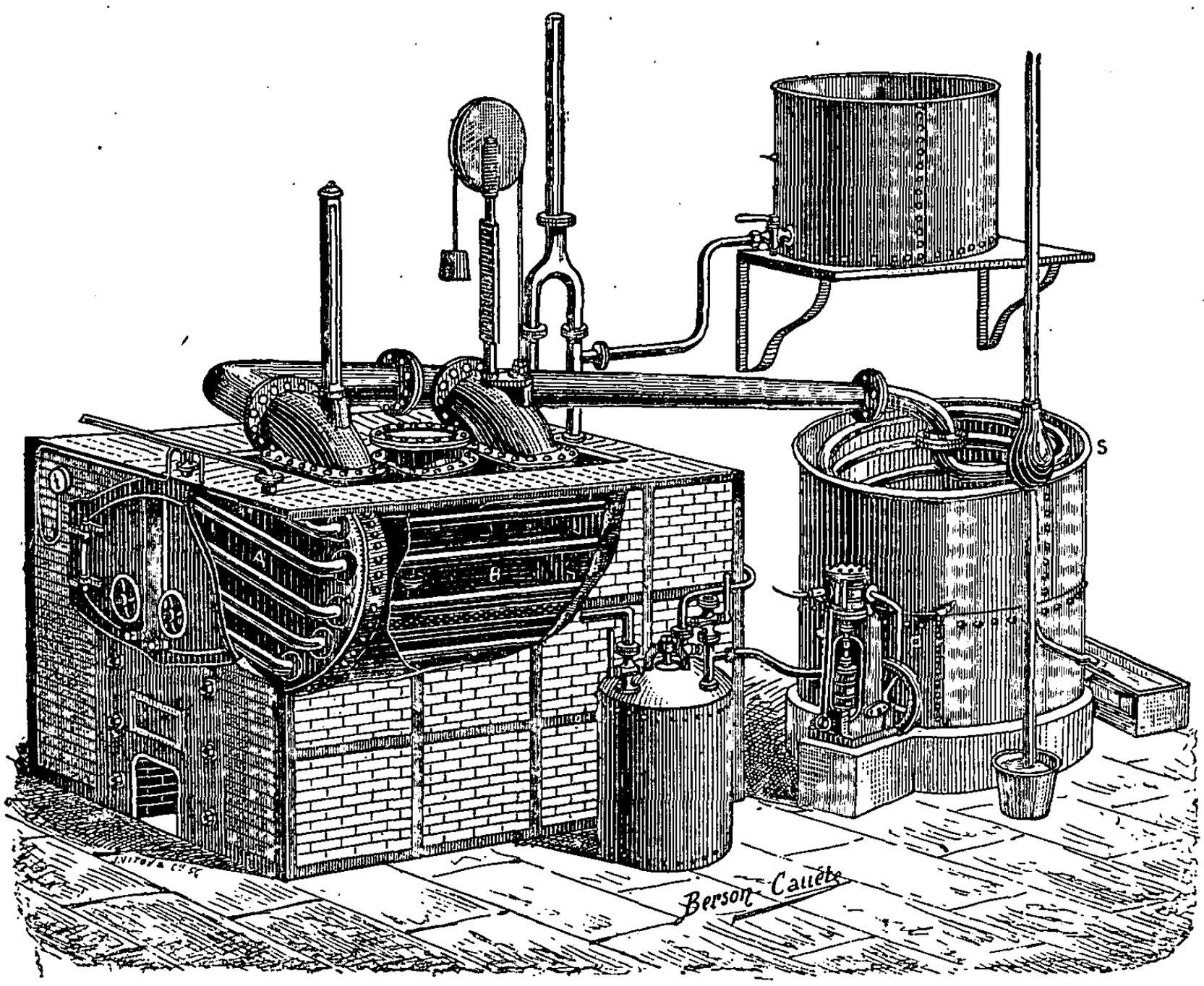


Fig. 239. — *Appareil à distiller de Marix.*

qu'avec ceux obtenus jusqu'à ce jour, par la distillation.

4° Le rendement de ces acides gras en *stéarine (sic)* est au moins égal à celui de la distillation. Ce résultat s'obtient par l'emploi des appareils brevetés dont la société est propriétaire.

Les corps gras débarrassés de leur glycérine par l'un des procédés employés jusqu'à ce jour, sont soumis, *sans acidification préalable* à une distillation à basse température. Les conditions dans lesquelles cette distillation s'effectue, ont pour effet d'éviter toute décomposition, et, par conséquent, la production des goudrons (fig. 239).

Voici la note du constructeur, sur les dispositions particulières de l'appareil:

Cet alambic se compose d'un cylindre A garni à l'intérieur de tuyaux semblables à la disposition des chaudières tubulaires BB. Les dits tuyaux communiquent entre eux à l'extérieur de manière à former serpentin; ils remplacent le surchauffeur habituel des autres systèmes d'appareils à distiller.

Le cylindre, corps de l'alambic, réservoir des graisses à travailler, reçoit seul l'action du feu; les gaz du foyer touchent seulement, en se dirigeant sur leur sortie, les communications extérieures du serpentin. Le serpentin reçoit la vapeur directe du générateur qui parcourt toutes ses spires pour se surchauffer au contact des graisses et cette vapeur, quittant à l'extérieur la dernière spire, entre encore dans le cylindre pour être, cette fois, divisée par une disposition spéciale d'orifices et injectée dans les matières grasses.

Ce nouvel appareil permet:

1° D'établir une température très égale entre la vapeur introduite et les matières en distillation;

2° D'obtenir une alimentation continue de l'alambic, une marche très régulière à une température de 40° au moins au-dessous de celle atteinte dans les autres systèmes;

3° De recueillir des produits très blancs ayant l'aspect de ceux de la saponification et qui donnent, après la pression, d'excellents résultats.

Ces données ont justement appelé l'attention des industriels sur un nouvel appareil, et sur un nouveau procédé qui devait remplacer tous les autres. Des traités ont été signés, des essais ont eu lieu, mais les résultats magnifiques obtenus dans l'usine d'expérimentation de la Compagnie, ne se sont plus réalisés dans les usines des contractants, d'où difficultés de toute nature et procès en payement de redevances.

Le point capital consiste dans la possibilité de distiller les acides gras toujours incomplets, obtenus soit par la saponification soit par la décomposition aqueuse, *sans acidification préalable.*

Pourquoi alors distiller ? L'entraînement des acides gras par la vapeur d'eau est-il capable de les modifier et d'amener un supplément de matières concrètes?

Jusqu'à présent, on n'avait considéré la distillation que comme une espèce de filtre séparateur, ayant pour but de séparer les acides gras qui doivent distiller à l'état pur, du goudron formé pendant l'acidification, et qui doit rester dans l'alambic.

Si les matières grasses n'ont pas subi l'action de l'acide sulfurique, s'il n'y a pas eu formation de goudron, par l'oxydation d'une partie des matières basses, transformées en acides gras plus solides, pourquoi cette opération accessoire, puisqu'il n'y a rien à séparer?

M. Marix pense que son système d'appareil à chauffage intérieur, ne laisserait distiller que les acides gras complets, et que les matières neutres resteraient dans le goudron, d'où elles seraient ensuite extraites pour être ramenées dans le travail général, à l'état d'acides gras complets.

L'action de l'acide sulfurique sur la transformation des matières grasses n'est plus à examiner après les beaux travaux de Frémy; il y a incontestablement production d'acides gras de plus en plus solides, en même temps qu'une perte de poids due à l'oxydation et comme conséquence la production du goudron, d'où la nécessité de la distillation. Nous comprenons mieux un autre procédé qui avait également fait grand bruit en son temps; celui du Suédois Bock qui acidifiait les matières grasses à basse température, espérant ainsi éviter le noircissement de la matière et la formation du goudron, d'où rendement élevé en acides solides, sans nécessité de distiller.

Mais nous ne pouvons admettre, et nous sommes en cela d'accord avec un grand nombre de fabricants, que la forme plus ou moins tourmentée d'un appareil puisse modifier la constitution des acides gras.

L'appareil sortant des ateliers de M. Morane jeune est d'une construction parfaitement étudiée dans tous ses détails, et d'une exécution parfaite, mais est-il possible de maintenir une série de tuyaux en cuivre assemblés à joints et à boulons entre eux, reliés avec des plaques tubulaires, le tout renfermant des acides gras qui corrodent tous les métaux, surtout quand l'ensemble est noyé dans un courant de gaz à haute température et quelquefois même de flammes?

Les industriels qui ont essayé d'employer les appareils de M. Marix, y ont presque tous renoncé, en raison de la difficulté de maintenir les joints des tubes en bon état, et des dangers incessants d'incendie, toujours graves dans des ateliers remplis de matières grasses. Plusieurs appareils ont été mis hors de service peu de temps après leur mise en marche, enfin les résultats promis, *distillation sans acidification préalable,* n'ont pas été obtenus d'une façon régulière et industrielle.

6° *Perfectionnements apportés par MM. Petit frères aux appareils à distiller.* Les directeurs de la société de stéarinerie française n'avaient pas exposé leur appareil, ils ont seulement soumis au jury la note suivante :

En étudiant la marche de la distillation, nous avons été amenés à constater que la dépense d'eau vaporisée était tout à fait hors de proportion avec la quantité de corps gras entraîné, et que, comme conséquence, la majeure partie de cette vapeur était employée sans profit.

Aussi voit-on s'écouler du serpentin de condensation un liquide mixte, acide gras et eau, dans lequel l'eau existe en très grand excès.

De plus, par suite du long temps exigé par l'opération, des altérations du corps gras se produisent et diminuent le rendement.

Pour remédier à ce mauvais état de choses, nous avons pensé opérer la distillation en provoquant l'ébullition, non plus dans la masse du corps à distiller, mais dans une portion restreinte, au sein même de la matière chaude, réalisant ainsi une distillation par petites fractions, tout en évitant la complication qui résulterait de l'emploi d'un grand nombre de petits appareils.

Le dispositif très simple auquel nous avons eu recours, consiste essentiellement en un tube de section déterminé, placé verticalement dans l'axe de l'alambic et mis en relation à sa partie inférieure par une coupole dont la concavité regarde le fond de l'alambic.

Le tube à sa partie supérieure est surmonté d'un chapeau hémisphérique. La vapeur surchauffée est amenée par un serpentin dont l'orifice débouche au-dessous du tube. Le corps gras est introduit comme à l'ordinaire au fond de l'appareil par un tuyau d'alimentation.

On comprend que ce dispositif constitue au sein de la matière à distiller une sorte d'appareil évaporatoire, de petite dimension, constamment alimenté d'acides gras, dans lequel la vapeur s'émulsionne immédiatement avec la matière à distiller, et lui abandonne par suite toutes ses calories utiles, pour la porter instantanément à son point d'ébullition.

Les vapeurs mixtes ainsi produites s'élèvent avec rapidité dans le tube central, où elles sont protégées contre le refroidissement par la couche d'acides gras dans laquelle tout l'appareil est submergé, et elles viennent déboucher à la partie supérieure du tube avec une grande force.

A ce point se trouve placé un obstacle en forme de chapeau ou calotte, contre lequel le jet vient se briser. Par suite de ce choc, les vapeurs se trouvent analysées, les liquides entraînés mécaniquement refluent dans l'alambic, tandis que les vapeurs mixtes, eaux et acides gras, se trouvant élevées au droit de la trompe qui relie l'alambic au réfrigérant, s'engagent immédiatement dans le serpentin sans avoir le temps de subir aucune condensation dans l'appareil.

L'effet étant continu, cette distillation s'effectue tant qu'il reste du liquide à distiller. La vapeur surchauffée

ainsi appliquée est tellement bien utilisée que la constitution du liquide mixte condensé dans le serpentin se trouve renversée, c'est-à-dire que, contrairement à ce qui se passe d'habitude, la proportion d'acides gras distillée est beaucoup plus considérable que l'eau. Aussi au lieu de voir couler un liquide blanchâtre, entraînant quelques parties huileuses d'acides gras fondus, on observe que le jet se présente sous la forme d'une masse onctueuse fortement émulsionnée.

Grâce à la rapidité de la distillation (sa durée étant moitié moindre que par les procédés en usage), on obtient des acides gras durs en plus grande quantité, et surtout beaucoup plus blancs. De plus, la période finale de la distillation (la fin de charge) se trouve réduite au minimum, puisqu'elle ne commence à se manifester que lorsqu'il n'y a plus assez de liquide pour produire le jeu régulier de l'appareil central, c'est-à-dire lorsque la presque totalité du liquide a distillé.

Résumé sur la distillation. Il ressort de tout ce qui précède que la tendance générale des industriels qui travaillent par distillation, est d'arriver à une grande régularité de température dans la surchauffe, de la faire concorder avec l'état de la matière à distiller et de travailler à la plus basse température possible. Si l'expérience industrielle n'a pas, dans tous les nouveaux appareils, donné les résultats annoncés sur la faible quantité de goudrons formés, c'est que l'on a voulu trop promettre, mais il n'en faut pas moins reconnaître que de sérieux perfectionnements ont été apportés dans la marche de la distillation. L'avenir nous paraît être aux appareils de proportions réduites, et au travail en couches minces, de façon à ne plus forcer les acides gras entraînés par le courant de vapeur, à traverser une grande épaisseur de matières, dans laquelle ils se condensent en partie sans pouvoir arriver jusqu'à la sortie de l'alambic. Ce sont ces entraînements et ces condensations successives qui augmentent la quantité de goudron.

L'emploi du vide présenterait de grands avantages, tant au point de vue de l'abaissement de la température de la distillation que pour l'aspiration des matières volatilisées, qui se dégageraient mieux du milieu où elles se forment, mais il faudrait renoncer à se servir des pompes qui sont rapidement mises hors de service, mieux vaudrait travailler avec un vide barométrique, comme nous l'avons indiqué dans le *Dictionnaire*. Cette disposition entraînerait le montage des appareils à distiller à 12 mètres de hauteur au-dessus du sol, ou, ce qui reviendrait au même, à placer la sortie des produits à une profondeur correspondante à celle nécessaire pour obtenir un vide barométrique. Le vide partiel est inutile et ne produit pas d'effet. Il faut un vide égal à $0^m,65$ de mercure.

Presses hydrauliques. Deux exposants seulement avaient présenté leurs presses et les divers buffets de pompes, nécessaires à l'injection de l'eau dans les cylindres.

M. Morane aîné avait exposé une presse hydraulique sextuple, qu'il applique à la pression à froid des acides gras, comme à leur pression à chaud. L'ensemble constitue un instrument à six cylindres, soit six presses verticales, assemblées dans un même bâti.

Les plaques disposées horizontalement sont suspendues de façon à ce qu'elles laissent entre elles l'espace nécessaire à l'enlèvement du tourteau comprimé, comme au placement du nouveau pain à presser.

Ces presses sont pleines quand il s'agit d'avoir une presse à froid. Elles sont creuses et chauffées à la vapeur, pour une presse à chaud.

Nous croyons cette presse sextuple, plus applicable à la pression à froid, qu'à la pression à chaud, en raison de l'écoulement des résidus qui, dans la presse à chaud, pourraient être une cause rapide de destructiou des plaques et surtout des conduites de vapeur.

Le même constructeur possédait une presse horizontale dite *à chaud* du modèle courant, garnie de 30 plaques creuses en acier. Le cylindre était également en acier. C'est la presse décrite au *Dictionnaire,* figure 541, et c'est encore celle qui est la plus employée.

M. Morane jeune, dont l'exposition était fort intéressante et des plus complètes, présentait différents systèmes de presses, dont l'exécution mécanique était parfaite, mais auxquelles on pourrait peut-être reprocher un peu trop de complications. Ce constructeur s'est fait une spécialité de la construction des outils hydrauliques, et il les a perfectionnés dans tous leurs détails.

Ses buffets de pompes d'injection, ses accumulateurs de pression, ne laissent rien à désirer. Il s'est efforcé de disposer les garnitures, les cuirs, les clapets, les guides et les débrayages automatiques, de manière à offrir à l'ouvrier la plus grande facilité de visite et d'entretien.

Parmi les divers modèles de presses remarqués à l'Exposition, il faut citer une presse à froid horizontale, pouvant comprimer 180 pains d'acide gras, et ainsi que des presses à chaud, dont les dispositions sont nouvelles.

Le cylindre est au centre de la presse, au lieu d'être à une de ses extrémités, il est creusé dans un lingot d'acier, et reçoit un piston à faible course ($0^m,30$, au lieu de $0^m,80$ dans les presses ordinaires), ce qui est un avantage incontestable.

Ce cylindre est placé au centre de la presse, divisée ainsi en deux compartiments, il repose dans un sommier-lunette central, et se trouve relié ainsi que la tête du piston, à deux autres sommiers, l'un fixe, l'autre mobile, roulant sur des galets, à mesure que le piston du cylindre presseur avance. Il résulte de cette disposition qu'en faisant mouvoir le piston pour opérer la pression sur le sommier restant fixe, dans l'un des compartiments de la presse, on opère également cette pression dans le second compartiment, le piston emmenant avec lui le sommier mobile qui vient opérer sa pression sur le derrière du cylindre formant contre-sommier.

La course du piston se trouve, dans cette ingénieuse disposition, réduite de moitié, l'usure du cuir embouti est réduite dans la proportion de la course, le guidage de la presse est parfait et l'égalité de la pression assurée, mais ces presses sont trop compliquées pour être mises aux mains

de tous les ouvriers, l'expérience seule dira s'il ne vaut pas autant employer la presse simple, facile à réparer

La question des plaques creuses et de leur mode de chauffage a une grande importance. Il en existe un grand nombre de modèles. Nous nous bornerons à examiner les conditions que ces plaques doivent remplir, et autant que possible le moyen d'y parvenir.

La plaque doit chauffer également dans toutes ses parties, et toutes les plaques d'une même presse doivent être à la même température. Cette température doit pouvoir varier suivant les différents acides gras à presser, mais rester constante une fois réglée.

La plaque doit être rigide, sans pouvoir se déformer, tant pour sa conservation, que pour la régularité de la pression.

Les premières conditions sont difficiles à obtenir par le chauffage à la vapeur, tant en raison des distributions de vapeur qui toutes laissent à désirer, qu'à cause de l'obstruction des canaux creusés ou pratiqués dans la plaque. Seul le chauffage au moyen d'une circulation d'eau ou de tout autre liquide approprié, pourra y parvenir, et nous ne comprenons pas pourquoi nos constructeurs n'y sont pas encore arrivés.

La plaque doit avoir une grande épaisseur, surtout lorsqu'il s'agit d'un chauffage à la vapeur, afin de pouvoir former volant de chaleur et la régulariser. Beaucoup d'industriels se sont laissés séduire par la plaque mince, dans l'intention de pouvoir en placer quelques-unes en supplément dans la presse, croyant ainsi augmenter sa production, alors qn'il y a au contraire diminution, en raison du temps perdu par les surcharges.

Les modes de calage, les accumulateurs, sont à signaler, mais pour le surplus, nous renvoyons au *Dictionnaire*, persistant à croire que les presses n'ont qu'une importance secondaire dans la fabrication de l'acide stéarique, et que le succès ou l'insuccès d'une usine est à attendre seulement dans un choix judicieux des appareils pour la production des acides gras.

Machines à mouler, à scier et à polir les bougies. On trouvera dans le *Dictionnaire*, pages 866 et suivantes, les détails complets sur les manutentions nécessaires à la transformation de l'acide stéarique en bougies.

Nous n'avons à signaler que l'extension croissante des bougies creuses, pour la production desquelles M. P. Morane aîné et MM. Galabrun frères avaient exposé des machines spéciales fort habilement disposées. Nous avons remarqué egalement tous les modèles de machines à mouler et notamment celui du type *Parisienne* dont il a été question déjà au *Dictionnaire*, et, pour ne rien omettre, nous devons rappeler les bougies à plusieurs mèches, exposées par M. Zissis; ce genre de bougie ne nous semble offrir aucun avantage.

Les machines à scier, à laver et à polir les bougies étaient exposées par trois maisons. Dans toutes ces machines, de sérieux progrès sont à constater, d'heureuses applications ont été faites, et témoignent d'une excellente construction.

Appareils pour le traitement de l'acide oléique. L'expérience a démontré que la pression à froid des acides gras devait être opérée à la température de +16° à +18° et même +20°, pour être dans de bonnes conditions. Le tourteau, au sortir de la presse à froid, ne contient plus alors qu'une faible proportion d'acide oléique, et la pression à chaud se fera d'autant mieux, que cette proportion d'acide oléique sera plus faible. Il faut donc que la presse à froid soit puissante.

Mais la pression à froid, opérée à une température relativement élevée, a pour conséquence, un entraînement considérable, par dissolution, d'acides gras solides dans les acides oléiques.

A la température de + 18° l'acide oléique dissout 15 0/0 de son poids d'acide gras concret.

Il s'agit donc de refroidir l'acide oléique pour le soumettre en cet état à un filtrage qui séparera les parties solides des parties liquides.

Nous savons qu'un acide gras est d'autant plus facile à presser, qu'il est mieux cristallisé, il est donc indispensable de faire subir à l'acide oléique une fusion, qui amènera ensuite, par refroidissement, une cristallisation, ou tout au moins une séparation des deux produits.

C'est dans le même but que certaines usines font cristalliser à nouveau l'acide gras, après la pression à froid, en opérant un second moulage en galettes solides, pour faciliter la pression à chaud.

Dans les usines travaillant par distillation, la saponification ayant été complétée par l'acidification, il n'y a qu'entraînement d'acides gras solides, mais au contraire dans celles qui ne distillent pas, comme toute saponification laisse une certaine proportion de matières neutres dans l'acide gras, il y a dans l'acide oléique entraînement d'acides gras concrets et de matières neutres, c'est pourquoi tous les appareils de refroidissements ne sont pas applicables aux deux cas.

On a d'abord, et pendant de longues années, utilisé le froid naturel des caves, mais la température ne tardait pas à s'équilibrer entre l'ensemble de la cave et la masse d'acide oléique qui y était amenée; comme conséquence, impossibilité de refroidir ensuite le local.

Il y a déjà plus de trente ans qu'on refroidit l'acide oléique au moyen de son exposition aux rayons lunaires, dans de grands bassins plats; nous avons même préconisé un système de toitures mobiles permettant de mettre rapidement ces bassins à l'abri des rayons solaires ou de la pluie, mais ces moyens simples, quoiqu'encore utilisés aujourd'hui, sont insuffisants.

Bien avant l'introduction dans les stéarineries des machines à refroidir, nous avions reconnu que le refroidissement appliqué à l'atelier tout entier, pour arriver à refroidir l'acide oléique par rayonnement, ne pouvait donner de résultats, et qu'il était préférable d'agir sur la ma-

tière à refroidir. Bien avant la date du brevet Petit, expiré d'ailleurs aujourd'hui, nous avons recommandé divers modes d'appareils refroidissant l'acide oléique, en couches minces, au moyen d'une circulation d'eau, mais ces appareils n'ont donné que des résultats incomplets, en raison de la difficulté de se procurer à peu de frais une eau possèdant une température assez basse pour parvenir à absorber les calories de l'acide oléique à refroidir, d'où la nécessité d'avoir recours aux appareils réfrigérants, dits *appareils à glace*.

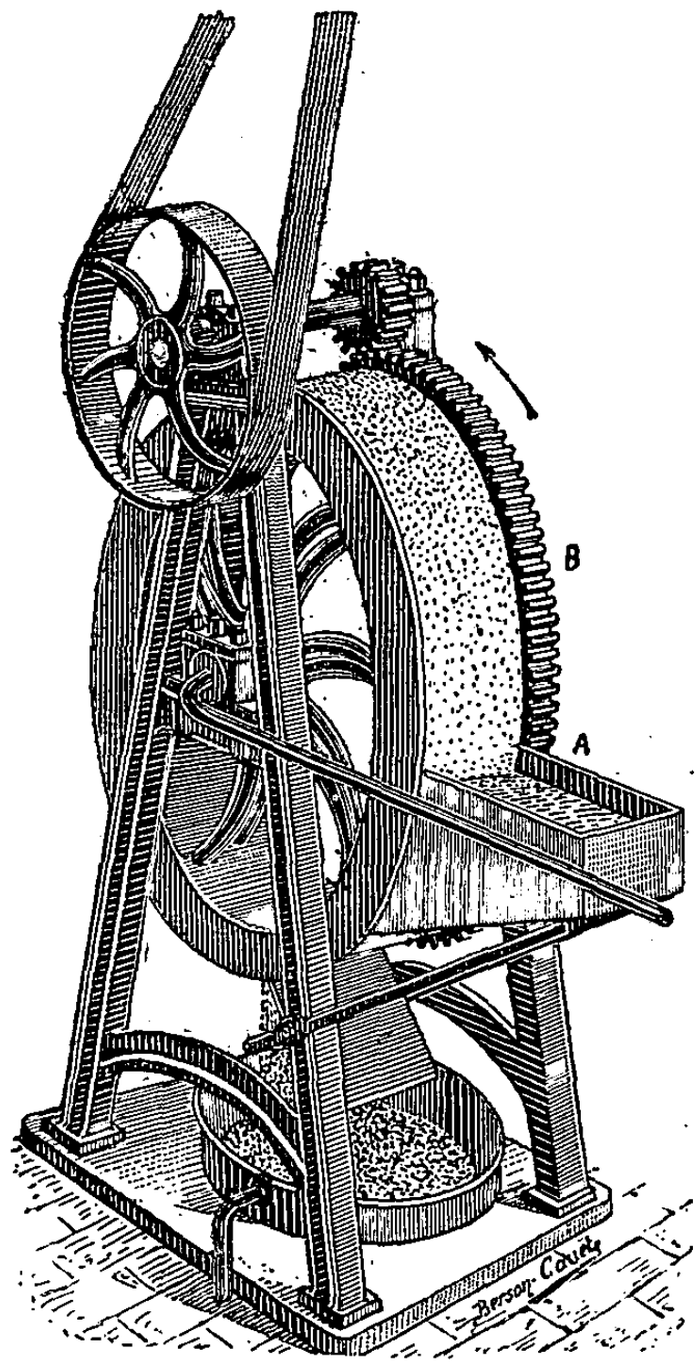


Fig. 240. — *Appareil refroidisseur Petit.*

MM. Petit frères (fig. 240) ont présenté à l'Exposition l'appareil qu'ils ont fait breveter il y a quinze ans, et dont il a été beaucoup parlé à cette époque. C'est le refroidisseur connu sous le nom de *roue Petit*, dont la partie essentielle se compose d'un tambour circulaire AB, dans lequel circule un liquide maintenu à une basse température par une machine à glace du système Pictet, ou par tout autre système analogue.

Ce tambour est monté sur un arbre, en forme de poulie, c'est par l'arbre creux que circule le liquide refroidi.

Le tambour tourne d'une façon continue, c'est sa surface extérieure AB (celle du contact de la courroie, s'il s'agissait d'une poulie ordinaire) qui constitue la surface refroidissante, une bavette inclinée, fixée aux bâtis, est disposée à l'arrière du tambour, pour y former une petite cuvette dont un des côtés est formé par le tambour.

L'acide oléique y est amené, il se fige immédiatement au contact de la roue, qui l'entraîne dans dans le sens de la flèche de A en B en achevant de le concréter pour lui donner un aspect grenu et cristallin quand il s'agit d'acide oléique distillé.

De l'autre côté du tambour, existe une râclette qui détache l'acide concrété de la surface du tambour, pour le laisser descendre sous forme de copeau dans un bassin, d'où une pompe le refoulera dans les filtres-presses.

Cet appareil à refroidissement brusque n'est applicable qu'à l'acide oléique de distillation, toujours très facile à cristalliser, il n'a jamais donné de résultats satisfaisants pour le traitement de l'acide oléique saponifié, en raison des matières neutres qui y sont toujours renfermées.

L'acide oléique de saponification ne peut être refroidi que lentement et progressivement ; il ne faut pas lui enlever plus de deux degrés de température à l'heure, sous peine de ne former qu'un magma confus, impossible à soumettre aux filtres-presses, car tous les cristaux seraient brisés.

C'est en dehors de l'Exposition qu'il nous faut examiner les appareils propres au refroidissement de l'acide oléique saponifié.

C'est d'abord le système à air, qui est recommandable surtout pour les industriels désirant limiter leurs frais d'installation ; il est moins efficace et ne trouve son application que dans les usines de peu d'importance.

Il repose sur le principe suivant :

Toute compression d'un gaz, de l'air, par exemple, emmagasine de la chaleur. Toute détente d'un gaz comprimé absorbe au moment de son expansion, une quantité de chaleur sensiblement égale à celle emmagasinée pendant sa compression.

Donc, en admettant une pompe refoulant dans un tuyau fermé, de l'air à une pression quelconque, cet air augmentera de température, en raison de sa compression plus ou moins grande, si, à cet état, on le fait passer dans un tuyau réfrigérant entouré d'eau à la plus basse température possible, il prendra la température correspondante à celle de l'eau. On obtiendra ainsi un volume d'air refroidi et comprimé.

Si on laisse échapper cet air comprimé au centre d'un vase renfermant de l'acide oléique, il y aura détente de l'air, absorption de calorique emprunté au corps environnant, soit à l'acide oléique, et comme résultat final, un refroidissement de l'acide oléique assez lent pour permettre sa cristallisation.

L'appareil réfrigérant ne se compose donc que d'une pompe foulante et d'un réfrigérant à eau.

Nous avons vu ce mode de refroidissement appliqué dans quelques usines, mais en employant de l'air amené à basse température par la machine à air de Giffard. On a obtenu de bons résultats en amenant l'air froid dans une série de cylindres fermés, renfermant l'acide oléique à

refroidir. Le courant d'air froid y était refoulé par six orifices, puis repris à la partie supérieure du cylindre, pour venir barboter dans un second cylindre arrivant ainsi à un refroidissement méthodique, l'air froid marchant en sens inverse de l'acide oléique.

M. Hubert, de Bordeaux, avait imaginé un refroidisseur très simple, formé d'un double cône injecteur, analogue aux appareils à entraînement par jet de vapeur.

Dans l'orifice central, arrivait un courant d'air comprimé et refroidi. Dans l'orifice circulaire arrivait un courant d'acide oléique. Au moment de sa détente, l'air prenait une certaine quantité de calories à l'acide oléique qui se trouvait ainsi refroidi. Mais cet appareil à refroidissement brusque ne pouvait être appliqué qu'à l'acide oléique distillé.

Appareil Kind. Le directeur de l'importante usine de Mira a construit un appareil refroidisseur, dont nous donnons le dessin à la figure 241.

Cet appareil qui réalise toutes les conditions désirées, se compose de trois cylindres concentriques, à surfaces intérieures lisses, et s'emboîtant les uns dans les autres, de façon à former des espaces annulaires destinés à contenir, l'un, le liquide réfrigérant, l'autre, l'acide oléique à refroidir. Le premier cylindre est enveloppé d'une couche de laine ou de toute autre matière isolante. Le second cylindre entre à frottement doux dans le premier. Tous deux sont munis de

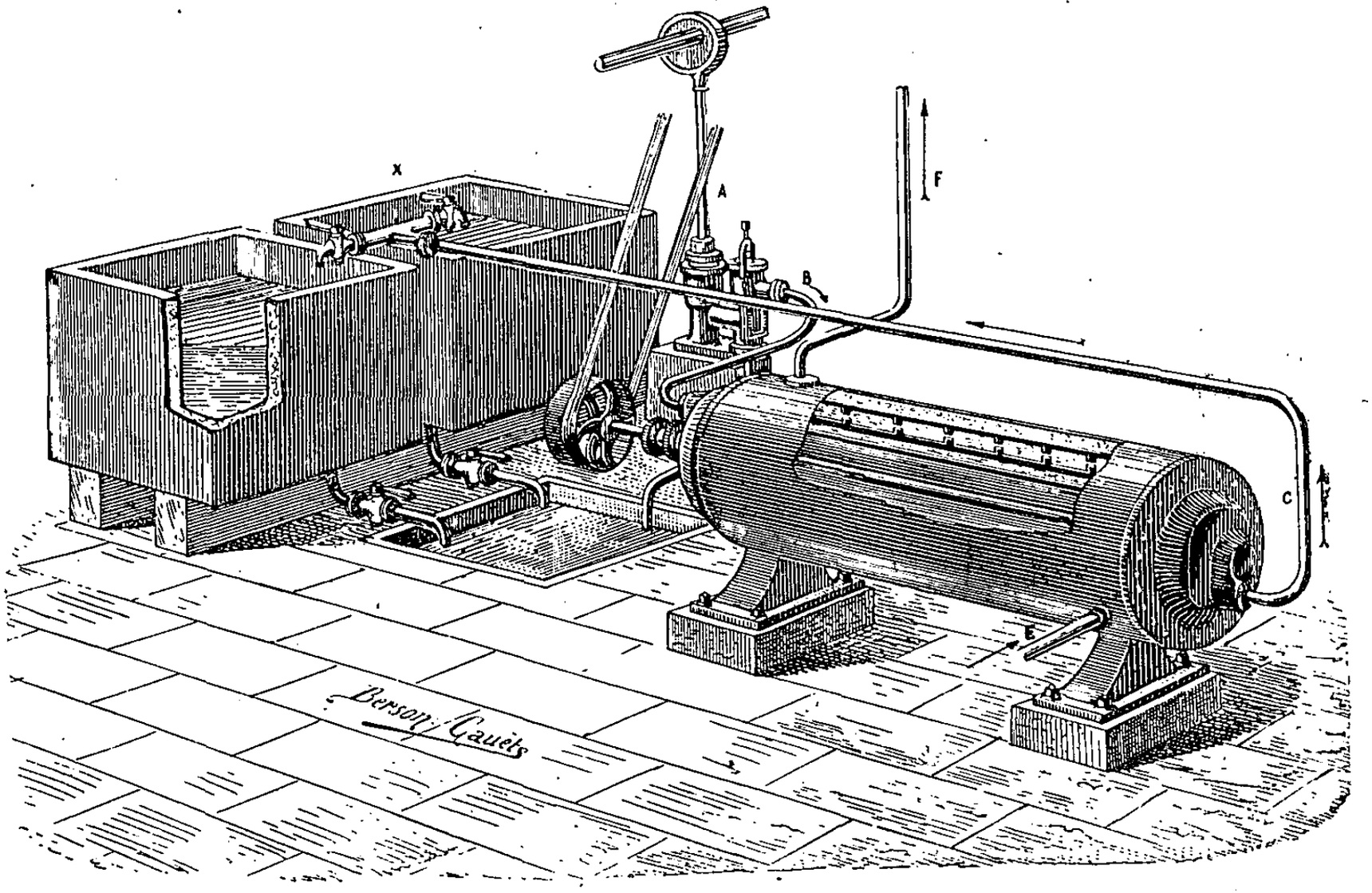


Fig. 241. — *Appareil refroidisseur Kind.*

nervures destinées à former une série de chambres dans lesquelles circule le liquide réfrigérant. Des plateaux assemblés à boulons complètent la fermeture de ces chambres. L'eau froide y pénètre en E pour en sortir en F. Ces deux cylindres restent fixes.

Dans l'intérieur du second cylindre se trouve emboîté un troisième cylindre monté sur un axe central. Il possède les mêmes nervures que les précédents, pour former à sa circonférence un espace annulaire entre le deuxième et le troisième cylindre, et il est animé d'un mouvement de rotation assez lent. L'acide oléique à refroidir pénètre dans cet espace annulaire en B, pour en sortir en C. L'appareil se trouve donc composé d'un espace annulaire fixe dans lequel circule un liquide à basse température et d'un espace annulaire dans lequel circule la matière grasse à refroidir.

L'acide oléique venant du bassin X est constamment refoulé par la pompe A dans le cylindre refroidissoir pour revenir dans le même bassin X. Il circule ainsi dans l'appareil pendant le temps nécessaire au refroidissement voulu, mais la marche est calculée pour ne pas faire descendre la température de plus d'un degré à l'heure, condition essentielle à la cristallisation de la matière grasse.

L'avantage de ce refroidissement méthodique par courant continu, consiste en ce que la matière grasse est mise en mouvement dans toute l'épaisseur de la couche d'acide oléique, tandis que les nervures qui forment les chambres, débarrassent à chaque rotation la surface des cylindres des matières solides qui s'y attachent, pour les ramener dans la masse en traitement.

Nous ne pouvons passer sous silence l'appareil applicable à l'acide oléique distillé comme

à l'acide oléique saponifié, l'appareil continu pour la cristallisation et le refroidissement de l'acide oléique.

Cet appareil représenté dans la figure 242 consiste en une série de vases ouverts A, à enveloppes de liquide B refroidi à la température voulue, munis intérieurement d'agitateurs hélicoïdaux, à mouvements très lents.

L'ensemble d'un appareil est formé par un nombre indéterminé d'éléments cristallisateurs refroidisseurs, suivant les conditions de climat et des matières à traiter. L'appareil est disposé de façon à obtenir une circulation continue et un refroidissement progressif de la matière grasse, favorisant ainsi la cristallisation des acides gras concrets, dans la masse liquide de plus en plus refroidie, jusqu'au point de devenir presque pâteuse.

L'acide oléique, préalablement chauffé pour faciliter la cristallisation, puis refroidi dans de grands bassins plats exposés à l'air, pénètre d'abord dans le premier élément en C, et passe successivement dans chaque vase, la circulation y étant produite par simple écoulement, favorisée par les agitateurs hélicoïdaux qui soulèvent la masse devenue de plus en plus pâteuse, en la refoulant dans les tuyaux de sortie en D.

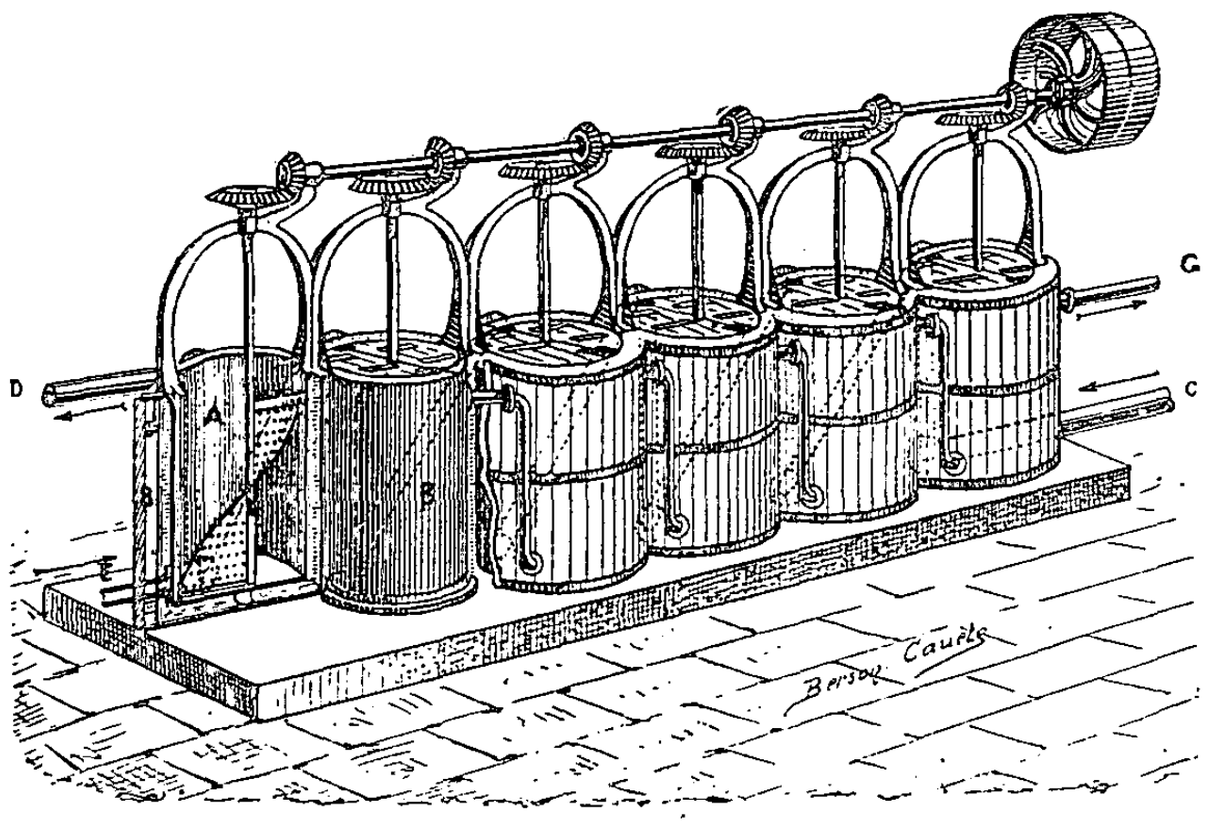


Fig. 242. — *Appnreil refroidisseur cristalliseur de L. Droux.*

Ces agitateurs ont encore pour but de débarrasser constamment les parois des cylindres, des matières qui pourraient s'y concréter par refroidissement.

La marche du liquide réfrigérant est en sens inverse de la marche de l'acide oléique, de façon à obtenir un refroidissement méthodique, le liquide le plus froid se trouvant dans le dernier élément, en contact avec l'acide oléique ayant déjà subi plusieurs refroidissements successifs, il se produit donc dans l'appareil, de gauche à droite, par exemple, un écoulement constant d'acide oléique qui se dirige vers les filtres-presses, et de droite à gauche, un courant d'eau refroidi, venant de la machine à glace en E et y retournant pour être refroidie à nouveau en G.

L'ensemble de l'appareil est protégé contre toute déperdition de froid, par des enveloppes isolantes.

La marche de l'appareil est réglé par l'arrivée de l'acide oléique, de façon à ne pas enlever plus de deux degrès à l'heure à l'ensemble de la masse.

Dans ces conditions, l'acide oléique, même celui de saponification, se présente en une masse pâteuse, dans laquelle on aperçoit des cristallisations d'acides concrets, tandis que par un refroidissement brusque, tout est confondu, d'où difficulté d'opérer la séparation aux filtres-presses.

Solidification de l'acide oléique. Depuis longtemps, de sérieuses tentatives ont été faites pour transformer l'acide oléique en acide gras concret utilisable dans la fabrication des bougies. A la suite d'essais de tous genres, et de recherches aussi laborieuses que coûteuses, soutenues avec une persévérance qui leur fait honneur, MM. Olivier et Radisson, sont parvenus à transformer au moyen de la potasse, cet acide oléique en acides gras, d'une fusibilité d'environ 50°, permettant d'obtenir, sans pression, environ 85 0/0 d'une matière applicable à la fabrication des bougies communes.

L'abaissement du prix des matières premières, et d'autre part, le maintien des prix de l'acide oléique, n'ont plus laissé entre la valeur du suif et celle de l'acide oléique, une différence assez grande pour permettre une exploitation industrielle, et l'usine importante, établie à Lyon par MM. Olivier et Radisson, a dû être fermée.

Il n'en faut pas moins signaler un nouveau procédé de transformation de l'acide oléique en acide stéarique, dû à MM. de Wilde et Reychler, car cette question est une de celles qui intéressent le plus l'avenir de la stéarinerie.

MM. de Wilde et Reychler chauffent en vases clos l'acide oléique avec 2 0/0 d'iode ou de brome à la température de +270° à +280° et obtiennent après refroidissement une masse solide fusible de +50° à +55°.

Ce produit est mélangé avec un savon de suif ordinaire, décomposé par l'acide sulfurique, puis soumis à la distillation qui fournit, suivant les inventeurs :

70 d'acide stéarique blanc à point de fusion très élevé,

10 de goudron,

10 de produits gras bleuâtres encore inutilisés.

Mais, jusqu'à présent, la plus grande partie de l'iode ou du brome employé, ne pouvant être ré-

cupéré, ce procédé ne peut encore être considéré comme industriel.

Résumé. Nous avons expliqué en détail les modifications et les perfectionnements apportés dans l'industrie stéarique depuis la publication du *Dictionnaire.* Nous les résumerons comme suit en ce qui touche les procédés de fabrication :

Tendance générale des industriels à fabriquer par le travail mixte, c'est-à-dire : saponification en autoclave, avec ou sans chaux, de toutes les matières grasses dans le but d'en extraire la glycérine; distillation de tout ou partie des produits, après acidification préalable, pour augmenter le rendement en acides gras solides; extraction par refroidissement et par cristallisation, des acides gras concrets entraînés dans les acides oléiques.

En ce qui touche le matériel :

Unanimité des constructeurs et des industriels, à reconnaître qu'il est indispensable de soumettre les matières grasses à un brassage et à une agitation énergique pendant toute la durée de la saponification ou de la décomposition aqueuse;

Tendance générale à diminuer le volume des matières en distillation, à abaisser la température des opérations, à régulariser la surchauffe, l'avenir étant certainement dans le sens de la distillation, dans le vide, en couches relativement minces.

Extension des appareils pour la cristallisation des acides oléiques par refroidissement lent, séparation aux filtres-presses des matières grasses solides pour les traiter à nouveau par saponification ou par distillation.

Modifications des presses hydrauliques, trop souvent dans le sens d'une complication inutile, mais perfectionnements dans le sens de la solidité des organes, et surtout en ce qui concerne les pompes d'injection et les accumulateurs de pression.

Perfectionnements dans les détails de la construction des machines à mouler les bougies et de toutes les machines accessoires. — L. Dx.

BOUILLEUR. On nommait ainsi autrefois les producteurs d'eau-de-vie par la distillation des vins. Depuis, cette appellation s'est étendue à tous les distillateurs. Aux yeux de l'administration des finances tous les individus produisant de l'alcool sont des bouilleurs, les uns *bouilleurs de profession*, les autres *bouilleurs de cru.* Nous avons déjà fait mention de cette distinction au mot Alcool. Les bouilleurs de profession, le titre l'indique, sont les distillateurs qui produisent l'alcool pour le vendre; les bouilleurs de cru sont les propriétaires qui ne doivent distiller que pour leur usage personnel les produits de leur récolte. Les premiers sont assujettis à l'exercice, c'est-à-dire au contrôle de la régie des contributions indirectes, les derniers sont, au contraire, affranchis de toute surveillance pour leur fabrication et exempts d'impôt pour les quantités qu'ils produisent. Il n'en a pas toujours été ainsi.

Bouilleurs de cru. Sous le premier Empire les bouilleurs de cru étaient soumis à l'inventaire établi par la loi de 1804 et payaient un droit de licence, ils furent exemptés de l'inventaire en 1806. Sous la Restauration, la loi du 8 décembre 1814 maintint l'exemption de l'exercice et la loi de 1816 les affranchit du droit de licence. A partir de cette époque les bouilleurs de cru jouirent donc d'un privilège qui fut un peu restreint par la loi du 20 juillet 1837. Cette loi limita ce privilège à la distillation des vins, cidres et poirés, par les propriétaires ou fermiers qui opéraient sur leur récolte seulement; elle excluait la distillation par les propriétaires pour les pommes de terre, betteraves, fruits, marcs et lies de vin. Cette restriction était basée sur ce fait que ces dernières matières pouvaient être achetées ou ajoutées à la récolte des propriétaires bouilleurs, et viendraient augmenter ainsi leur production d'eau-de-vie en franchise au détriment du Trésor, alors que d'autres producteurs payaient des droits sur l'alcool produit. Cependant le privilège des bouilleurs de cru fut étendu à la distillation des marcs et lies, puis la loi du 10 août 1839 y ajouta la distillation des prunes et des cerises.

En résumé, jusqu'en 1872, la loi considéra comme bouilleur de cru et dispensa de l'exercice et de la licence les propriétaires fermiers qui distillaient exclusivement les vins, cidres, poirés, marcs et lies, cerises et prunes provenant de leur récolte.

Après la guerre, la nécessité de trouver de nouvelles ressources budgétaires par l'impôt fit augmenter le droit sur l'alcool. Le législateur crut devoir, pour combattre la fraude, restreindre quelque peu la liberté des bouilleurs de cru; il les soumit, par la loi du 2 août 1872, aux visites des employés de la régie pour constater les productions d'eaux-de-vie supérieures à 40 litres par an. Jusqu'à cette quantité l'affranchissement de l'impôt subsistait. La loi du 21 mars 1874 réduisit l'immunité de 40 litres à 20 litres seulement. Les bouilleurs de cru et leurs mandataires protestèrent vivement contre ces mesures législatives. L'Assemblée nationale, par la loi du 14 décembre 1875, rétablit le privilège du bouilleur de cru dans les conditions où il était avant 1872.

A leur tour, les bouilleurs de profession et les commerçants en eaux-de-vie se sont élevés contre cet avantage accordé aux bouilleurs de cru, et ils n'ont cessé depuis 1873 de réclamer l'abolition du privilège des bouilleurs de cru et l'égalité de conditions de tous les producteurs d'alcool. Ils ont fait remarquer les fraudes considérables que cette exemption de contrôle fait naître avec les droits élevés qui frappent les alcools. De prétendus propriétaires achètent des matières diverses dont ils tirent de l'alcool; ils lancent clandestinement ces alcools dans le commerce et bénéficient ainsi des droits qu'ils n'acquittent pas. Certains propriétaires ou fermiers qui fabriquent beaucoup plus d'eaux-de-vie qu'ils ne peuvent en consommer les écoulent en les donnant en paiement, bouteille par bouteille, à leurs ouvriers. Le législateur, en exemptant ainsi les bouilleurs de cru du paiement des droits et de la surveillance administrative, n'a pas voulu leur permettre une industrie privilégiée, mais il a entendu respecter leur propriété et leur laisser toute liberté pour consommer leurs fruits en nature ou les convertir en eaux-de-vie exclusivement pour leur usage personnel. Cette faculté est considérée comme un privilège abusif par les adversaires des bouilleurs de cru, tandis que leurs partisans soutiennent que c'est là un droit légitime de tout propriétaire, faisant chez lui tel usage qui lui

convient des matières qui sont sa propriété, et que l'administration ne doit pas violer son domicile pour constater s'il a mangé ses fruits ou s'il les a bus sous forme d'eau-de-vie. Présenté ainsi, l'argument paraît logique, mais il attire cette réponse des adversaires : l'impôt sur l'alcool est un impôt de consommation qui doit atteindre tous les consommateurs, nul ne doit en être exempté. Quand vous produisez de l'eau-de-vie pour votre consommation, vous devez acquitter les droits comme le font les autres consommateurs.

Le législateur convaincu aujourd'hui que des fraudes importantes sont pratiquées à la faveur du privilège des bouilleurs de cru, penche pour une réglementation de ces bouilleurs. Dans les projets de réforme de l'impôt des boissons qui ont été présentés, sans aboutir, à chaque législature depuis 1880, tout en cherchant à atteindre le bouilleur de cru et à empêcher la fraude, on n'a pas visé à assimiler complètement le bouilleur de cru au bouilleur de profession, on a proposé de soumettre les bouilleurs de cru à une réglementation spéciale en leur accordant toujours l'affranchissement du droit, pour une certaine quantité de leur production réservée à leur consommation personnelle.

Les bouilleurs de cru sont très nombreux. D'ailleurs les trois millions de propriétaires de vignes, de cultures fruitières, sont à même de produire, par la distillation, d'importantes quantités d'eaux-de-vie. L'administration, tout en n'exerçant aucune surveillance directe sur les bouilleurs de cru, cherche à se rendre compte de leur nombre; elle a constaté qu'il y avait environ 500,000 bouilleurs de cru dont la moitié produisant notoirement de l'eau-de-vie, mais, d'après leurs déclarations, dans des proportions insignifiantes. Tous n'ont pas des alambics à demeure, la plupart louent des appareils ou emploient des individus qu'on nomme des *brûleurs* et qui vont de porte en porte avec leur fourneau et leur alambic, offrir de brûler (distiller) les marcs, les lies et les vins trop faibles pour être conservés.

Les bouilleurs de profession qui, eux, sont étroitement surveillés par la régie, sont bien moins nombreux, on en compte 3,500, mais quelques-uns ont des usines très importantes, ils fabriquent les 19/20es des quantités d'alcool constatées à la production. — G. H.

BOULON. — V. *Supplément*, Ecrou.

• **BOURRE DE SOIE.** *T. de filat.* On sait que la transformation du fil de cocon en organsin et en trame se fait à l'aide d'appareils assez primitifs que l'on trouve décrits dans le *Dictionnaire* aux mots Moulinage, Soie, etc.; mais le traitement de ce qu'on appelle la *bourre de soie*, c'est-à-dire des déchets, exige un matériel mécanique autrement précis. Les diverses opérations nécessaires à la confection d'un fil avec ces matières comprennent sept opérations : 1° *battage*, 2° *nappage*, 3° *grande mise en pointes*, 4° *peignage*, 5° *petite mise en pointes*, 6° *étalage-nappage*, 7° *filature*. Nous allons les examiner successivement.

Battage. La première opération a pour but de faire ouvrir et gonfler les cocons et bassinés, frisonnets et frisons, elle est indispensable pour toutes les matières qui, après décreusage, doivent être ouvertes et nappées. Elle se fait à l'aide de la *batteuse à fouets* que nous avons représentée (fig. 243). Cette machine fort simple, de laquelle on se rend compte du fonctionnement à la simple ins-

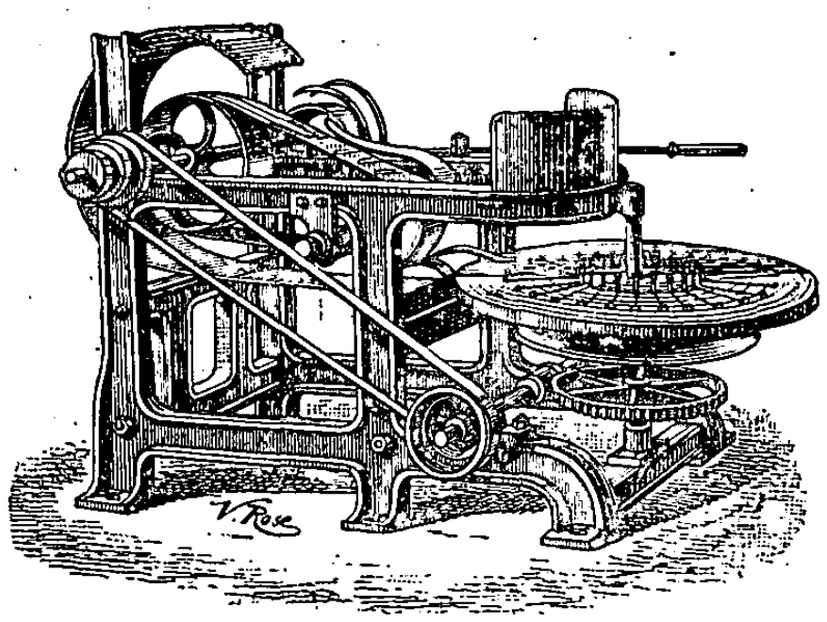


Fig. 243. — *Batteuse à fouets.*

pection du dessin se compose d'une claie tournant d'un mouvement très lent, sur laquelle une ouvrière étend la matière à battre à sa portée : cette ouvrière dégage les petites tringles de la claie en soulevant et tournant le crochet à contre-poids, elle rabat les tringles en dehors, étend la matière à battre, et remet les tringles en place tenues appuyées sur la matière au moyen des contre-poids; dès lors, comme en cet état la claie continue à tourner, la matière se présente succes-

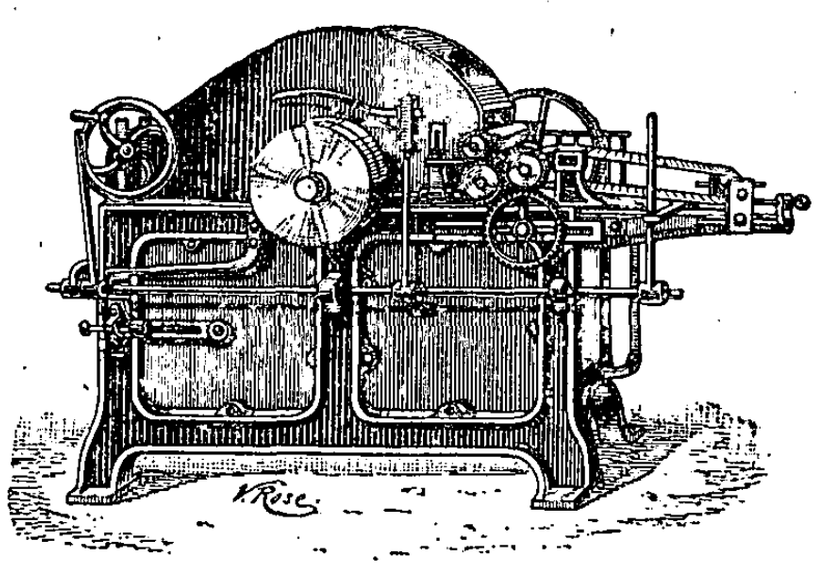


Fig. 244. — *Nappeuse.*

sivement sous l'action des fouets. Après un tour ou deux l'ouvrière, sans arrêter sa machine, soulève encore les tringles, retourne cette matière pour en compléter le battage et ce n'est que lorsque celui-ci est complet qu'elle remplace les cocons bassinés par une nouvelle couche. La durée d'une battue est de 2 à 4 tours de claie, étant donné que la vitesse moyenne est de 120 tours à l'arbre moteur; la production par jour est de 120 kilogrammes pour les cocons et de 100 kilogrammes pour les bassinés. Lorsqu'il s'agit de traiter des frisons, les fouets sont remplacés par

des bâtons, ce qui fait alors donner à la machine le nom de *batteuse à bâtons*.

Nappage. La seconde opération consiste à mettre en nappe les matières que l'on vient de soumettre au battage. Pour cela, on les humecte sensiblement et on les soumet à l'action de la nappeuse représentée figure 244. Cette machine se compose, comme on le voit, d'une table d'alimentation et d'un tambour nappeur entre lesquels il se produit un étirage pouvant varier de 200 à 2,000; ce grand tambour tourne en arrière, c'est-à-dire de haut en bas, contre l'alimentation, de cette façon les impuretés ou les chrysalides des bassinés ou cocons doubles ne sont pas retenues dans la nappe. La nappeuse est entourée d'une enveloppe et munie par le haut ou le bas d'un aspirateur pour l'enlèvement des poussières. Elle est surveillée par un seul ouvrier qui a, à sa portée, des paquets de matière correspondant chacun à une nappe et qui les étale en couches régulières sur la toile d'alimentation; celle-ci les livre aux hérissons alimentaires qui, à leur tour, les transmettent au grand tambour, lequel est muni d'un hérisson intérieur qui finit par ouvrir et allonger complètement la matière : les chrysalides et les miettes tombent au fond de la machine. L'ouvrier arrête celle-ci lorsqu'il juge la nappe terminée, il ouvre alors le couvercle de derrière, et sur la partie du tambour qui n'est pas garnie d'aiguilles il déchire la nappe au moyen d'un couteau; il dégage ensuite à la main la partie supérieure de la nappe, l'amorce d'une quantité suffisante entre le rouleau et le cylindre cannelé de derrière, et imprime à ceux-ci un mouvement de rotation à la main de façon à décharger cette nappe du tambour et à le dégager complètement; il recommence à chaque nappe la même opération. La production de cette machine varie de 100 à 120 kilogrammes de nappe par jour, avec une vitesse de 250 à 300 tours au grand tambour.

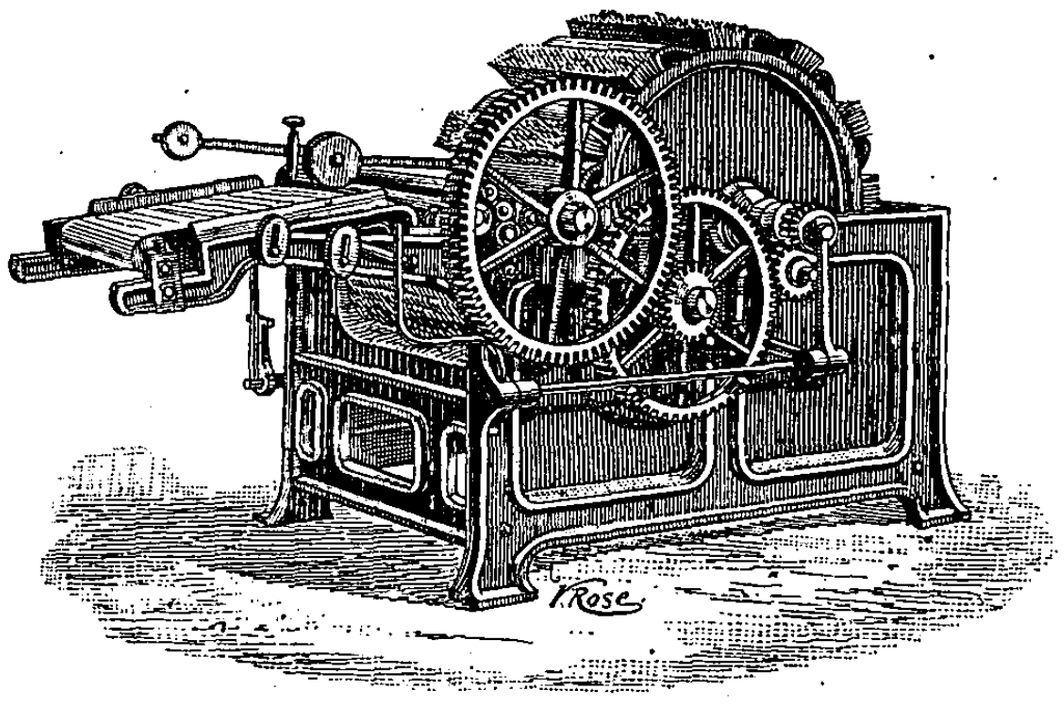


Fig. 245. — *Filling.*

Grande mise en pointes. On passe ensuite la matière, lorsqu'il s'agit de préparer de grandes longueurs pour les peigneuses circulaires, à la machine dite *filling* (fig. 245), qui se compose principalement d'une alimentation par toile sans fin et d'un tambour muni de 12 plaques de carde pour les matières tendres nappées ou de 12 gills à un ou deux rangs d'aiguilles pour les frisons. Un ouvrier suffit pour l'alimentation et pour la levée sur baguette. Celle-ci a lieu quand les cardes ou gills sont chargées de la quantité de matière déterminée; pour cela l'ouvrier sépare chaque section de cardes avec le couteau et mouille légèrement la baguette sur laquelle il enroule les premières barbes jusqu'au talon qu'il laisse libre pour le peignage, et lorsqu'il a ainsi garni un certain nombre de baguettes, il les empile dans des boîtes de service qui sont livrées aux peigneurs circulaires des premières longueurs. La production journalière de cette machine est de 90 à 100 kilogrammes, étant donné que la vitesse est d'environ 100 tours par minute.

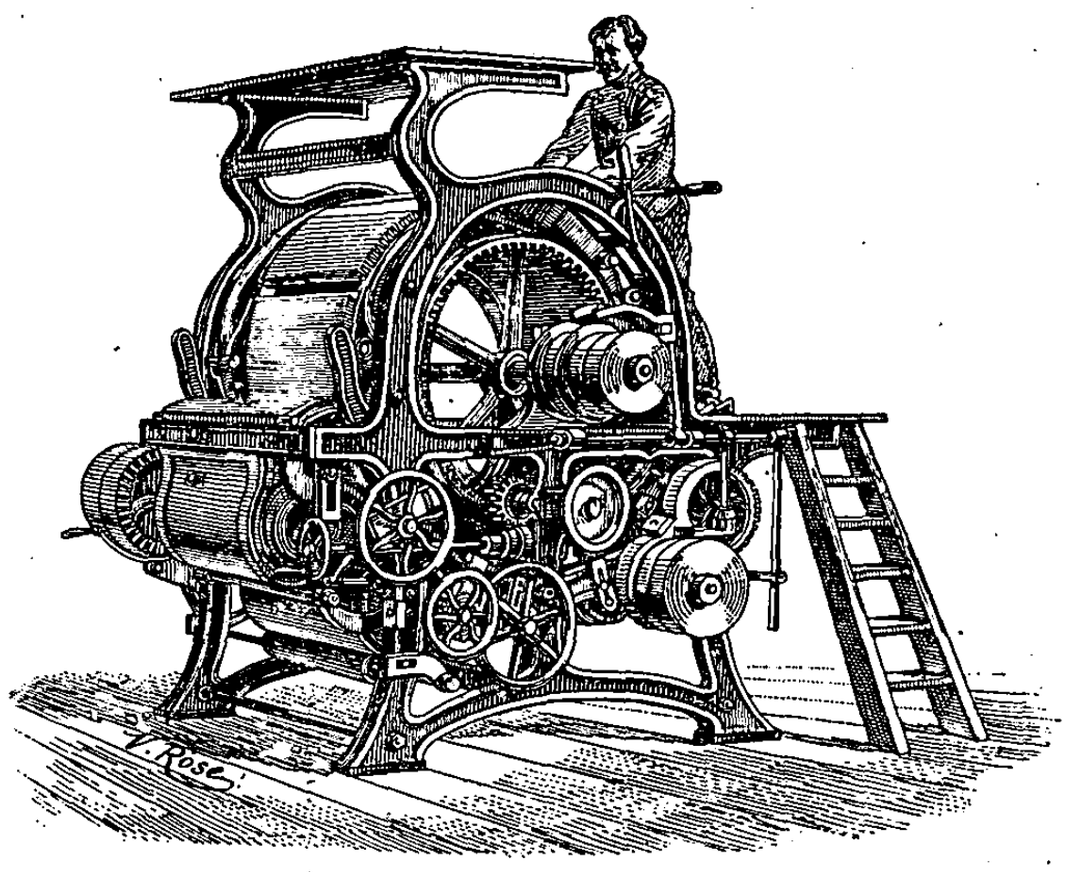


Fig. 246. — *Peigneuse pour bourre de soie.*

Peignage. Le peignage se fait sur les machines circulaires à serrage automatique spéciales pour déchets de soie et construites par MM. Brenier et Cie, de Grenoble. Ces machines se divisent en deux séries : les *peigneuses pour longues*, c'est-à-dire pour premières et deuxièmes longueurs, à deux cylindres peigneurs et les *peigneuses pour courtes*, c'est-à-dire pour troisièmes, quatrièmes et

au besoin cinquièmes longueurs, à quatre cylindres peigneurs; mais cependant on peut arriver par un aiguisage spécial à traiter les courtes sur les machines à deux cylindres et, d'ailleurs le bâton de la peigneuse permet de les transformer facilement à deux ou quatre peigneurs suivant les exigences de la matière. Comme on peut le voir par la figure 246 ces machines comportent un grand tambour divisé en quatre sections par quatre presses garnies de plateaux d'une épaisseur proportionnelle à la longueur de la soie et qui sont rainurés sur une lettre pour recevoir, étant juxtaposés deux à deux, les baguettes porte-soie, l'autre face restant unie pour recevoir la voltée. Il faut pour le service de chaque machine un ouvrier spécial et un aide pour l'approvisionner de baguettes garnies, les retirer quand elles sont libres et décharger les cylindres peigneurs. La figure 246 montre de quelle façon est placé l'ouvrier : il s'approvisionne de baguettes garnies qu'il place à sa portée sur la tablette qui se trouve au-dessus de la machine et les pose successivement entre les planchettes rainurées qui se présentent devant lui desserrées automatiquement: il ne garnit que la première moitié des planchettes de chaque presse pour la première mise en train, et la deuxième partie seulement au deuxième tour en même temps qu'il fait la voltée de la première partie déjà peignée d'un côté; de cette façon la moitié de chaque presse travaille sur les talons et l'autre moitié sur les voltées et le travail de l'ouvrier est mieux réparti. Chaque presse garnie, sans interruption de la marche de la machine, se présente au serrage automatique avant l'action des peigneurs, et aussitôt après le travail de ceux-ci se représente desserrée devant l'ouvrier qui fait la voltée. Les baguettes devenues libres sont retirées après serrage et avant le premier peigneur avec l'aide de l'ouvrier. Après le deuxième tour, la soie entièrement peignée sur le talon et la voltée est levée à la main et par loquettes correspondantes à chaque baguette pour les premières et deuxièmes longueurs; elle est soigneusement placée dans une caisse spéciale au-dessus de la machine. Pour les courtes, troisièmes, quatrièmes et cinquièmes longueurs, la levée, au lieu de se faire par loquettes, se fait par nappettes, au moyen d'une baguette à toile ou drapeau : après le peignage dans les deux sens et le desserrage de la presse, on étend sur les loquettes la toile collée à la baguette, les barbes doivent être suffisamment longues pour que les loquettes se chevauchent et forment une nappe régulière d'épaisseur; c'est dans cet état que l'ouvrier livre la marchandise au bureau de réception où les nappettes sont déroulées, pesées et classées et les drapeaux rendus à l'ouvrier. La production de cette machine varie suivant la nature et la qualité de la soie et l'habileté de l'ouvrier; elle est en moyenne, en première longueur de 35 à 40 kilogrammes, en deuxième longueur de 21 kilogrammes, en troisième longueur de 13 kilogrammes, et en quatrième et cinquième longueurs de 9 kilogrammes environ.

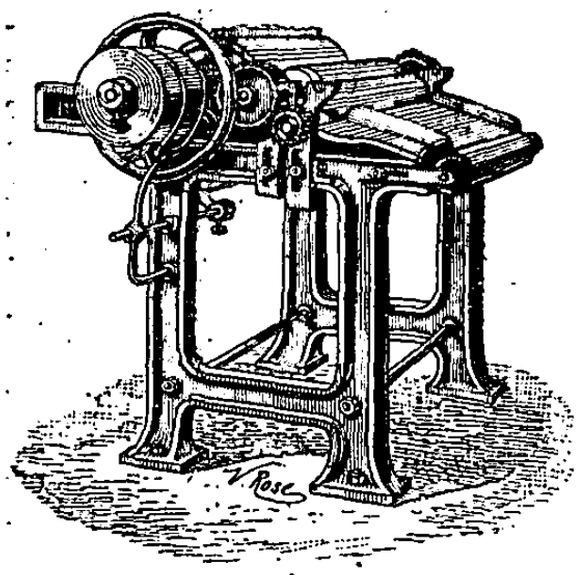


Fig. 247. — *Petite mise en pointes.*

Petite mise en pointes. Cette machine, représentée figure 247, n'a d'autre mission que de reprendre successivement les déchets des peigneuses circulaires; elle n'a qu'à diviser les nappes retirées des cylindres peigneurs des peigneuses circulaires. On y fait passer les nappes enlevées sur des cylindres peigneurs formés par l'accumulation des déchets jusqu'à atteindre le talon de l'aiguillage : on opère cette levée au moyen d'une carde à main de la longueur des cylindres qu'on enfonce énergiquement sur la partie libre d'aiguilles de ces cylindres que l'on a eu soin de débrayer pour permettre de dérouler librement la nappe ainsi engagée dans la carde à main. Un jeune ouvrier suffit pour la manœuvre de ces machines, son travail est le même que sur les fillings ou grandes mises en pointe : il fait la levée sur loquettes. Comme production, on compte que deux machines pour petites mises en pointes sont nécessaires pour desservir chaque peigneuse circulaire, étant donné que la vitesse est de 250 à 300 tours aux poulies motrices.

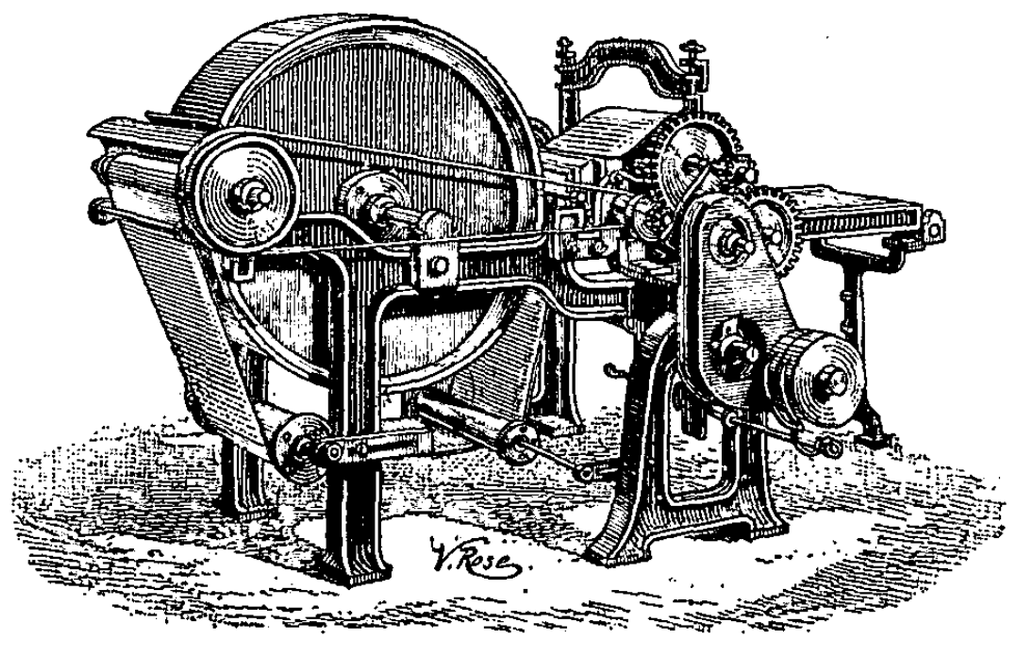


Fig. 248. — *Etaleur-nappeur.*

Etaleur-nappeur. Enfin la matière passe à l'étaleur-nappeur représenté figure 248 qui, depuis quelque temps remplace avantageusement les étaleurs à gills dont l'alimentation se fait au moyen de hérissons avec manchon de caoutchouc accompagnant la matière. L'ouvrier étale les matières peignées sur un tablier sans fin, celui-ci les envoie dans les cylindres alimentaires placés contre le

dernier hérisson: le caoutchouc passe sous l'alimentaire supérieur et successivement sur trois hérissons, où il maintient la matière dans les aiguilles sans cependant la faire travailler à fond, de là il remonte sur un petit rouleau de renvoi qui referme le circuit sur l'alimentaire. A la sortie des hérissons, la matière est prise par les cylindres cannelés, dont deux inférieurs et un plus gros supérieur; un premier manchon en cuir sert au laminage et un deuxième plus long l'accompagne autour du grand tambour nappeur. La production de cette machine varie de 20 à 40 kilogrammes par jour suivant les matières, étant donné que la vitesse est de 150 à 160 tours d'arbre moteur.

Filature. Avant d'arriver au métier à filer proprement dit, on fait encore un passage ou deux d'étaleur-nappeur, un passage de rubanneau, quatre passages d'étirage et deux passages de bobinoir. Alors seulement la mèche obtenue passe au métier à filer qui n'est autre que le continu ou le renvideur pour les canettes de trame et le continu pour les bobines pour chaîne; ces métiers sont ceux qui servent pour le travail de la laine, du coton, etc., et qui sont décrits dans le *Dictionnaire* au mot FILER (Métier à); nous n'y reviendrons pas. — A. R.

• **BOURSE DE COMMERCE.** Dans son *répertoire de Jurisprudence*, Dalloz fait remarquer avec raison que les hommes livrés aux spéculations commerciales ont dû, dans tous les temps, sentir la nécessité de se réunir dans un centre commun pour fixer la valeur des marchandises et recueillir les nouvelles sur le commerce intérieur et extérieur. Il est donc à présumer que tous les peuples, dont le génie s'est appliqué au négoce, ont eu des établissements analogues à ceux que nous désignons aujourd'hui sous le nom de *Bourse de Commerce*,

Quant à la dénomination de *Bourse* donnée aux édifices dans lesquels les négociants s'assemblent pour y traiter leurs affaires elle ne paraît remonter qu'au XVI^e^ siècle. Elle viendrait de Bruges, où ces réunions se tenaient près de l'hôtel des Bourses, ainsi appelé à cause du nom du seigneur qui l'avait fait bâtir (Van der Burse).

Les premières bourses créées en France furent celles de Rouen, de Lyon et de Toulouse; cette dernière date de 1549.

La Bourse de Paris fut constituée par un arrêté du conseil en date du 23 septmbre 1724. En fait elle existait avant son établissement légal; les réunions des commerçants avaient lieu dans la grande cour du Palais de Justice, au-dessous de la galerie Dauphine; transférées en 1720 à l'hôtel de Soissons elles y furent maintenues jusqu'à l'époque où le décret du 27 juin 1793 les supprima provisoirement ainsi que toutes les bourses de commerce; mais cette suppression dura peu et bientôt après les bourses furent rouvertes par un décret du 6 floréal an III.

Actuellement l'institution des bourses de commerce est régie principalement par la loi du 28 ventôse an IX, les arrêtés consulaires des 29 germinal an IX et 27 prairial an X, et les articles 71 à 90 du Code de commerce.

Les bourses de commerce sont créées par décret; elles ont pour objet principal de faciliter les opérations de tous genres qui constituent le commerce intérieur et extérieur. On y vend et achète des marchandises de toute espèce, des matières d'or et d'argent, des effets et des traites sur les étrangers, sur les nationaux et sur l'Etat, etc. Aux termes de l'article 72 du Code de commerce, les résultats des négociations qui s'opèrent à la bourse déterminent le cours du change, des marchandises, des assurances, du frêt ou nolis, du prix des transports par terre et par eau, des effets publics et autres dont le cours est susceptible d'être coté. Ces divers cours sont constatés par les agents de change et courtiers.

Nous n'entrerons pas dans le détail de l'organisation des bourses de commerce. Qu'il nous suffise de constater l'importance de leur rôle au point de vue économique.

A ce point de vue on ne saurait contester l'utilité de ces établissements que révèlent l'extrême activité qui y règne, l'empressement avec lequel les commerçants s'y rendent ou s'y font représenter. Les bourses de commerce multiplient les négociations commerciales. C'est, en effet, une règle universelle que les actes de la vie industrielle comme ceux de la vie sociale tendent d'autant plus à se multiplier qu'il y a plus de facilités à les accomplir. Or, quelle facilité plus grande pourrait exister pour les transactions commerciales que celle qui résulte du rapprochement quotidien, sur un même point, de tous les commerçants d'une ville? Là les vendeurs qui, souvent, seraient obligés de faire des démarches nombreuses pour placer les objets de leur commerce, trouvent immédiatement des acheteurs. Là, chacun peut être aisément fixé sur le cours des marchandises et celui des effets publics et particuliers. C'est à la bourse que circulent les nouvelles d'intérêt général sur les maisons de commerce du monde entier, sur la nature de leurs opérations, sur le papier qu'elles émettent; c'est ainsi que se forme l'échelle du crédit universel; on y apprend encore avec rapidité les sinistres qui intéressent les négociants, les faillites, les naufrages des bâtiments marchands et tout ce qui, au dehors, peut influer sur le cours des marchandises.

Sans doute, de nos jours, on oublie trop souvent l'utilité économique des bourses pour ne voir dans cette institution qu'un aliment offert aux nombreux spéculateurs envahis par la fièvre financière. La Bourse est devenue le foyer d'une activité de spéculation inquiétante qui a eu de tristes conséquences sur notre état économique. On voit souvent des capitalistes, par la seule force de leur association, quelquefois grâce à d'habiles combinaisons, s'emparer à leur gré du marché et y provoquer, selon leur intérêt, la hausse ou la baisse; cela est d'autant plus regrettable qu'il est convenu de considérer la Bourse comme le miroir dans lequel se reflète avec sincérité l'état général des affaires. — L. B.

• * **BOURSE DU TRAVAIL.** L'idée des bourses du travail n'est pas nouvelle. Dès 1845, M. Molinari en avait conçu le projet. « Maintenant, disait-il, que les

obstacles naturels et artificiels qui s'opposaient jadis à ce qu'on pourrait appeler la mobilisation du travail sont en grande partie levés, maintenant que l'homme a cessé d'être de toutes les espèces de marchandises la plus difficile à transporter, suivant l'expression d'Adam Smith, n'y a-t-il pas lieu de développer et de perfectionner le mécanisme du placement du travail au double avantage des ouvriers qui le produisent et des entrepreneurs d'industries qui l'emploient. Il se mit en rapport avec des sociétés ouvrières, avec des patrons, dans le but d'organiser, par la publicité, le marché du travail. Il rencontra surtout des résistances chez les ouvriers qui craignaient pour la plupart que la publicité donnée au cours de la main-d'œuvre, laquelle était payée beaucoup plus cher à Paris qu'ailleurs, n'attirât dans la capitale un nombre considérable d'ouvriers de la province et de l'étranger, au grand détriment des ouvriers parisiens. Plus tard, vers 1852, il organisa en Belgique, avec la collaboration de son frère, la publication hebdomadaire d'un bulletin de la bourse du travail dont il dut bientôt cesser la publication, en présence de l'indifférence des ouvriers et de l'hostilité violente des entrepreneurs. »

Dès cette époque d'ailleurs les abus des bureaux de placements étaient connus et dénoncés, et l'on cherchait à mettre un terme à l'exploitation odieuse dont étaient victimes ceux qui devaient recourir à leur intermédiaire pour se procurer du travail. Pour cela, il fallait soit les soumettre à une réglementation plus rigoureuse, à une surveillance plus sévère, ou bien, ce qui valait mieux encore, les remplacer par d'autres institutions rendant les mêmes services sans présenter les mêmes inconvénients.

C'est dans ce sens que cherchèrent tout d'abord les pouvoirs publics. En 1848, M. Ducoux, alors préfet de police, adressa au conseil municipal un projet complet de bourse des travailleurs. En 1851, il le reprit à la Chambre voulant en faire un établissement placé sous la direction de l'Etat. La commission chargée d'examiner son projet conclut au rejet, non qu'elle considérât l'institution comme inutile, mais parce qu'elle lui semblait revêtue d'un caractère exclusivement communal. Le projet n'aboutit pas, et, lorsque la question fut reprise peu de temps après, c'est dans la règlementation des bureaux de placement que le décret de 1852, encore en vigueur aujourd'hui, chercha le remède à une situation dont tout le monde reconnaissait les inconvénients.

Pendant longtemps le projet d'une bourse du travail parut abandonné et ce ne fut qu'en 1875 qu'il reparut sous une forme très modeste au conseil municipal de Paris dans une proposition déposée par M, Delattre.

« Il s'agissait uniquement de mettre à l'étude l'établissement, à l'entrée de la rue de Flandre, d'une bourse de travail ou tout au moins d'un refuge clos et couvert, afin d'abriter les nombreux ouvriers qui se réunissent chaque matin pour l'embauchage des travaux du port et autres ». Le Conseil municipal vota en principe la création d'une Bourse du travail, mais à la suite de circonstances diverses, ce ne fut qu'en 1887 que ce projet reçut un commencement d'exécution. D'après le projet accepté par le Conseil municipal de Paris, la Bourse du travail devra comprendre une bourse centrale et un certain nombre de succursales. Actuellement la Bourse centrale que l'on doit placer rue du Château-d'Eau n'est pas encore aménagée et une seule succursale, ouverte en février 1887, fonctionne rue Jean-Jacques-Rousseau. Elle sert provisoirement de Bourse centrale.

Près de 150 syndicats et groupes corporatifs y ont leur installation.

Le fonctionnement de la bourse du travail a été déterminé par un règlement général adopté par le Conseil municipal le 28 octobre 1887.

Ce règlement, en même temps qu'il mettait à la disposition d'un certain nombre de groupes syndicaux des bureaux où s'inscrivaient les offres et demandes de travail, créait en même temps des salles pour conférences, cours et réunions de toutes sortes. D'autre part l'administration de la Bourse du travail était laissée complètement à une commission élue par les délégués des syndicats qui y sont installés. Quant aux frais, la Ville les prenait à sa charge et à cet effet un crédit de 20,000 francs est inscrit chaque année à son budget.

En abandonnant ainsi tout contrôle sérieux sur une institution qu'elle créait, en n'y conservant pas la part d'autorité nécessaire pour l'empêcher de dévier du but pour lequel elle avait été fondée, l'administration municipale s'exposait à voir son œuvre rapidement compromise par ceux entre les mains desquels elle la remettait. C'est ce qui arriva.

Au lieu d'être le grand marché de la main d'œuvre à Paris, le bureau de placement par excellence, elle n'a été que le théâtre de luttes intestines entre les divers syndicats qui s'y disputent la prépondérance. Tout cela en présence d'une administration absolument désarmée, car le contrôle de quelques conseillers municipaux organisé par le règlement est absolument illusoire. Des statistiques du plus haut intérêt devaient être publiées et les renseignements fournis sur la classe ouvrière devaient constituer un ensemble d'informations précieuses sur les variations des salaires et sur la situation réelle de la classe ouvrière à Paris. Jusqu'à présent, les seuls documents parus consistent en des procès-verbaux dans lesquels s'étalent des dissensions profondes. Le *Bulletin officiel de la Bourse du travail* enregistre assez scrupuleusement les comptes rendus des réunions des groupes ouvriers. Mais on y lit surtout des polémiques de la plus grande violence contre les capitalistes et les exploiteurs.

On est donc forcé de constater que, grâce à son organisation défectueuse qui la fait complètement dévier de son but, la Bourse du travail n'a pas jusqu'à ce jour répondu à l'attente de ceux qui l'ont créée et qu'il est temps de la faire fonctionner sur d'autres bases, si l'on ne veut pas laisser stériles les sacrifices importants consentis par la ville de Paris. Il ne faut pas oublier, en effet, que l'aménagement de l'immeuble de la rue Jean-Jacques-Rousseau a coûté plusieurs centaines de mille francs. L'emplacement de la future Bourse centrale, rue du Château-d'Eau, a été acheté sept ou huit cent mille francs et la construction du bâtiment coûtera au moins un million.

Il est donc urgent de soustraire la Bourse du travail aux diverses coteries plutôt politiques que professionnelles qui se la disputent aujourd'hui ; la majorité des ouvriers y trouverait son compte et d'autre part les patrons n'auraient plus vis-à-

vis d'elle les craintes et les répugnances qu'ils éprouvent actuellement et non sans motifs.

Des Bourses du travail ont été également créées ou sont en voie de formation dans plusieurs villes de province, notamment à Marseille, Nîmes, Lyon, Bordeaux, Saint-Etienne, etc. L'exemple de Paris leur montre l'écueil à éviter. — L. B.

•* **BOURSE DE VOYAGE OU DE SÉJOUR A L'ÉTRANGER.** Depuis quelques années le gouvernement met à la disposition des meilleurs élèves des écoles industrielles ou commerciales, des bourses de voyage ou de séjour à l'étranger. Ces bourses ont un double but : on veut fournir aux jeunes gens qui se destinent à l'industrie et au commerce le moyen de perfectionner leurs études d'une manière pratique par l'observation de ce qui se fait à l'étranger, par la connaissance des procédés de fabrication et de la production. D'autre part, on espère concourir ainsi au développement de notre commerce d'exportation. Tout le monde est d'accord pour reconnaître que le Français a peu de goût pour l'émigration. Il en résulte que, souvent, notre industrie et notre commerce sont mal représentés à l'étranger. Il y a tout lieu de penser qu'en favorisant le séjour à l'étranger, et notamment dans les pays les plus éloignés qui laissent encore un champ assez vaste pour le commerce, des jeunes gens bien préparés par leurs études spéciales, un certain nombre d'entre eux pourront s'y fixer ou, tout au moins, y nouer des relations et créer ainsi, à l'aide du temps, entre la France et les pays où ils auront été envoyés, des courants commerciaux importants.

Le premier crédit pour des bourses de voyage et de séjour fut voté en 1885 : il était de 9,000 francs. Depuis lors il a été progressivement augmenté et il est actuellement de 60,000 francs, dont 36,000 francs pour les bourses commerciales de séjour et 24,000 francs pour les bourses industrielles de voyage.

Ces bourses sont accordées à la suite de concours ouverts chaque année par le ministère du commerce et de l'industrie. Les conditions exigées pour y prendre part ont été déterminées par décision ministérielle.

Bourse de séjour. Pour prendre part au concours il faut : 1° être français et en règle avec l'autorité militaire ; 2° avoir vingt ans au moins et trente ans au plus à l'époque de l'ouverture du concours ; 3° être muni d'un diplôme d'une des écoles de commerce qui suivent : Ecoles de hautes études commerciales ; Ecole supérieure de commerce de Paris ; Ecoles supérieures de commerce de Lyon, de Marseille, de Rouen, du Havre, de Bordeaux ; Institut commercial de Paris ; Ecole commerciale de l'avenue Trudaine (Paris) ; section commerciale de l'Ecole professionnelle de Reims ; section d'enseignement commercial de l'Ecole industrielle des Vosges, à Epinal ; association du commerce et de l'industrie de Grenoble ; Ecole primaire supérieure commerciale de Boulogne-sur-Mer ; Ecole primaire supérieure commerciale d'Aix-sur-l'Adour.

Les épreuves écrites du concours ont lieu chaque année dans le courant du mois d'octobre au chef-lieu de chaque département ; les épreuves orales sont subies à Paris, au ministère du commerce.

C'est le ministre qui désigne la résidence des jeunes gens reconnus dignes de la bourse de séjour, mais il tient, autant que possible, compte de leurs préférences. A partir de leur arrivée dans leur résidence, les titulaires des bourses de séjour doivent adresser tous les trois mois au ministère une étude générale ou spéciale sur le commerce et les industries de la région, ils doivent y joindre un certificat du consul ou du résident constatant qu'ils s'occupent sérieusement d'études, d'affaires et de travaux commerciaux.

Les bourses de séjour ont une valeur de 1,500 à 3,000 francs par an. Elles sont renouvelables jusqu'à concurrence de trois années par décision spéciale rendue après avis d'une commission chargée d'examiner les rapports et les travaux transmis tous les trois mois par les boursiers. D'autre part, les départements, les communes et les maisons de commerce intéressés sont invités à concourir à la dépense. Mais le principe des bourses de séjour n'est pas de fournir à celui à qui elles sont accordées les moyens de subvenir à tous leurs besoins. Il faut, au contraire, que ceux-ci aient un emploi dans la ville où ils résident, s'y perfectionnent dans leur profession ou même s'y créent une situation définitive.

Bourse de voyage. Elles ont une valeur de 1,500 à 3,000 francs, suivant l'importance et la durée du voyage. Elles sont renouvelables une ou deux fois au maximum.

L'épreuve écrite du concours a lieu chaque année dans la seconde quinzaine d'août au chef-lieu de chaque département, comme pour les bourses de séjour ; l'épreuve orale est subie à Paris devant un jury spécial nommé par le ministre.

Pour prendre part à ce concours il faut : 1° être français ; 2° avoir vingt ans au moins et trente ans au plus ; 3° être en règle avec l'autorité militaire ; 4° enfin être muni d'un diplôme de fin d'études d'une école publique ou libre, relevant du ministère du commerce, subventionnée ou reconnue par lui.

Les titulaires des bourses de voyage doivent également adresser tous les trois mois au moins au ministère du commerce un rapport sur leurs études et leurs observations.

L'expérience de ces dernières années n'a pas toujours donné des résultats bien favorables. Un certain nombre de boursiers rentrent chez eux après un séjour ou un voyage à l'étranger sans en rapporter des avantages appréciables pour le développement du commerce ou de l'industrie ni même pour eux-mêmes. Certains pourtant sont parvenus à se créer à l'étranger une situation déjà importante ou des relations commerciales utiles ; d'autres en ont rapporté des progrès sérieux dans leur enseignement professionnel. L'essai n'a donc pas été absolument infructueux. Il y a tout lieu d'espérer que par la suite, les résul-

tats en seront de plus en plus appréciables. — L. B.

• **BOUSSINGAULT.** Célèbre chimiste, naquit à Paris le 2 février 1802. Elève de l'Ecole des mines de Saint-Etienne, il débuta à 19 ans par un mémoire traitant des combinaisons du silicium avec le platine. Il fut nommé quelque temps après professeur à l'Ecole des mines de Bogota, et chargé d'une mission dans l'Amérique du Sud. Il s'agissait de rouvrir d'anciennes mines comblées. Cette entreprise immense, un jeune homme ose la tenter. Rien ne l'arrête. Aidé de la force de son intelligence et de l'ardeur de sa jeunesse, Boussingault mène à bonne fin ses premières tentatives. Il fait paraître ses premiers *compte-rendus* qui attirent sur lui l'attention des savants et notamment de Humboldt, qui alors parcourait ces contrées. Au même moment éclate l'insurrection des espagnols dirigée par Bolivar. Boussingault y prend part comme attaché à l'état-major du général. Il parcourt les États de Bolivie, de Vénézuéla, les pays situés entre Carthagène et l'embouchure de l'Orénoque. Plus savant que soldat, son amour de la science le domine ; cette riche nature du Nouveau-Monde, ces phénomènes nombreux qui surgissent à tout instant, sont pour lui d'un attrait plus vif, plus irrésistible que cette cause politique qu'il veut servir et pour laquelle il va combattre. La guerre terminée et Bolivar triomphant, Boussingault reçoit pour prix de ses services la nomination de surintendant des mines de Colombie. Il entreprend encore de nouveaux voyages à travers ces contrées, en étudie la chimie, la géologie, la minéralogie, gravit le sommet de Chimborazo et y établit un observatoire. C'est vers cette époque qu'il publia plus de *cinquante Mémoires*, concernant ses observations et ses découvertes sur les sciences naturelles.

Rentré en France en 1833 et devenu célèbre par ses explorations, il fut nommé professeur de chimie à la Faculté des sciences de Lyon et, peu de temps après, doyen. Il épousa la fille d'un célèbre agronome, M^lle^ Lebel.

C'est alors qu'il se lança dans l'étude de l'agriculture et créa la *méthode qui a pour but de définir par l'analyse chimique, les états et les divers changements des êtres avant et après leur mise en expérimentation*, afin de *comparer les états survenus dans leur constitution*. Dans sa résidence de Liebfrauenberg, il a étudié l'atmosphère et le sol, les fonctions des *feuilles*, les *échanges gazeux* entre l'air et le végétal *pendant la fixation du carbone*, la *nitrification qui est une combustion des matières* azotées, etc... Il joignit à ces travaux d'autres encore sur la géologie, la métallurgie.

En 1837, il fut nommé professeur de chimie agricole au Conservatoire des arts et métiers de Paris, puis élu membre de l'Académie des sciences (1839), il devint aussi membre de la Société nationale d'agriculture (1842), du Conseil d'hygiène (1844). En 1848, Boussingault étant propriétaire de l'usine de Beichelbronn, les électeurs le nommèrent député à la Constituante ; il prit place parmi les modérés, puis appelé au Conseil d'Etat, il en fit partie jusqu'au deux décembre.

A dater de cette époque, il renonça à la vie politique et se consacra entièrement à la science. Pendant près de cinquante ans, Boussingault s'est occupé de toutes les grandes questions d'hygiène. De concert avec Payen, Chevalier, Cadet-Gassicourt, il a exposé les mesures à prendre pour combattre les maladies professionnelles des ouvriers qui manient le phosphore, le plomb et la céruse, le cuivre et les couleurs cupro-arsénicales, le mercure et ses amalgames. Avec Poggiale, Boudet, il a attiré l'attention des municipalités sur l'insalubrité des eaux de la Seine, pour l'alimentation de la capitale. C'est à l'aide de ses procédés que l'on est parvenu à reconnaître le degré d'altération de ces eaux. Les observations de Boussingault, jointes à celles de Dumas, au Conseil d'hygiène, ont contribué aux grands travaux entrepris par Belgrand pour amener à Paris l'eau de source. Par la préparation des engrais *et des sels ammoniacaux*, l'utilisation au profit de l'agriculture des débris animaux, il a fait naître des industries nouvelles.

En 1876 il fut nommé grand officier de la Légion d'honneur. Il s'est éteint doucement au sein de sa famille le 12 mai 1887.

Parmi les nombreux travaux de Boussingault, on peut citer les suivants : *Recherche sur la végétation ; sur l'absorption et la fixation de l'azote par les plantes ; sur la constitution des terres* ; *les principes fertilisateurs* ; *la nitrification artificielle ; le dosage des nitrates et de l'ammoniaque dans les eaux de la Seine* (crues) ; *la proportion d'ammoniaque dans l'air à différentes hauteurs* ; *l'aération des eaux sur la culture du cocoyer et la composition de la fève de cacao et celle du chocolat ; sur la conservation des matières animales par le froid* ; *sur l'appréciation des engrais par le dosage de l'azote* ; et *sur les propriétés nutritives des aliments destinés aux herbivores ; sur la présence de l'azote dans les aciers ;* et *la transformation du fer en acier ; sur le fer contenu dans le sang des animaux et dans les aliments* ; *sur l'influence des forêts sur les climats et sur les grands phénomènes météorologiques ;* un excellent *Traité d'économie rurale*, et enfin la grande Etude qu'il entreprit avec Dumas pour *déterminer les proportions des éléments de l'air.* — J. D.

BOUSSOLE. Nous avons déjà traité ce sujet au *Dictionnaire* ; nous le complétons ici par quelques particularités qu'il est nécessaire de mentionner.

Boussole d'arpenteur (V. *Dictionnaire*, Boussole de géomètre). Cet instrument, plus commode que le *graphomètre*, est employé surtout pour mesurer des angles sur des terrains peu accessibles dans toute leur étendue. Soit, par exemple, un angle BAC (fig. 249), dont le sommet A est inaccessible. Pour le mesurer avec la boussole d'arpenteur, on dispose l'appareil horizontalement sur la direction de l'un des côtés jalonnés, AB ; on note l'angle que la partie nord de l'aiguille aimantée (partie bleue) fait avec le dia-

mètre OF (0° — 180°) ou *ligne de foi* à laquelle l'axe de la lunette est parallèle ; soit cet angle

$$MOF = \alpha = 102°.$$

On transporte et on établit de même l'instrument sur la direction du côté AC. Dans cette nouvelle position, l'aiguille fait avec la ligne de foi O'F' un autre angle M'O'F', soit $\alpha' = 58°$. La seule inspection de la figure montre que :

$$A = \alpha - \alpha' = 102° - 58° = 44°$$

car on a :

$$A = C'OF = MOF - MOC' = MOF - M'O'C = \alpha - \alpha'$$

Si le sommet A est accessible, il suffit d'y transporter l'instrument et de viser successivement dans la direction des côtés AB, AC, la différence des angles qne fera l'aiguille avec la ligne de foi (parallèle à chacun des côtés de l'angle), donnera la valeur de cet angle.

Dans tous les cas, pour éviter les causes d'erreurs, on doit toujours compter les angles dans le même sens et faire les visées ayant la lunette toujours du même côté.

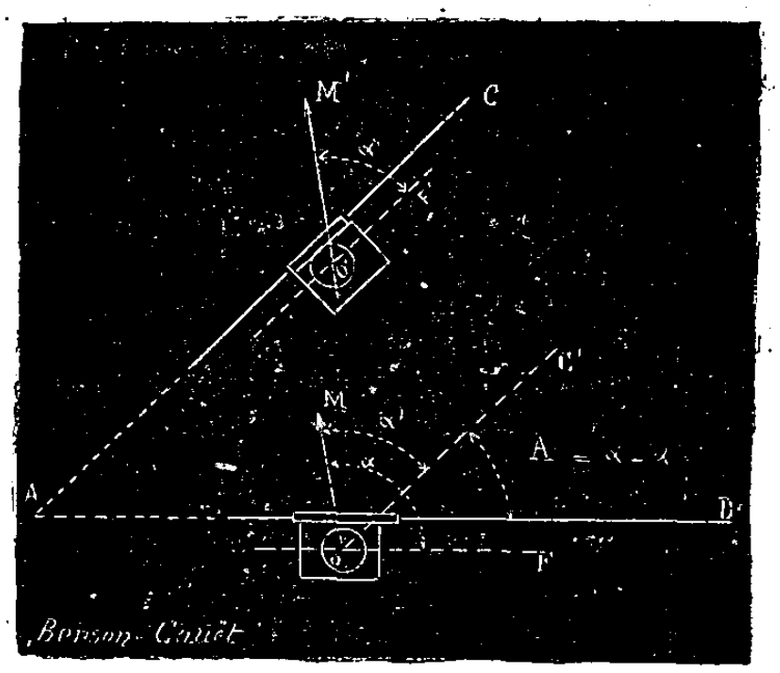


Fig. 249.

Pour donner à la boussole d'arpenteur toute la précision qu'elle peut comporter, il est nécessaire de la soumettre à plusieurs vérifications. Il faut s'assurer :

1° Que l'aiguille est suffisamment sensible. Pour cela, lorsque sa pointe est arrêtée sur une certaine division du limbe, on l'écarte de cette position d'un angle de 90° environ ; elle doit revenir exactement devant la même division, après vingt-cinq ou trente oscillations. Si elle s'arrêtait après un nombre moindre d'oscillations, c'est que le pivot serait émoussé ou que l'aiguille aurait perdu de son aimantation. Il faut dire toutefois qu'un excès de sensibilité de l'aiguille peut être désavantageux, car alors les oscillations sont très longtemps à s'éteindre ;

2° Que le pivot est placé exactement au centre du limbe. Pour le vérifier, on fait tourner la boîte de la boussole et on l'arrête successivement dans deux positions. Les lectures faites alors aux deux extrémités de l'aiguille doivent différer entre elles exactement de 180° ; si non, il faut rectifier la position du pivot ;

3° Que la lunette, dans ses divers mouvements, reste dans un plan vertical. Il est facile de s'en assurer en visant avec elle plusieurs points d'un fil-à-plomb tendu à une faible distance ;

4° Que l'axe optique de la lunette est perpendiculaire à son axe de rotation. A cet effet, on dirige la lunette sur un point très éloigné ; on fait tourner la boussole sur elle-même de 180° exactement et l'on retourne la lunette de manière à ramener l'oculaire vers l'observateur. S'il n'y a pas d'erreur de collimation, on retrouvera le point sur la croisée des fils dont est munie la lunette et qui déterminent l'axe optique. Mais si celui-ci n'est pas normal à l'axe de rotation, il décrira, par rapport à cet axe, un cône de révolution dont le demi-angle au sommet (voisin d'un droit) que fait l'axe optique avec l'axe de rotation de la lunette ; pour retrouver dans la lunette le point éloigné que l'on avait d'abord visé, il faudra faire tourner la boussole d'un angle que l'on mesurera par le déplacement de l'aiguille. Cet angle est double du complément du demi-angle au sommet du cône de révolution. Il faudra donc faire mouvoir le fil vertical du réticule de manière à corriger la direction de l'axe optique d'un angle égal à la moitié de celui qu'on lit sur la boussole.

On pourrait, à la rigueur, se servir d'une boussole non corrigée sous ce rapport, en déduisant les angles de la moyenne de deux observations faites, l'une avec la lunette à droite, l'autre avec la lunette à gauche de l'observateur ;

5° Que l'axe magnétique de l'aiguille (droite qui joint les deux pôles) coïncide, avec l'axe de figure, la grande diagonale du losange. Cette vérification se fait en dévissant la chape et la remettant sur l'autre face de l'aiguille. Si, dans les deux cas, l'azimuth magnétique n'est pas constant pour une même position de la boîte, il faudra, dans la mesure des angles, tenir compte de la différence, évaluée une fois pour toutes ; différence qui est égale à la moitié de l'angle que fait l'axe de figure de l'aiguille avant et après le retournement.

Lorsque la boussole a été ainsi vérifiée et corrigée, on peut avec elle, et après avoir acquis une certaine habitude, estimer les angles à 5 minutes près. Signalons enfin une précaution qui n'est pas négligeable : c'est d'avoir soin d'éloigner de la boussole, pendant les mesures d'angles, tous outils et objets en fer, clefs, couteaux, etc.

Une cause d'incertitude et d'erreur dans les mesures d'angles à la boussole, c'est celle qui provient des variations diurnes du magnétisme terrestre pour un même lieu, lesquelles peuvent atteindre 10 et 15 minutes ; or, ce n'est pas le premier venu qui pourra en tenir compte.

On voit, par tout ce qui précède, que la boussole d'arpenteur, malgré les additions, perfectionnements et corrections, ne peut être un instrument bien précis. C'est pour cette raison qu'on ne l'emploie que pour des opérations qui n'exigent pas une exactitude de plus d'un demi-degré dans l'évaluation d'un angle et dans les cas où l'on ne peut se servir du graphomètre. Alors,

pour la rendre plus légère, plus commode (par suite moins coûteuse), on la débarrasse de ses niveaux à bulle et l'on établit son horizontalité à vue d'œil. On remplace la lunette par un tuyau en bois à section rectangulaire, terminé à ses bouts par une plaque de cuivre présentant la disposition des pinules.

D'autres fois, deux pinules à charnières, placées sur la direction de la ligne de foi, remplaçant l'alidade ou la lunette, ce qui simplifie encore l'instrument.

La boussole d'arpenteur, malgré son peu de précision, est un instrument commode et expéditif. On s'en sert pour mesurer tous les angles d'un polygone et l'on peut avec elle lever un plan par les diverses méthodes employées pour le graphomètre et la planchette. Elle rend de grands services pour lever des plans souterrains ou en forêt. Elle peut servir à faire en un point donné d'une droite horizontale un angle évalué en degrés, etc.

Quand on l'emploie à des observations sur les montagnes, ou dans les mines, pour ne pas avoir à porter le pied embarrassant de l'instrument, on suspend la boussole au moyen d'un fil, d'un crin. Dans ce cas, le support de la boîte est à double suspension, afin que la boîte puisse rester toujours dans une position horizontale, le système étant lesté en conséquence.

Boussole déclinatoire ou simplement *Déclinatoire*. Petite boussole servant à orienter les plans. L'aiguille est renfermée dans une boîte rectangulaire de 15 à 20 centimètres de longueur, sur 7 à 8 de largeur, dont les grands côtés sont parallèles à la ligne de foi NS qui se trouve sur le grand axe du rectangle. Le limbe ne comporte qu'une vingtaine de degrés de part et d'autre du zéro en N et en S. La boîte est recouverte d'une glace très rapprochée de l'aiguille et, au moyen d'un levier qu'on fait mouvoir en appuyant sur un bouton, on soulève l'aiguille dont la chape vient toucher le verre. Le couvercle à coulisse, en fermant la boîte, presse sur le bouton, rend l'aiguille immobile et évite ainsi l'usure du pivot.

Pour orienter un plan au moyen du déclinatoire, on pose l'instrument sur la planchette et on tourne la boîte de manière que l'aiguille marque sur le limbe la direction du méridien magnétique du lieu, par exemple 15° 47' ouest (déclinaison à Paris, au 1er janvier 1890). Le grand côté de la boîte est alors parallèle à la méridienne géographique du lieu, et l'on peut s'en servir comme d'une règle pour tracer cette direction sur le plan.

Dans le lever à la planchette, lorsqu'on passe d'une station à une autre du terrain, il faut que le plan reste toujours orienté de la même manière. Pour cela on procède de la façon suivante : A la première station, on pose le déclinatoire sur la planchette, et avec un crayon on marque sur le papier le contour de la boîte rectangulaire, dont on a préalablement amené l'aiguille en face des deux zéros. Lorsqu'on se place à une autre station, on pose le déclinatoire exactement sur la place rectangulaire marquée au crayon, et l'on fait tourner la planchette jusqu'à ce que l'aiguille revienne au zéro. On a alors obtenu l'orientation. La direction des grands côtés est celle du méridien magnétique.

Boussole-éclimètre. Instrument destiné, non seulement à évaluer les angles horizontaux, mais encore à mesurer en même temps les pentes. Alors la boussole d'arpenteur ou d'ingénieur est munie d'un demi-cercle gradué portant un fil à plomb ou un vernier, ou bien elle est adaptée à un cercle entier vertical avec lunette à son centre.

Boussole tranche-montagne ou *Boussole de Messiat;* elle contient de plus que la boussole d'arpenteur un niveau de précision avec calage à deux vis et à charnières. Elle se monte sur un pied à six branches.

On connaît encore d'autres genres de boussoles usuelles, comme celles de Burnier pour les levers à la main; une autre, du même, avec éclimètre, pour les angles verticaux; celle du capitaine Kater, très portative, avec deux pointes à charnières sur la ligne de foi.

Boussole des sinus et des tangentes. *T. de phys.* Instrument servant à mesurer l'intensité des courants électriques, la première, applicable aux courants faibles, la seconde, aux courants de toute intensité. La description et le mode d'emploi de ces boussoles ont été donnés sommairement aux mots : Électricité, Galvanomètre, du *Dictionnaire*, et Ampère, du *Supplément*. Pour compléter ces renseignements (à consulter au préalable), il est utile d'ajouter d'abord la figure qui représente la boussole des sinus, pouvant servir également de boussole des tangentes par le simple échange de l'aiguille en un petit aimant très court : puis de donner la figure de la boussole des tangentes imaginée par Gaugain; et enfin de montrer l'usage que l'on fait de ces instruments.

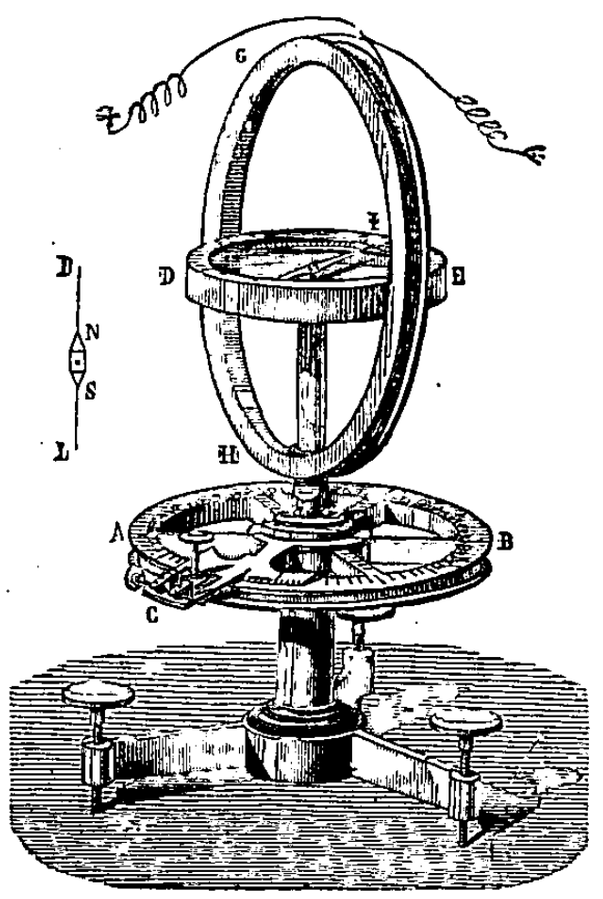


Fig. 250.

La *boussole des sinus* se compose d'une aiguille aimantée, légère, posée sur un pivot au centre d'un cercle horizontal gradué DE (fig. 250) et d'un

cadre galvanométrique vertical GH. Cet ensemble est mobile autour d'un axe vertical qui entraîne avec lui un index C, à vernier, parcourant un cercle gradué AB. Le tout posé sur un pied à vis calantes. Autour du cadre vertical s'enroule un fil isolé, formé d'un ou plusieurs tours. Il est quelquefois remplacé par un simple ruban de cuivre, mis en rapport avec les bornes où aboutissent les fils qui amènent le courant à mesurer.

Pour faire une expérience, on commence par rendre l'appareil horizontal au moyen de ses vis calantes; puis on tourne le cercle vertical jusqu'à ce que l'aiguille soit dans le plan moyen du cadre, qui coïncide alors avec le méridien magnétique du lieu. On fait passer le courant dans le cadre ; l'aiguille, qui était au zéro, est aussitôt déviée : on suit son mouvement en déplaçant le cadre jusqu'à ce que l'aiguille reste en équilibre dans le plan de ce cercle vertical. Alors les deux forces agissantes : celle du courant et celle du magnétisme terrestre qui sollicitent l'aiguille en sens inverse se font équilibre. La théorie montre que l'*intensité du courant est proportionnelle au sinus de l'angle de déviation*, c'est-à-dire de l'angle dont on a fait tourner le cadre A qui est donné par la différence des nombres de degrés notés dans les deux positions de l'index sur le cercle AB, avant et après le passage du courant.

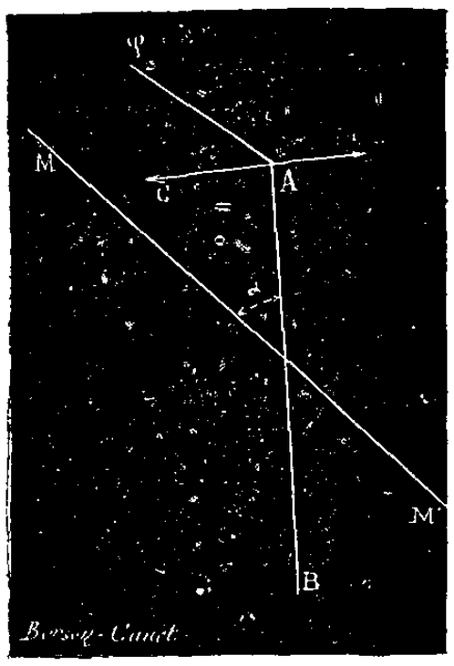


Fig. 251.

Pour démontrer cette proportionnalité, soient (fig. 251) MM' la direction du méridien magnétique, AB celle de l'aiguille aimantée, A la force du magnétisme terrestre dont la composante AC tend à faire tourner l'aiguille. En faisant mouvoir le cadre d'un angle α, pour ramener l'aiguille au zéro, l'intensité du courant agissant suivant AF fait alors équilibre à la composante AC: or,

$$AC = \sin \alpha.$$

L'intensité F du courant qui lui est égale, est donc proportionnelle à $\sin \alpha$; si K est le coefficient de cette proportion, on a $F = K \sin \alpha$.

$\sin \alpha$ ayant un maximum égal à l'unité, F a donc un maximum égal à K. D'où l'on voit qu'avec cette boussole on ne peut mesurer que des intensités inférieures à cette limite. On ne se sert, en effet, de cette boussole que pour des courants faibles, comme ceux qu'on emploie en télégraphie; mais elle a l'avantage de donner des mesures exactes. Bréguet a construit des *boussoles de sinus* d'une grande sensibilité, dont l'aiguille est suspendue à un fil de cocon et qui porte en croix sur elle une longue tige en aluminium dont les extrémités parcourent les divisions d'un cercle gradué, le tout sous une cage de verre. Les boussoles de sinus employées dans les postes télégraphiques ne sont que des diminutifs de la boussole de Bréguet.

Boussole des tangentes. Dans cette boussole, le cadre galvanométrique doit avoir un grand diamètre et l'aiguille une faible longueur, de manière qu'on puisse considérer l'action du cadre sur l'aimant comme sensiblement constante pour toutes les positions de l'aiguille.

La boussole de sinus peut toujours servir de boussole des tangentes, en remplaçant son aiguille par un petit aimant très court portant un long index EL (fig. 250) très léger en fil de verre ou en aluminium.

Cette boussole des tangentes pourrait se passer du cercle divisé inférieur AB, puisque le cadre vertical, une fois amené dans le plan du méridien magnétique, ne doit plus être déplacé pendant les expériences. Lorsqu'on fait passer le courant dans le cadre vertical, l'aiguille est déviée et on lit cette déviation sur le cercle gradué dont son index parcourt les divisions. On a démontré (V. *Dictionnaire*, ÉLECTRICITÉ) que l'*intensité du courant est proportionnelle à la tangente de l'angle de déviation*. On a donc

$$F = \varphi \operatorname{tang} \delta.$$

Et comme la tangente est infinie pour $\delta = 90°$, on peut évaluer, avec cette boussole, toutes les intensités. Il est vrai de dire qu'à mesure que les angles de déviation approchent de 90°, les indications sont de moins en moins appréciables.

Pour la mesure des courants, plus ou moins intenses, usités dans l'industrie, on a recours à des instruments d'une installation plus facile, ce sont les *ampèremètres* fondés sur d'autres principes.

Formule de la boussole des tangentes pour calculer, en ampères, l'intensité d'un courant qui a donné une déviation δ, r étant le rayon du ruban (du cadre vertical) en centimètres.

$$I = \frac{1{,}93 \times r}{2 \times 3{,}1416} \times \operatorname{tang} \delta.$$

Si le ruban est remplacé par un fil à spires isolées, il faudra multiplier cette valeur de I par le nombre de tours du fil.

Si le ruban a 15 centimètres de rayon, la constante de l'instrument sera

$$\frac{1{,}93 \times 15}{2 \times 3{,}1416} = 4{,}6$$

alors :

$$I = 4{,}6 \operatorname{tang} \delta.$$

On a construit des tables donnant avec trois décimales, les tangentes des angles depuis 1° jusqu'à 45°. Il suffit alors, sans avoir besoin de recourir aux logarithmes, de multiplier par 4.6 la valeur de cette tangente pour avoir, en ampères, l'intensité d'un courant.

Degrés	Tangentes	Degrés	Tangentes	Degrés	Tangentes
1	0.017	16	0.287	31	0.601
2	0.035	17	0.306	32	0.625
3	0.052	18	0.325	33	0.650
4	0.070	19	0.345	34	0.675
5	0.088	20	0.364	35	0.701
6	0.105	21	0.384	36	0.727
7	0.123	22	0.404	37	0.754
8	0.141	23	0.425	38	0.782
9	0.159	24	0.445	39	0.810
10	0.177	25	0.466	40	9.839
11	0.195	26	0.488	41	0.870
12	0.213	27	0.510	42	0.901
13	0.231	28	0.532	43	0.933
14	0.249	29	0.555	44	0.966
15	0.268	30	0.578	45	1.000

La boussole ordinaire des tangentes à cercle vertical cylindrique a été modifiée de manière à rendre mobile, sur une glissière, le cercle horizontal qui porte le petit aimant. On peut ainsi amener son centre en dehors du plan du cercle multiplicateur, dans la position recommandée par Gaugain, ou à une distance variant avec le diamètre du cercle galvanométrique.

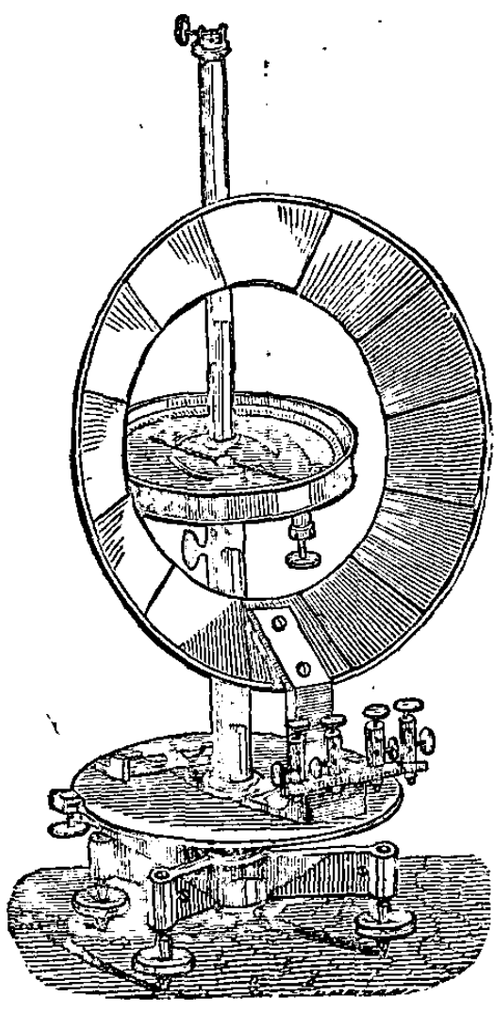


Fig. 252.

On construit aussi des boussoles des tangentes à deux cercles verticaux dont les bobines circulaires sont disposées parallèlement et éloignées l'une de l'autre d'une distance égale à leur rayon. L'aimant très court est placé au milieu de la distance qui les sépare. Cette disposition a pour but d'éviter l'erreur produite par la longueur sensible de l'aimant et par un léger défaut de coïncidence du centre de l'aimant et du centre de la bobine.

Boussole des tangentes de Gaugain (V. *Dictionnaire*, GALVANOMÈTRE). La figure 252 représente cette boussole. Le cercle vertical conique a 33 centimètres de diamètre et sa hauteur est égale à la moitié du rayon de base. Le centre du petit aimant, situé sur le cercle horizontal, occupe le sommet du cône de l'hélice. L'aiguille est suspendue à un fil de cocon entouré d'un tube de verre et montée à rappel. Les mesures obtenues avec cette boussole, sur laquelle on opère comme avec la boussole ordinaire à cadre cylindrique, sont beaucoup plus précises qu'avec les précédentes. On diminue encore les causes d'erreur en employant deux cadres coniques égaux, placés de part et d'autre de l'aiguille qui occupe le sommet commun des deux cônes.

Boussole des cosinus. La boussole des sinus et des tangentes de Pouillet a reçu divers perfectionnements qui la rendent d'un usage plus précis et

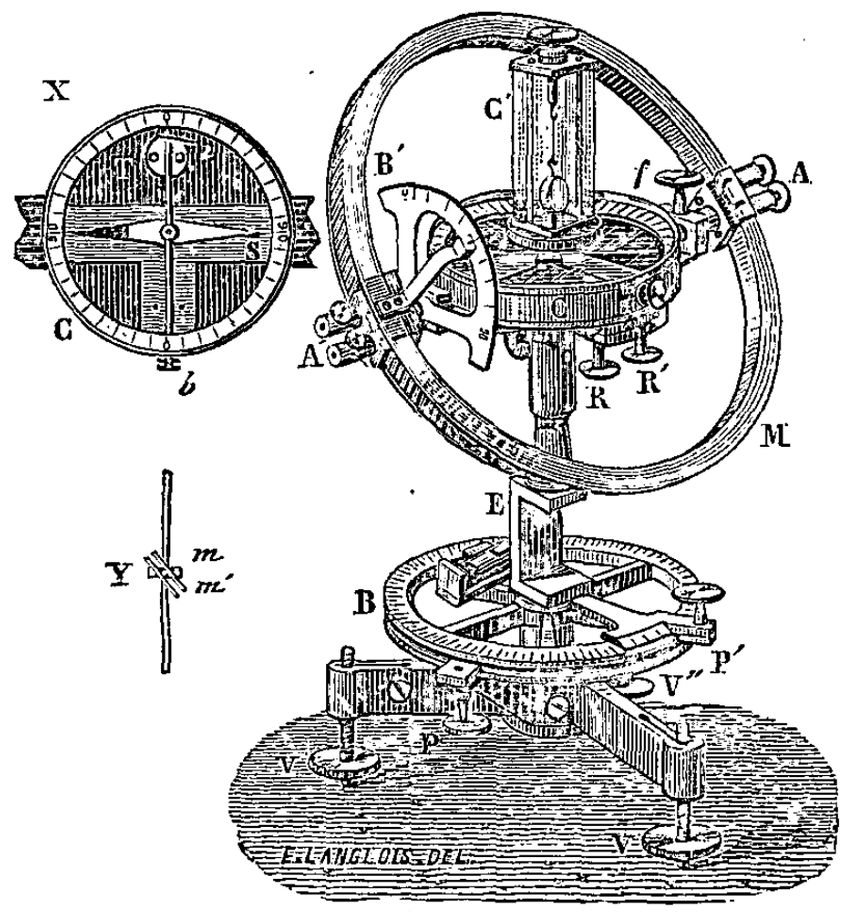


Fig. 253.

plus général, surtout pour l'enseignement. Ainsi, avec le cercle inclinant que M. E. Ducretet lui a ajouté, elle peut servir à la mesure précise des courants de 1/20 à 100 ampères. Elle est dite alors *boussole des cosinus* (fig. 253). Elle peut remplacer la boussole de Gaugain (V. pour la description et l'emploi, *Traité d'électricité*, de M. Gariel, p. 273); *Traité des manipulations de physique*, par A. Witz (1883), p. 335. — C. D.

BOYER (LÉON), ingénieur distingué, né à Florac (Lozère) en 1851, mort à Panama en 1886, entra à l'Ecole polytechnique à l'âge de dix-huit ans, puis à l'Ecole des ponts et chaussées. Il construisit d'abord la ligne de chemin de fer de Marvéjols à Neussargues où il eut à vaincre de nombreuses difficultés, et exécuta plusieurs ouvrages remarquables, notamment le viaduc de la Crueize. Il fut aussi chargé de la construction de la ligne très accidentée de Béziers à Arvant, primitivement concédée à la Compagnie du chemin de fer du Midi, puis rétrocédée par elle à l'Etat, à la suite de la convention de 1875. Cette ligne devait relier entre elles les rives d'un ravin à flancs abruptes de 120 mètres de profondeur au fond duquel coule la Trueyre ; la Compagnie du Midi avait cherché la solution de ce passage en remontant la vallée de cette rivière et de ses affluents. Léon Boyer, s'appuyant sur l'exemple donné récemment par MM. Eiffel et Seyrig au pont du Douro, du chemin de fer d'Oporto, proposa de franchir directement le ravin au moyen d'un viaduc de 165 mètres d'ouverture et de 124 mètres

d'élévation. Il eut ainsi le mérite de la conception d'une solution aussi hardie qu'économique du difficile problème à résoudre, et celui de l'exécution du viaduc d'accès en maçonnerie. Pour le viaduc de Garabit proprement dit, M. Eiffel à qui la construction de l'ouvrage métallique avait été confiée par l'Administration supérieure, présenta et fit adopter des innovations importantes par rapport au type du pont du Douro, notamment la forme rigoureusement parabolique de la fibre neutre de l'arc, des dispositions nouvelles des piles métalliques destinées à en assurer la rigidité, et enfin la disposition de la voie placée à mi-hauteur des poutres. Léon Boyer, dans le Mémoire qu'il présenta au Conseil général des ponts et chaussées, à l'appui du projet, contrôla les calculs du constructeur par des méthodes différentes, qui en démontrèrent l'exactitude sous tous les rapports ; les travaux furent exécutés sous sa haute direction par M. Eiffel, qui y appliqua avec succès des procédés de montage aussi remarquables par leur hardiesse que par leur nouveauté. A la suite de ce travail, Léon Boyer fut nommé en 1880, chevalier de la Légion d'honneur ; il fut ensuite adjoint à la Direction générale des chemins de fer au Ministère des travaux publics, et prit une part active à l'étude des conventions avec les grandes Compagnies de chemins de fer. En même temps il s'occupait de diverses études, notamment du Métropolitain de Paris, et combina un pont démontable qui fut adopté par le génie militaire.

A la fin de 1885 il accepta les fonctions de Directeur général des travaux de la Compagnie du canal de Panama : il espérait pouvoir, à l'aide de moyens nouveaux, relever la situation de cette entreprise déjà en proie à de graves difficultés techniques ; il fut malheureusement emporté par la fièvre jaune trois mois après son arrivée, à l'âge de trente-cinq ans.

* **BRACKET-SYSTEM.** *T. de constr. nav.* C'est un système de construction caractérisé par la disposition particulière des couples ; chaque portion de couple comprise entre deux lisses consécutives est formée d'une cornière appliquée sur le bordé et s'arrêtant à chaque lisse, d'une seconde cornière continue et traversant les lisses dans des entailles à leur partie supérieure, et enfin de deux goussets de tôle évidée (bracket) reliés aux deux cornières précédentes, et fixés aux lisses par des bouts de cornière placés normalement au bordé.

De distance en distance, les couples sont étanches, c'est-à-dire qu'on remplace les goussets par une tôle pleine. L'étanchéité est assurée dans ce cas en reliant cette tôle au bordé, aux lisses et au vaigrage par un cadre épaulé en cornière.

Ce système de construction, employé presque exclusivement pour la confection des cuirassés anglais, réunit les avantages du système longitudinal et du système transversal.

Le système longitudinal, tel qu'il avait été imaginé et appliqué par Scott Russell, n'aurait plus donné une solidité transversale suffisante pour un cuirassé, à cause du poids de la cuirasse appliqué sur la lisse-tablette et qu'il faut nécessairement soutenir par une charpente convenable.

BRASSERIE. L'industrie de la brasserie, depuis la publication de l'article spécial qui lui a été consacré dans le *Dictionnaire*, a reçu un certain nombre de perfectionnements dont il importe de faire connaître les principaux à nos lecteurs. Ils ont contribué à relever le niveau de l'art du brasseur en France, qui compte aujourd'hui de nombreux industriels pouvant rivaliser avec leurs confrères les plus habiles de l'étranger.

On connaît l'importance, pour le succès de cette industrie, du bon choix, de la bonne préparation des matières premières employées à la fabrication. Non seulement la fabrication du malt, qui constitue la base essentielle du travail en brasserie, a reçu dans ces derniers temps les plus grands perfectionnements, ainsi que nous le verrons à l'article spécial réservé au mot MALTAGE, mais d'intelligents efforts ont été apportés pour remplacer les mauvais sirops, utilisés autrefois pour la fabrication des bières à bas prix, par un contingent de céréales crues : riz, maïs, orges, susceptibles, sous l'action d'un bon malt, d'être transformées par le brasseur lui-même en dextrine et en maltose.

Les progrès réalisés dans la fabrication du malt ont donc abouti à cette double conséquence qu'il était intéressant de bien mettre ici en relief : 1° à améliorer considérablement la qualité des bières de choix dont l'excellent malt d'orge constitue la matière première indispensable ; 2° à améliorer aussi et de beaucoup la qualité des bières de consommation générale vendues à prix modéré, surtout au point de vue de leurs propriétés alimentaires et hygiéniques.

La France d'ailleurs est une contrée essentiellement productrice d'orge, et qui se prête mieux que toute autre à la culture de cette céréale. C'est là ce que constatait justement un agronome éminent, M. Tisserand, directeur de l'Agriculture, dans un travail tout récent publié il y a quelques mois, dans les *Archives de l'agriculture*.

« Les bonnes terres à orge, a-t-il dit, abondent en France et les belles orges sont de plus en plus recherchées. Les orges de choix propres à la brasserie atteignent fréquemment par quintal presque le prix du blé. Or, comme toutes les choses étant égales (soins, travaux, fumure, etc.), le rendement de l'orge dépasse en moyenne, dans une culture soignée, celui du blé d'un tiers, il s'ensuit que cette céréale peut donner aujourd'hui les plus grands bénéfices. L'orge est donc une culture de progrès qu'il importe de développer. Elle permet en outre de tirer un excellent parti des terres crayeuses et calcaires de la France.

« Les améliorations à réaliser sont faciles ; il faut semer les variétés les plus améliorées ; il faut appliquer au sol les engrais convenables, de façon à accroître le rendement et à fournir au commerce les orges ayant les qualités de richesse et de finesse recherchées par la brasserie.

« Il faut abandonner les semences communes et abâtardies. L'agriculture ne doit jamais perdre de vue que, pas plus que les autres industries, elle ne peut se soustraire aux exigences croissantes du marché. A mesure

que le cercle d'approvisionnement augmente de rayon, l'acheteur trouvant sur le marché la marchandise en plus grande abondance, devient plus difficile dans son choix ; il veut à son tour que la matière première qu'il achète lui permette d'obtenir plus de produit pour la même quantité de grain et des produits plus estimés. De là, la nécessité pour l'agriculture moderne, non seulement de produire des quantités de plus en plus grandes, mais de s'attacher à développer la qualité des grains ; car sur les marchés encombrés, la qualité seule non seulement est recherchée, mais se paie ; ainsi, par exemple, le quintal d'orge de brasserie de qualité supérieure se vend toujours facilement de 4 à 5 francs de plus que la même qualité d'orge ordinaire.

« De plus, c'est à la qualité que s'attache la réputation d'une denrée, et sur les marchés européens, celle-ci sera d'autant plus recherchée et achetée qu'elle sera plus renommée, c'est ce qui fait que les orges de Bohême, d'Esclavonis et de Moravie sont demandées et obtiennent les cours les plus élevés et il ne s'en produit jamais assez.

« Ce que les soins, la sélection des semences, la bonne culture, les engrais judicieusement employés ont réalisé en Bohême et en Moravie, nous pouvons l'obtenir en France en procédant des mêmes méthodes, de ces méthodes qui nous ont permis de relever notre production betteravière et nos cultures de froments. Il appartient à nos stations agronomiques d'éclairer la voie en portant leurs recherches sur le perfectionnement des variétés, en déterminant les éléments constitutifs du grain à développer et les engrais à employer pour donner à l'orge les qualités maxima. Les champs de démonstration auront ensuite à propager les variétés les mieux appropriées à chaque nature du sol.

« Le succès de la culture de l'orge est d'autant plus assuré en France, que la consommation intérieure prend de plus en plus d'extension par suite de l'accroissement de la fabrication de la bière et le dernier concours de brasserie a démontré que nous pouvons produire des bières qui ne le cèdent pas aux bières les plus estimées de l'étranger.

« Nous avons de plus, à notre porte, les débouchés les plus grands qui existent. L'Angleterre pour soutenir sa production annuelle de 45 à 50,000,000 d'hectolitres de bière, est obligée de demander à l'étranger 7,000,000 de quintaux d'orge, etc. »

Nous avons tenu à reproduire ici cet intéressant extrait du beau travail de l'éminent M. Tisserand sur la culture de l'orge, dans le but multiple de démontrer combien pouvait recevoir de développements, en France, la production de cette céréale si bien appropriée à notre sol et à notre climat et aussi pour signaler à nos cultivateurs, si éprouvés par la concurrence étrangère, la source considérable de profits qu'ils pourraient recueillir avec l'orge, s'ils voulaient bien prêter une oreille attentive aux sages enseignements formulés magistralement à cet égard par l'honorable M. Tisserand.

Il nous reste une observation pratique à ajouter à la question, et sur laquelle nous devons insister, c'est que l'emploi des céréales crues occupe tous les jours en brasserie une importance plus considérable, au grand profit de l'alimentation publique, aux lieu et place des sirops et matières sucrées qu'il remplace si avantageusement, et que précisément, cette méthode de travail ne peut nécessiter qu'une extension plus considérable imprimée à la consommation des bonnes orges, les agents indispensables de ce système de fabrication infiniment plus économique que l'utilisation de tous les sirops quelconques.

Nous devons aussi, après avoir exposé les mérites de l'orge de brasserie française, signaler les efforts poursuivis pour améliorer, en Bourgogne et quelques autres parties de la France, la culture d'une autre matière première de la brasserie : le houblon. Le climat et le sol de la France, dans une foule de localités, seraient également appropriés à la bonne culture de cette plante qui rivaliserait certainement avec la plupart des houblons étrangers, si nos planteurs voulaient bien, à l'imitation des planteurs bohémiens et allemands, entourer la culture de cette plante, sa bonne cueillette et surtout son séchage des soins intelligents qui ont établi la réputation si bien méritée de celle-ci.

Avant d'aborder les améliorations principales réalisées dans l'art du brasseur, nous devons établir la classification qui distingue les principales bières fabriquées en France.

Il n'y a pas bien longtemps, on se bornait à distinguer à cet égard deux classes de bières ; les *bières de fermentation basse* et les *bières de fermentation haute*.

Aujourd'hui ce nombre peut être évalué à trois : 1° les *bières de fermentation basse* ; 2° les *bières de fermentation haute* en cuves ou *bières de fermentation mixte* ; 3° les *bières de fermentation haute* (fermentation en tonneaux).

Avant tout, est-il besoin de rappeler ici combien les magnifiques travaux de M. Pasteur ont contribué à faire la lumière sur toute cette mystérieuse question des fermentations, plongée avant lui dans les plus sombres ténèbres, et quels profits, grâce à lui et à ses disciples, la brasserie en a retirés? Dans une mémorable conférence faite par l'un des meilleurs élèves de M. Pasteur, au *Congrès des brasseurs français* à l'Exposition de 1889, M. E. Duclaux a rappelé dans les termes qui suivent la portée des travaux et des découvertes de l'illustre physiologiste sur la question des fermentations.

« M. Pasteur, a-t-il dit, vous a d'abord appris à profiter des dissemblances de formes de la levure et d'autres espèces microscopiques, pour éliminer ces dernières, qu'il a caractérisées, toutes les fois qu'elles interviennent comme des agents de maladie de la bière. Il ne s'est pas arrêté là : il a constaté qu'une bière pouvait souffrir, non seulement de l'existence des ferments de maladie mais de la présence de levures qui ne conviennent ni à la nature du moût mis en fermentation, ni au goût de la bière qu'on veut produire.

« Il a même fait de ces viciations de goût un moyen de déceler la présence de ces levures anormales. Cette idée de la pureté de la levure, non seulement au point de vue du mélange avec les bacilles, mais encore du mélange de levures entre elles appartient incontestablement à l'illustre savant dont je m'honore d'avoir été l'élève. Le mérite de M. Hansen est d'avoir donné à la brasserie, pour la préparation des levains purs, des moyens plus sûrs et plus rapides, un moyen pratique d'assurer aux bières dans la grande industrie cette régularité de fabrication, cette qualité de tenue et de stabilité que seuls avaient pu apprécier, dès 1874, les familiers du laboratoire de M. Pasteur. »

En signalant les perfectionnements qui ont

amené l'industrie de la brasserie au point culminant où nous la voyons aujourd'hui, il était juste de mettre une fois encore en relief les immenses services que lui a rendus M. Pasteur et nul ne pouvait le faire avec plus d'autorité que M. Duclaux.

Cet hommage reconnaissant rendu au maître, passons en revue les améliorations de détail apportées dans l'art du brasseur, en commençant par les bières de fermentation basse. Pour ces bières, suivant les méthodes employées depuis si longtemps en Bavière, la production d'une abondante production de dextrine, à côté du contingent de maltose formée au brassage, continue à distinguer ces bières, de même qu'une abondante proportion d'amides et de peptones obtenue à la germination, au touraillage et par la cuisson du malt en chaudière, communique à ces bières le cachet désiré de moelleux qu'on aime à y rencontrer. La cuisson des dickmaisches s'accomplit généralement à la vapeur; quant à celle du moût elle s'effectue ou à feu nu à air libre ou à la vapeur sous une très faible pression. Chaque brasseur affiche à cet égard ses préférences particulières pour tel ou tel système de travail.

Le bon malt fait le plus habituellement la base des bières de fermentation basse, mais certains brasseurs y ajoutent parfois certaines quantités de riz qui influent quelque peu sur le cachet final du moût un peu moins moelleux, dans ces conditions, qu'avec l'emploi exclusif de malt pur.

Dans le but de préserver les bières de fermentation basse de l'invasion des ferments sauvages qui pullulent surtout, pendant la saison des chaleurs et lors de la maturité des fruits, M. E. Velten, brasseur à Marseille, a imaginé de remplacer les bacs refroidissoirs, exposés à l'action de l'air ordinaire, par des bacs fermés dans lesquels le moût est bien soumis à l'action de l'air, mais de l'air préalablement épuré et stérilisé, c'est-à-dire débarrassé de tous les ferments sauvages qu'il pouvait contenir. Ce système de travail a été également installé à la brasserie de Ny Carlsberg, près Copenhague, par l'éminent brasseur M. Jacobsen, ainsi que par un certain nombre de brasseurs qui, faisant fermenter leurs bières à l'aide de levure pure par les procédés de M. le Dr Hansen, avaient le plus grand intérêt à employer ce dispositif ou tout autre analogue leur permettant d'accomplir le refroidissement de leurs moûts au contact abondant de l'air purifié et stérilisé.

Toutefois, c'est à partir de l'acte fermentatif que les innovations les plus importantes ont été accomplies dans l'art du *brasseur;* nos lecteurs trouveront l'exposé de ces perfectionnements à l'article FERMENTATION DES BIÈRES.

Le perfectionnement capital apporté à la fabrication des bières de fermentation basse est l'adoption de la levure-mère pure, préparée par les procédés de M. le Dr Hansen, directeur du laboratoire de Carlsberg, en remplacement des levures ordinaires plus ou moins pures et souvent contaminées de levures sauvages.

Voici comment s'effectue la culture de la levure pure d'après les travaux de M. Hansen. On s'était en vain efforcé, jusqu'à l'apparition de ces méthodes, de distinguer les différentes espèces de saccharomices d'après la grandeur et la forme des cellules. Ces caractères étaient malheureusement insuffisants et il appartient à ce savant physiologiste d'avoir trouvé un *criterium* sûr, d'après lequel on peut entreprendre la séparation des diverses sortes de cellules de levure. Il faut, pour cela, dit-il, provoquer dans ces cellules le développement d'ascospores. Expliquons ce qu'on entend par là.

Si l'on porte des cellules de levure dans un liquide sucré, on sait que leur multiplication s'effectue dans les conditions suivantes : Il se développe sur la cellule des formations nouvelles, par bourgeonnement, et les cellules-filles se détachent de la cellule-mère. C'est la multiplication par bourgeonnement.

D'un autre côté, plusieurs physiologistes avaient déjà constaté que si l'on place de la levure de bière sur des tranches de pommes ou de carottes ou sur du plâtre, et si l'on y maintient l'humidité, la multiplication de la levure, au contact de l'oxygène de l'air, s'opère aussi d'une autre manière. Elle se développe, en effet, aux dépens du protoplasma, dans l'intérieur de la cellule, qui gonfle fortement. Il se produit, dans l'intérieur de la cellule-mère, une formation de cellules endogènes, de spores plus ou moins arrondis, depuis 1 jusqu'à 4 et plus qui, plus tard, éclosent hors de la membrane de la cellule-mère. Ce développement de spores peut être suivi, au microscope, avec la même sûreté qu'on observe à l'œil nu le développement du fruit sur l'arbre. On a désigné sous le nom d'*ascospores* (de *ascus*) les spores engendrés dans ces conditions par une cellule-mère.

A M. Hansen revient l'immense mérite d'avoir remarqué, avec sa sagacité de naturaliste expérimenté, que ce développement *d'ascospores* n'a pas lieu dans les mêmes conditions pour les différentes espèces de levure, mais que certaines formes de saccharomyces forment des spores à une température plus basse, d'autres seulement à une température plus élevée, les unes en peu de temps, les autres en un temps plus long. C'est ainsi qu'il a trouvé que la levure de bière pure forme des ascospores en deux ou trois jours à une température de 15 à 20° centigrades.

Si donc on provoque, dans la levure de bière ordinaire, que l'on se représente comme un mélange de différentes formes de ferments alcooliques, le développement d'ascospores, on peut, d'après le laps de temps et la température dans lesquels ce développement a lieu, distinguer si l'on a affaire à des *saccharomyces cerevisiæ* ou *pastorianus*. Hansen a démontré ainsi que, pour séparer des cellules de levure l'une de l'autre, l'on ne devait pas s'attacher aux caractères morphologiques de ces cellules, c'est-à-dire à leur grandeur et à leur forme, à leurs caractères extérieurs, incapables de faire la base d'une distinction, mais seulement aux conditions de la formation d'ascospores dans ces cellules.

Pouvant ainsi séparer les cellules du *saccharo-*

myces cerevisiæ pur des cellules d'autres espèces de levure, en multipliant ensuite une cellule de levure pure, ainsi obtenue, d'abord dans les ballons Pasteur, puis dans des cuves de fermentation, Hansen parvint à obtenir des quantités de levure telles qu'il put fournir cette levure-mère pure, non seulement à la brasserie de Carlsberg, mais à beaucoup d'autres établissements.

Telle est la méthode de préparation de la *levure pure de Hansen.*

De nombreuses brasseries d'Allemagne s'empressèrent de se procurer cette nouvelle levure et de se livrer avec elle à des essais de fabrication. Les opinions toutefois ne furent pas d'abord favorables au nouveau levain qui, prétendait-on, exerçait une influence peu agréable sur le goût de la bière. On oubliait cependant que Hansen avait dit que l'on doit cultiver la *levure mère pure,* mais choisir *la race de levure qui peut rendre les meilleurs services* pour le cachet de la bière de telles ou telles brasseries et, ce choix fait, cultiver cette sorte de levure à l'exclusion des autres espèces. Il avait pu se faire que la levure pure de Carlsberg, qui convenait parfaitement à procurer le type de bière fabriqué par ce célèbre établissement, n'eût pas été favorable au goût de bière habituel à certaines brasseries allemandes. Mais une fois bien déterminée, l'espèce de levure alcoolique, qui favorise le mieux le type de bière desiré, en cultivant cette levure à l'état de pureté, la levure-mère pure obtenue donnera alors les meilleurs résultats. Les brasseurs, en conséquence, feront rechercher la forme dominante qui se présente dans leur levure, en feront multiplier une cellule et obtiendront enfin de cette cellule la levure qui fournit au plus haut degré le type de bière répondant à tous les désiderata comme goût, clarification et conservation.

C'est bien dans ce sens que la culture de levure-mère pure, par la méthode de Hansen, a rendu déjà et est appelée encore à rendre les plus grands services aux brasseurs. Déjà cette méthode s'est propagée chez bon nombre de grands brasseurs d'Autriche, d'Allemagne et de France, et sa haute valeur manufacturière n'est plus aujonrd'hui contestée nulle part, même par les spécialistes allemands, qui, au début de son apparition, avaient formulé des réserves.

Les travaux de M. le Dr Hansen, consacrés presque exclusivement à la fermentation basse, recevront-ils des applications pour la production d'une levure-mère pure de fermentation haute ? Les essais entrepris à cet égard par divers chimistes font prévoir qu'il en sera ainsi, bien que que les tentatives faites à ce sujet en Angleterre n'aient pas obtenu tout le succès désirable. M. Duclaux, dans la conférence sur la bière faite par lui aux brasseurs et dont nous avons parlé plus haut, a émis l'opinion suivante sur la question : « Cette méthode de Hansen, a-t-il dit, s'applique mieux à la fabrication des bières basses qu'à celle des bières hautes. Mais peut-être n'y aurait-il pour l'appliquer à ces dernières, qu'un obstacle facile à lever. Peut-être aussi, dans cette voie, rencontrera-t-on des difficultés plus sérieuses. » En tous cas, la production de levure-mère pure de fermentation haute ne pourra qu'être facilitée, si le brasseur, au lieu d'appliquer cette méthode pour la mise en levain de ses bières à une température très élevée de fermentation, s'attache à établir cette fermentation aux températures modérées bien supérieures toujours à celles qui président à la fermentation basse de la bière, mais notablement plus basse de 5 à 6° centigrades pour le moins que les températures pratiquées pour certaines bières fermentées en tonneaux par le haut.

Des méthodes de travail utilisées pour la fabrication des bières mixtes, c'est-à-dire des bières soumises à la fermentation haute en cuves. Nous avons, comme on l'a vu plus haut, distingué les bières de fermentation haute en deux groupes : les unes soumises à la fermentation en cuves, les autres à la fermentation en tonneaux.

Nous aborderons les méthodes de travail pratiquées pour les premières qui constituent un type de bière plus relevé que les bières fermentées en fûts.

La préparation du moût, pour cette variété de bière, tenant le milieu entre les bières de fermentation basse et les bières de fermentation haute en tonneaux, s'exécute par l'une des méthodes qui servent à la saccharification des grains en brasserie, soit le procédé avec cuisson du malt, celui comme on le sait plus généralement utilisé pour les bières de fermentation basse, soit le procédé dit à *moût trouble*, soit enfin le procédé dit à *moût clair*, brassage par infusion. On comprend en effet que, suivant le cachet de la bière qu'il se propose d'obtenir, suivant le degré de moelleux qu'il se propose d'atteindre, la force alcoolique qu'il vise, on comprend, disons-nous, que le brasseur fasse choix d'une méthode de travail approprié et observe les températures de brassage qui influent puissamment sur les productions si variables de dextrine et de maltose dans le moût.

S'agit-il de fabriquer, par exemple, des bières se rapprochant quelque peu du cachet des bières de Bavière, c'est-à-dire très moelleuses et peu alcooliques, le brasseur fera choix, au brassage, des procédés de travail qui peuvent augmenter les proportions de dextrine dans la bière aux dépens de la maltose. S'agit-il au contraire d'obtenir des bières vineuses et essentiellement alcooliques comme les bières anglaises? il adoptera les procédés de travail qui favorisent plutôt la production de la maltose. Il pourra enfin, suivant le type de bière visé, graduer le travail du brassage de façon à lui faire rendre la variété de bière qu'il cherche à obtenir, et qui, on le sait, est si intimement subordonnée aux températures adoptées ainsi qu'à la méthode de brassage mise en œuvre.

Nous n'avons rien à dire quant à la cuisson de cette variété de bière qui n'offre rien de particulier et qui s'exécute indifféremment, soit à la vapeur sous une légère pression, soit à l'air libre et à feu nu.

Nous avons signalé plus haut les installations perfectionnées réalisées par plusieurs brasseurs

pour sauvegarder, pendant la saison des chaleurs, le moût de bière de l'invasion des ferments sauvages par son séjour sur bacs refroidissoirs exposés au libre contact de l'air ordinaire; nous avons vu qu'il était possible, ainsi que l'expérience l'a prouvé, d'arriver à cet égard à de bons résultats en opérant le refroidissement du moût sur bacs fermés avec insufflation d'air préalablement purifié et stérilisé. Sans recourir à ce moyen topique, mais passablement dispendieux d'installation, on a proposé aussi d'appliquer à ce but le moyen suivant qui, s'il n'assure pas la complète purification du moût soumis au refroidissement, vient du moins pallier, dans une mesure plus ou moins considérable, le danger de l'invasion des organismes inférieurs et des levures sauvages charriés par l'atmosphère pendant la saison des chaleurs et celle de la maturité des fruits. Voici le procédé proposé à cet égard : le moût a subi la plus grande partie de sa cuisson habituelle avec le houblon. Il n'a plus à recevoir finalement que la dose de houblon plus aromatique réservée au dernier houblonnage, avec un léger complément de cuisson. A cette phase du travail, on l'envoie bouillant, à plein robinet, sur bac ordinaire. On l'y abandonne opérer le dépôt de ses lies, et cette précipitation accomplie, on le renvoie à la chaudière par décantation pour y recevoir la dose de houblon du dernier houblonnage et achever d'y subir le léger complément de cuisson auquel il doit être soumis.

Le moût, durant son séjour sur bacs aura pu ainsi recevoir les germes de l'atmosphère, mais rentré en chaudière et soumis de nouveau à une courte cuisson, les germes de maladies et les levures sauvages auront été complètement tués et annihilés.

D'un autre côté, ayant subi par son exposition sur bacs, une parfaite oxygénation par combinaison, le moût alors peut très bien, après cuisson, être envoyé directement sur réfrigérant à eau, en le faisant filtrer simplement sur la portion de houblon fin ajoutée en dernier lieu et retenue à cet effet, en chaudière, à l'aide d'une pomme d'arrosoir fixée à l'ouverture de vidange.

Ce procédé, on le voit, évite, non pas la descente des organismes inférieurs sur bacs ordinaires, mais il les rend inertes et inoffensifs par la cuisson nouvelle qu'éprouve le moût en chaudière. Le passage subséquent du moût sur le réfrigérant à eau, pourra bien, il est vrai, donner lieu à l'entraînement de quelques organismes inférieurs, mais il ne présentera pas certainement pour lui les périls de tous genres que procurent les bacs ordinaires avec leur immense surface découverte.

Tel est le procédé qui, s'il n'assure pas la complète stérilisation du moût refroidi sur bacs ordinaires, atténue du moins dans une proportion considérable les périls qu'ils présentent. Il ne comporte d'ailleurs aucun frais d'installation et peut être recommandé à ce titre à tous les brasseurs.

La fermentation haute en cuves. Le moût, avec ce système de fermentation, est refroidi de 13 à 14° centigrades, c'est-à-dire à température de beaucoup plus basse que pour les bières de fermentation haute en tonneaux.

Voici quelques détails sur ce travail, qui, lorsqu'il est bien pratiqué, produit des bières d'une qualité intermédiaire entre les bières de fermentation basse et les bières fermentées en tonneaux.

Dans la fermentation haute en cuves, la fermentation principale de la bière s'accomplit entièrement dans ces vaisseaux et la levure qui vient se déposer à la surface du moût est enlevée par une écumoire. Après quoi la bière est soutirée ou bien en tonneaux d'expédition, ou bien en foudres, ou tonneaux de repos. Elle peut s'accomplir d'ailleurs ou bien en cuves de petite capacité ou en cuves de capacité assez considérable. Dans ce dernier cas, un serpentin réfrigérateur à eau froide devient indispensable dans chaque cuve pour maintenir suffisamment basse la température de la masse qui tend d'autant plus à s'élever que le volume du liquide fermentant est plus grand. Ajoutons d'ailleurs que, même avec de petites cuves de 10 à 12 hectolitres de contenance, par exemple, l'emploi d'un serpentin réfrigérateur n'est pas moins indispensable, si l'on ne veut pas fabriquer des bières plates et de faible conservation.

Un simple tour de serpentin en cuivre étamé extérieurement, établi sous forme d'une couronne plate, remplit parfaitement le but. Le point culminant de la température durant le cours du travail en cuves ne doit pas dépasser 15 à 16° centigrades. On comprend que l'emploi d'un serpentin devienne alors indispensable pour maintenir le moût dans ces limites de température.

Voici les conditions qui favorisent la bonne fermentation du moût en cuves. 1° Le moût doit avoir été très abondamment oxygéné, plus abondamment que le moût destiné à subir la fermentation en tonneaux. En effet, fermentant en cuve, sous la couche de gaz acide carbonique accumulé au-dessus de sa surface, ce moût ne reçoit pas le contact incessant de l'air qui résulte du rejet, par le trou de bonde des purures s'écoulant en nappe sur les parois du tonneau. Il n'est dont pas soumis aux remplissages pratiqués dans la fermentation en tonneaux et au supplément d'oxygénation qui peut en découler pour la bière. Il doit donc apporter avec lui, en cuve, le contingent d'oxygénation si favorable au bon travail de la fermentation ;

2° Le moût doit être envoyé en cuve aussi bien *épuré* que possible et débarrassé de ses lies. C'est le moyen d'éviter des écumages prématurés avec tous leurs inconvénients ;

3° Le moût destiné à fermenter en cuve doit avoir un certain degré de concentration, accuser au moins 9 à 10 0/0 au saccharimètre. Les moûts de très faible concentration s'accommodent mieux de la fermentation en tonneaux d'expédition qui ne nécessite pas de soutirages ; non pas qu'on ne pourrait fabriquer par fermentation en cuves de bonnes petites bières, mais parce que leur travail, au point de vue de la température surtout, comporterait, en ce cas, des précautions

peu compatibles avec la préparation économique de ces produits ;

4° Bien que les proportions respectivés de maltose et de dextrine développées au cours du brassage soient les facteurs principaux qui déterminent l'atténuation du moût à la fermentation, et que le degré plus ou moins élevé d'atténuation, détermine surtout le cachet de la bière ou plus ou moins vineux, ou plus ou moins doux, on peut cependant établir que les autres conditions étant les mêmes, les bières fermentées en cuves seront généralement un peu plus douces que les bières fermentées en tonneaux ;

5° Il est nécessaire que les entonneries où s'opère la fermentation de la bière en cuves n'accusent pas plus de 13 à 14° centigrades de température et surtout qu'elles soient suffisamment ventilées. La bière en cuves, sous l'épaisse couche de gaz acide carbonique qui la recouvre, n'est exposée déjà que trop difficilement au contact de l'air, pour qu'il faille y ajouter encore le maintien dans l'entonnerie d'un air stagnant. D'un autre côté, moins sera élevée la température, mieux pourra se régler à l'intérieur de la cuve la température du liquide en travail qu'il s'agit de maintenir dans les limites de 13 à 16° centigrades.

Recommandations auxiliaires pour un bon travail de la bière en cuves. Les écumages du moût ne doivent être pratiqués qu'avec circonspection si l'on veut éviter l'enlèvement trop abondant de la résine du houblon, en même temps qu'une atténuation anormale du moût. A ce sujet, après un premier écumage de la couche d'impuretés, mêlée de particules résineuses qui s'élève à la surface du moût, dès que la fermentation se déclare on laisse le moût en repos jusqu'après la formation de levure qui, s'accumulant en couche épaisse et consistante, se maintient à la surface du liquide. Ce n'est que dans le cas où la mousse tend accidentellement à se projeter au dehors des bords de la cuve, que l'on en enlève une petite partie qui, mise au baquet, est réunie plus tard au contenu de la cuve.

Avec de bonne levure bien aérée, un moût parfaitement oxygéné et renfermant une large dose de maltose directement fermentescible, la fermentation s'accomplit normalement et la bière arrivera au degré d'atténuation voulu, sans qu'il y ait lieu de toucher au chapeau de levure autrement que pour l'enlever, avant de procéder au soutirage, quand l'atténuation est arrivée à son terme.

A l'aide du saccharimètre on peut d'ailleurs effectuer le contrôle incessant des progrès de la fermentation et reconnaître l'urgence d'imprimer, s'il y a lieu, une activité nouvelle à celle-ci et enfin déterminer le moment voulu pour le soutirage.

Il est prudent, pour éviter le débordement des écumes et de la levure, de n'utiliser au logement du moût fermentant qu'un peu plus des deux tiers environ de la hauteur de la cuve.

Le moût, après fermentation principale terminée, ce qui demande depuis trois jusqu'à six jours, selon les degrés de température et selon la concentration du liquide, est soutiré, nous l'avons dit, ou directement dans les fûts d'expédition, ou dans des fûts ou foudres de repos où il achève d'accomplir sa fermentation ultérieure.

Quant à la dose de levure à la fermentation en cuves, elle est sensiblement la même que celle utilisée pour la fermentation haute en tonneaux. On sait d'ailleurs que la dose de levure utilisée n'a pas, jusqu'à certaines limites, l'influence qu'on lui attribuait autrefois sur le degré de la fermentation.

Le soutirage en foudres des bières fermentées par le haut en cuves, assimile ces bières, dans une certaine mesure, sauf en ce qui concerne les conditions de température, aux bières fermentées par le bas. On tirera aussi un excellent parti de la gazéification pour communiquer à ces bières le gaz acide carbonique dont sont saturées les bières de fermentation basse. On comprend facilement en effet que les bières de fermentation basse fermentées à très basse température, à 4 ou 5° centigrades, conservées plus ou moins longtemps en caves glacières renferment naturellement, par ce traitement, des proportions infiniment plus fortes de gaz acide carbonique que les bières fermentées par le haut en cuves à degré beaucoup plus élevé de température et conservées aussi dans des conditions tout autres de fraîcheur.

La fabrication de cette variété de bière, à laquelle on peut donner le nom de *bière mixte,* tendant à se généraliser dans un grand nombre de brasseries françaises, il importait d'entrer, à ce sujet, dans les détails que comporte ce mode de travail qui rapproche ces bières du type des bières de fermentation basse, du moins dans une certaine mesure.

Il nous reste à faire connaître les améliorations réalisées dans la fabrication de cette grande variété de bières fermentées par le haut en tonneaux et qui constituent encore, pour une partie de la France, une boisson alimentaire et de consommation générale.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la fabrication de ces bières à bas prix a reçu des améliorations considérables, dues non seulement à des perfectionnements notables dans les appareils et les méthodes de travail, mais surtout dans l'utilisation intelligente des céréales crues additionnellement au malt, et dans l'abandon comme conséquence des sirops de qualité inférieure qui les remplaçaient autrefois en partie. On comprend facilement les progrès réalisés au point de vue de l'hygiène par cette heureuse substitution de matières premières qui constitue certainement l'évolution la plus féconde accomplie en brasserie.

Les grains crus, en effet, saccharifiés par le malt d'orge qui sert à leur transformation, fournissent des moûts chargés, comme les moûts de malt, de dextrine et de maltose et fournissent également leur contingent respectif de matières albumineuses et minérales.

Nous avons dit que le maïs, le riz et l'orge crue étaient les céréales qui pouvaient le plus avantageusement être utilisées en brasserie. Un droit

de douane de 3 francs par 100 kilogrammes menace de frapper les maïs qui pourront peut-être, malgré cette charge, continuer à être employés en brasserie car le maïs de bonne qualité possède une richesse exceptionnelle qui le fait passer avant l'orge quand il est bien travaillé. Il faut faire choix avant tout de maïs bien sains n'ayant pas subi d'échauffement en cours de route, n'ayant pas été touchés par l'eau de mer et accusant une bonne et franche odeur. Peu importe, d'ailleurs, la nuance du grain, blanche, rouge, brune, etc.

Voici l'analyse du maïs d'après la moyenne des résultats accusés par de nombreux échantillons de cette céréale.

Amidon	62.69
Dextrine	0.76
Sucre	1.38
Albuminoïdes solubles	1.87
Albuminoïdes insolubles	8.63
Cellulose	4.19
Graisse et huiles	4.36
Matières minérales	1.48
Matières extractives	0.75
Humidité	13.89
	100.00

Déduisons les *résultats pratiques* qui découlent de l'analyse ci-dessus.

Notons, en première ligne, la grande richesse de cette céréale en amidon ; 63 pour le maïs, au lieu de 54 pour l'orge.

Notons encore à l'actif de cette céréale que la dose de matières albuminoïdes accusée par le maïs est notablement inférieure à celle de l'orge.

Relativement à la matière grasse, le maïs en renferme une forte quantité, mais l'expérience a démontré que la bière fabriquée avec une large proportion de cette céréale n'en contracte pas de goût particulier.

Quant à l'emploi du maïs, il suffit de le moudre en farine très fine et de l'ajouter en chaudière avec une légère addition de malt à la température de 60° centigrades. On pousse doucement le chauffage en agitant bien la masse jusqu'à 75° centigrades environ. Après quoi on élève la température du mélange au point d'ébullition.

Le tout est ensuite versé en cuve-matière pour y subir l'achèvement de la saccharification, sous l'action de la diastase du malt utilisé au brassin.

Le maïs surtout, avant l'établissement annoncé des droits de douane, constituait certainement la céréale de l'emploi le plus économique en brasserie et qui permettait de fabriquer des bières à bas prix.

Le riz ne procure pas au brasseur l'économie de fabrication que lui présente le maïs. Mais il peut lui rendre de précieux services dans les années où les orges renferment, et dans ces derniers temps le cas s'est produit assez fréquemment, une forte proportion de matières azotées. Sa richesse en amidon, sa pauvreté en matières albuminoïdes font de cette céréale un correctif précieux pour certaines orges de brasserie qui, sans son concours, seraient du plus triste emploi pour le brasseur. Il arrive assez souvent, par exemple, que la plupart des orges que nous envoie notre colonie d'Algérie, renferment des excès de matières azotées que vient corriger un certain contingent de bon riz ajouté à ces orges.

Voici, d'après le chimiste Fillitz, l'analyse de divers échantillons de riz :

Amidon	74.81
Dextrine	1.11
Albuminoïdes solubles	0.41
Albuminoïdes insolubles	8.78
Cellulose	0.76
Graisse et huiles	0.78
Matières minérales	0.84
Humidité	12.51
	100.00

Nous tirerons les résultats pratiques qui suivent de cette analyse du riz. On remarquera d'abord, à côté de la forte quantité d'amidon renfermée dans le riz (près de 75 0/0), la dose relativement faible de ses matières albuminoïdes solubles et la dose minime de son contenu en matières minérales.

D'où ces conséquences : 1° que le riz en raison de sa teneur considérable en amidon saccharifiable peut rendre souvent les plus grands services aux brasseurs, comme succédané avantageux du malt;

2° Que le riz, en raison du contingent restreint de matières albuminoïdes qu'il apporte au brassage peut corriger l'excès de matières protéiques que renferment souvent certaines orges de brasserie;

3° Et enfin, rappelons-le pour mémoire, que le riz peut aider aussi à l'obtention de bières très peu colorées.

Par contre, nous devons constater que le riz n'apportant au moût qu'un très faible contingent de matière albuminoïde peut entraîner, utilisé en certaines proportions, la dégénérescence de la levure et il en est de même par sa pauvreté en matières minérales, tandis que le maïs peut fournir à la bière un très utile concours pour la production d'une riche et abondante levure.

Nous ferons remarquer en outre que le riz, pour ces mêmes causes, ne saurait donner à la bière le degré de bouche et de moelleux que lui communiquent les amides et les peptones du bon malt d'orge.

Quant au brassage du riz, il ne présente rien de particulier. Il faut le moudre en très fine farine, la plus fine possible, et l'ajouter avec précaution en chaudière, comme nous l'avons vu plus haut pour la farine de maïs. Le travail est absolument le même et si le malt employé est d'excellente qualité (ce qui est la condition essentielle de tout bon travail des grains crus), le résultat ne laissera rien à désirer, comme rendement, qualité de la bière et conservation.

Nous avons dit que l'on employait aussi très avantageusement pour la fabrication économique de la bière des orges crues non converties à l'état de malt touraillé.

Cette utilisation peut se faire, soit avec des

orges simplement soumises à un nettoyage dans un tarare ordinaire, soit sur des orges qui, après ce traitement, ont été soumises à un léger touraillage.

L'orge crue est utilisée au brassage, additionnellement au malt, soit après un simple nettoyage à sec dans les appareils spéciaux, soit après un lavage à l'eau chaude, accusant 55 à 60°. Le grain bien ressuyé est ensuite finement moulu. On l'expose aussi parfois avant mouture à un léger touraillage. Ce traitement, nous n'avons pas besoin de le dire, a l'avantage de lui enlever en presque totalité l'arome de grain cru que renferment parfois ces grains en forte proportion.

Quant à la saccharification de l'orge crue, elle s'accomplit très bien en chaudière, en procédant comme il a été expliqué pour le maïs et pour le riz. Ici encore le succès de l'opération est complètement subordonné à l'utilisation d'excellent malt saccharificateur.

Voici une analyse d'orge d'après le chimiste Pillitz.

Amidon	54.07
Dextrine	1.70
Sucre	2.43
Albuminoïdes solubles	1.77
Albuminoïdes insolubles	12.43
Cellulose	7.76
Graisse et huiles	2.66
Matières minérales	2.33
Mutières extractives	1.02
Humidité	12.51
	100.00

Les anciennes analyses d'orges de brasserie par Payen, nous indiquaient des chiffres sensiblement différents, quant aux principaux éléments constitutifs de cette céréale. La moyenne de la proportion d'amidon était notamment plus élevée.

D'où la conséquence que les orges actuelles récoltées en Europe n'ont généralement plus la constitution d'autrefois qui les rendait si bien appropriées à la fabrication de la bière ; c'est-à-dire une grande richesse en amidon, un contingent modéré de matières albuminoïdes.

Cette dégénérescence de qualité prodiguées à cette céréale serait le résultat de cultures trop intensives.

Un autre fait à mettre en relief, c'est la dose relativement forte de matières minérales que renferme l'orge, matières si précieuses pour la bonne alimentation de la levure et qui font de l'orge la céréale par excellence pour la fabrication de la bière.

Une autre observation technique reste à faire à propos de cette céréale : c'est que les globules d'amidon de l'orge, plus forts que ceux d'autres grains, se gélatinisent plus facilement que ces derniers et à un degré moindre de température, ce qui favorise la conversion de cette céréale à l'état cru par le malt.

L'atténuation dans la fermentation des bières. On appelle *atténuation* la diminution en extrait que subit un moût par suite de la conversion de sa maltose en alcool pendant la fermentation principale. L'atténuation est certainement le facteur qui influe le plus sur le type des bières obtenues. Elle dépend principalement, comme on le sait, de la maltose développée dans le moût. Le degré de la fermentation est donc subordonné à la façon dont le brassage a été conduit. Si la saccharification a été poursuivie dans des conditions de température qui ont amené une très forte production de dextrine, le moût sera peu atténué. Si, au contraire, il s'est formé au brassage une très forte production de maltose l'atténuation sera très accentuée pourvu que les conditions de la fermentation aient été favorables. Car il peut se faire qu'un moût, renfermant de fortes proportions de maltose, n'arrive qu'insuffisamment atténué à la fin de la fermentation principale, par un vice quelconque dans la fermentation.

Donc, avec une fermentation normale, l'origine des variations d'atténuation dans la bière réside, les autres conditions étant les mêmes, dans les doses respectives de maltose et de dextrine engendrées par le brassage, la maltose destinée à disparaître en très grande partie à la fermentation, la dextrine stable, ne fermentant que d'une façon très peu sensible, et qui doit former la plus grande partie de l'extrait non décomposé fournissent à la bière, avec un peu d'albuminoïdes, *le corps* désiré.

Nous terminerons cette revue de la brasserie par l'examen de deux questions ayant trait à la levure de bière ; l'une est relative à l'utilisation pratique des méthodes de M. le Dr Hansen pour l'application de la levure mère pure, l'autre a trait à l'épuration des levures commerciales par le procédé de M. Pasteur.

Voici les considérations émises par le savant physiologiste danois sur la première question :

M. le Dr Hansen croit qu'avec de bonnes caves de fermentation, une levure-mère, introduite en brasserie, par exemple, au commencement d'octobre, se maintiendra suffisamment pure jusqu'à l'époque critique de l'année suivante, c'est-à-dire jusqu'au mois de juillet.

Il conseille d'ailleurs de pratiquer fréquemment des analyses de la levure afin d'être constamment au courant de son état. Pour lui, il serait préférable que les brasseries, qui possèdent des bacs refroidissoirs découverts, c'est-à-dire la presque totalité des brasseries existantes, chômassent, comme autrefois, pendant les mois d'été les plus dangereux : juillet, août, 1re quinzaine de septembre. Mais comme dans les conditions commerciales actuelles, ce chômage est presque généralement impossible, il conseille de rejeter les anciennes levures impures et de les remplacer par des levures-mère pures, en apportant aux locaux de fermentation des soins minutieux de propreté.

M. Hansen, enfin, reconnaît que la levure pure se conservera le plus longtemps en bon état dans les brasseries où l'on refroidit le moût en refroidissoirs clos, en y injectant de l'air purifié, de manière à y écarter les germes disséminés dans

l'atmosphère. « Mais avant que ce système, ajoute-t-il, rationnel au point de vue théorique, soit généralement adopté dans la pratique, il me semble qu'il y aura encore quelques difficultés à surmonter ».

Toutefois, conclut Hansen, que l'on ait ou non des bacs refroidissoirs découverts, si l'on veut travailler avec certitude, on ne doit employer qu'une levure dont on connaît la composition, c'est-à-dire une levure complètement pure, ne renfermant qu'une seule espèce de levure, ou si elle contient quelque levure sauvage, que cette dernière soit d'une nature inoffensive.

Hansen a reconnu en outre ce point très important, que les levures sauvages, pénétrant dans un moût après l'achèvement de la fermentation, sont le plus souvent sans effet sur celui-ci, c'est-à-dire que lorsque des difficultés se présentent en brasserie, il faut porter son attention sur les cuves de fermentation mêmes, tandis que les foudres de garde jouent en ceci un rôle secondaire. Il a constaté ensuite que l'infection est généralement introduite dans la bière avec le levain lui-même, soit que la levure soit reçue déjà infectée dans la brasserie, soit qu'elle se soit rapidement infectée dans la brasserie même.

Hansen s'est assuré aussi que la maladie pouvait se déclarer dans la bière, alors même que la levure étrangère ne constituait que 1/41 de la masse de levure totale. Mais en même temps il a constaté que lorsque la proportion de ferment étranger est aussi minime, une durée normale de de la fermentation et de la conserve peuvent empêcher le développement de la maladie. Il est presque superflu de signaler l'importance que l'on peut tirer de cette dernière expérience. Elle nous apprend qu'il importe, avant tout, de connaître la composition de la levure ; qu'une minime quantité de formes de levures sauvages, au moins de certaines d'entr'elles, ne fait aucun tort, lorsque la fermentation et la conserve s'opèrent dans des conditions normales. Mais comme les formes sauvages se développent toujours davantage, on ne peut pas éviter leur accumulation et la crise arrive alors inévitablement, si l'on continue à travailler en aveugle, avec le ferment, sans connaître la composition de sa levure.

Enfin les expériences de Hansen nous apprennent encore, comme un fait indéniable, que les caves de fermentation doivent être surtout soigneusement surveillées, tandis qu'auparavant on était enclin à attribuer les accidents aux foudres de conserve.

Voici maintenant le mode de purification des levures au point de vue des ferments de maladie par les procédés de M. Pasteur.

« La purification des levures peut se faire par des méthodes variées. Un moyen d'une application commode consiste à semer la levure dans l'eau sucrée à 10 0/0, qu'on a soumise à une ébullition préalable et conservée, après son refroidissement, dans des ballons à deux tubulures. L'eau sucrée est un milieu très épuisant pour les levures et les organismes qui y sont mélangés. Une foule de cellules y périssent et il y a beaucoup de chances, pour que les germes étrangers, toujours rares, relativement au grand nombre de cellules de levures se trouvent parmi les individus qui meurent ou dans le nombre de ceux qui vieillissent assez pour que, si l'on vient à semer la levure après son épuisement dans du moût de bière, les cellules restées plus jeunes se développent seules.

« L'addition d'un peu d'acide à la solution sucrée de 1 à 2 millièmes d'acide tartrique, par exemple, facilite souvent la destruction de certains germes d'impuretés.

« Les mycoderma aceti et vini ne trouvant pas un aliment convenable dans l'eau sucrée, disparaissent assez vite par des répétitions de cultures alternatives dans l'eau sucrée et le moût.

« On peut aussi purifier la levure en la semant dans un moût de bière rendu acide et alcoolique par addition de bi-tartrate de potasse et d'alcool. L'expérience prouve que plusieurs des ferments de maladie résistent difficilement à des cultures répétées dans le moût de bière additionné de 1 1/2 0/0 d'acide tartrique et de 2 à 3 0/0 d'alcool. Mais ce mélange est propre à la vie du saccharomyces pastorianus et il faut toujours s'assurer que cet organisme ne s'est pas, chemin faisant, mis à la place de la levure qu'on essaie de purifier.

« Les cultures à très basse température favorisent beaucoup l'éloignement de toutes les levures étrangères à la levure basse et il faut y recourir, quand il s'agit de purifier cette levure.

Un moyen plus rapide peut-être de purification quoique non préférable à certains égards, consiste dans l'usage de l'acide phénique, c'est-à-dire qu'on cultive la levure à purifier dans du moût additionné, pour 100 centimètres cubes, d'environ 10 à 12 gouttes d'eau phéniquée à 10 0/0 d'acide. L'action de l'acide phénique toujours combinée avec celle de l'oxygène de l'air, au début, tend à détruire la vitalité de beaucoup des cellules semées et également la vitalité de la levure qu'on a intérêt à garder ; mais dans le nombre des cellules qui s'altèrent se trouvent en proportions relatives plus grandes celles qui sont les plus rares, c'est-à-dire celles des organismes d'impuretés.

« Si l'acide ne les détruit pas, il retarde beaucoup leur développement, et les cellules de levure qui se multiplient toujours en grand nombre (car la fermentation se déclare malgré l'acide, si l'acide est ajouté en petite quantité) étouffent peu à peu, dans les cultures successives, les germes étrangers.

« Par ces divers artifices, employés isolément ou combinés les uns avec les autres, on arrive généralement à obtenir très pure la levure qu'on veut purifier. Inutile d'ajouter qu'il est toujours bon de rechercher, pour les purifications, des échantillons déjà aussi purs qu'il est possible de les obtenir. Pour ce choix le microscope est le meilleur guide, mais il est insuffisant. On se tromperait étrangement si l'on croyait à la pureté d'une levure par cela seul qu'elle semble ne rien contenir d'étranger à sa nature, lorsqu'on la soumet à l'examen de cet instrument. Le meilleur moyen de s'assurer de la pureté d'une levure consiste à en faire de la bière dans un de nos ballons à deux cols et à laisser séjourner le ballon, après la fermentation, dans une étuve de 20 à 25°. Si la bière, après quelques semaines, n'est pas troublée, si elle n'est pas couverte de fleurs, si son dépôt est pur au microscope, si la bière enfin n'est qu'éventée à la dégustation, on peut avoir toute confiance dans la pureté de la levure qui l'a produite (Pasteur). » — J. P. B.

*BREAKER. *T. d'expl. de min.* Nom donné en Pensylvanie aux vastes ateliers de préparation mécanique de l'anthracite. Cette opération se pratique presque sans eau. Le produit de l'extraction de la mine arrive directement au sommet du breaker à des culbuteurs d'où il se rend en descendant à des soutes d'embarquement. Pendant

le trajet il traverse des grilles à barreaux plus ou moins espacés, des cylindres broyeurs, des trommels et des glissières le long desquelles s'effectue un classement à la main très soigné.

◦ **BREF.** *T. de tiss.* Autrefois le *bref* n'était autre chose que la notation graphique de l'armure sur les marches, plus tard, on employa cette même expression pour désigner la mise en carte d'une armure-tissu ; c'est en ce sens d'ailleurs qu'elle est encore usitée dans certaines villes de fabriques du nord de la France. Du mot *bref*, dérive le mot *embrevage*, par lequel on désigne partout l'opération qui consiste à relier les marches aux *contre-marches* et aux *marchettes* pour effectuer la levée ou le rabat des lames dans les *métiers à pédales*.

◦ **BRÉGUET** (Louis), petit-fils du célèbre horloger, membre de l'*Institut*, né à Paris en 1804, mort dans la même ville en 1883, fut élevé fort durement par son père, et fit à peu près seul son instruction. Mis à la tête de la maison d'horlogerie qui avait fait la fortune de sa famille, ce fut surtout aux sciences physiques qu'il s'attacha ; il devint le plus précieux auxiliaire des grands savants de son époque. Pour Arago, il inventa un appareil enregistreur de la propagation de la lumière, qui tranchait la question de la transmission par émission ou par ondulation ; pour Yvon Villarceau, un régulateur astronomique, pour M. Bouquet de la Grye un sismographe, pour M. Fleuriais un chronographe. Enfin, et surtout au point de vue de sa popularité scientifique, il fut le plus habile propagateur, en France, des nouveautés électro-magnétiques : télégraphie, photophonie, téléphonie, etc. Membre du bureau des longitudes en 1862, membre libre de l'Institut en 1874, il était officier de la Légion d'honneur ; il a laissé plusieurs ouvrages estimés, notamment : *Télégraphie électrique ; Manuel de télégraphie électrique* (1851), *Mémoire sur l'induction* (1863), etc.

Son fils Antoine, né en 1851, mort en 1882, sortit de l'Ecole Polytechnique, pour diriger les ateliers de son père, et se distingua très jeune par des travaux importants, surtout par sa *Théorie de la machine Gramme* (2 vol. 1879 et 1880), et les expériences ou mémoires écrits qui ne contribuèrent pas peu à la propagation du téléphone. On connaît aussi de lui un anémomètre électrique enregistrant à distance la vitesse du vent. En 1880, il dirigea la *Revue scientifique* et organisa l'année suivante l'Exposition d'électricité. Ce jeune homme, qui donnait les plus brillantes espérances, a été emporté subitement, à moins de trente ans, par une affection pulmonaire qu'on a attribuée à un excès de travail.

• **BRÉSIL.** Par l'étendue de son territoire, qui comprend à lui seul, la moitié de l'Amérique du Sud, le Brésil est placé au premier rang des Etats de cette partie du continent américain. Il n'est pas possible à cause des litiges qui existent avec plusieurs pays voisins pour la délimitation des frontières, de calculer sa superficie d'une façon absolument exacte, mais on peut l'évaluer à 8,337,000 kilomètres carrés. Il est, on le voit, environ seize fois grand comme la France.

Cet immense territoire qui mesure dans sa plus grande étendue 4,280 kilomètres du nord au sud et 4,353 kilomètres de l'est à l'ouest, s'étend entre le 5e degré de latitude nord et le 33e degré de latitude sud ; il possède par conséquent les climats les plus divers et peut fournir les produits agricoles les plus variés. Ajoutons pour apprécier quelles excellentes conditions présente le Brésil pour un rapide développement économique, que son sol est fertilisé par un nombre considérable de fleuves, lagunes et cours d'eau, navigables, la plupart, sur presque toute leur étendue et offrant par conséquent un chemin facile pour le transport des marchandises, depuis les extrémités les plus éloignées du pays jusqu'à l'Océan. En première ligne parmi ses fleuves il faut citer l'Amazone qui, sur un parcours total de 5,400 kilomètres en a 3,800 sur le territoire brésilien. Avec ses affluents dont un grand nombre tels que le Rio Negro, le Jurua, le Purus, le Madeira, le Toccantins ont une longueur de 1.500 à 3,500 kilomètres, il offre à la navigation plus de 20,000 kilomètres de route facile, conduisant à tous les points de la région du nord du Brésil et aux frontières du Pérou et de la Bolivie.

Pour ne citer que les principaux parmi les fleuves qui arrosent le Brésil depuis le bassin de l'Amazone jusqu'à Rio-Grande du sud, nommons le Parnahyba, le Gurupy, le Pindaré, le Parahyba du nord, le San Francisco, le Rio Doce, le Parana et l'Uruguay. Nous parlerons plus loin des autres voies de communication que le Brésil offre au commerce, notamment des nombreux ports ouverts sur l'immense étendue de ses côtes et des chemins de fer qui chaque année s'avancent de plus en plus dans l'intérieur du pays.

Si l'on considère d'autre part que, jusque dans ces derniers temps, le Brésil a joui depuis plus de cinquante ans d'une tranquillité intérieure complète alors que les nations voisines étaient en proie à des guerres civiles sans cesse renaissantes, on ne s'étonnera pas que de tous les pays de l'Amérique du Sud il soit entré le premier dans la voie du progrès économique.

En 1872 sa population s'élevait, d'après un recensement fait à cette époque, à 9,930,478 habitants. Mais ce recensement était incomplet : non seulement on avait négligé de relever les habitants d'un certain nombre de paroisses mais on n'avait pas tenu compte de 11,000 indiens localisés dans des hameaux de la province de Maragnon. D'après un récent ouvrage publié par M. de Santa Anna Nery, à l'occasion de la participation du Brésil à l'Exposition de 1889, la population totale du pays dépasserait actuellement 14,000,000 d'habitants.

Les provinces les plus peuplées sont celles qui sont baignées par l'Océan atlantique. Dans le bassin de l'Amazone et dans les provinces intérieures d'une étendue territoriale beaucoup plus grande la densité de la population est beaucoup moindre. Ainsi la province de l'Amazonas qui occupe le premier rang par l'étendue de son territoire mesurant 1,897,020 kilomètres carrés n'a que 4 habitants par myriamètre carré, alors que le municipe neutre de la capitale a 292 habitants par kilomètre carré et la province de Rio de Janeiro, 17.

C'est également dans les provinces voisines de l'Atlantique que l'augmentation de la population a été la plus sensible dans ces dernières années. Il faut citer notamment Minas-Geraes qui a gagné près d'un million d'habitants. Rio de Janeiro, Bahia et San-Paulo.

C'est là aussi que l'on trouve les villes les plus importantes : Rio de Janeiro la capitale avec 360,000 habitants. Bahia avec 140,000, Recife dans la province de Pernambuco qui en a 130,000, Belem ou Para le grand port à l'embouchure de l'Amazone dont la population s'élève à 40,000 habitants, San Paulo, dans la province du même nom, et Porto Alègre dans Rio Grande du sud, qui ont également 40,000 habitants, San Luis de Marahaô avec 35,000 ; enfin, dans l'intérieur des terres

Ouro-Petro chef-lieu de la province de Minas avec 20,000 habitants, Goyaz, etc.

Divers éléments ont contribué à former la population brésilienne telle qu'elle est aujourd'hui. D'abord le blanc, venu d'Europe surtout du Portugal et aussi de Hollande, de France et d'Angleterre. La proportion des blancs purs est évaluée à 38 0/0 de la population totale. Le noir y entre pour 20 0/0. Il existe plus nombreux à Bahia, à Sergipe, à San Paulo, à Minas et à Rio Grande du sud, c'est-à-dire dans les contrées où soit la culture du coton, de la canne à sucre ou du café, soit l'exploitation des mines exigeaient l'emploi d'un grand nombre d'esclaves. Enfin l'indien qui forme à peine 4 0/0 de la population. Les maladies, la guerre, la destruction barbare ont singulièrement éclairci les rangs de l'aborigène depuis la colonisation du Brésil.

D'ailleurs cette race s'est singulièrement rapprochée des blancs et la facilité du croisement a contribué à effa-

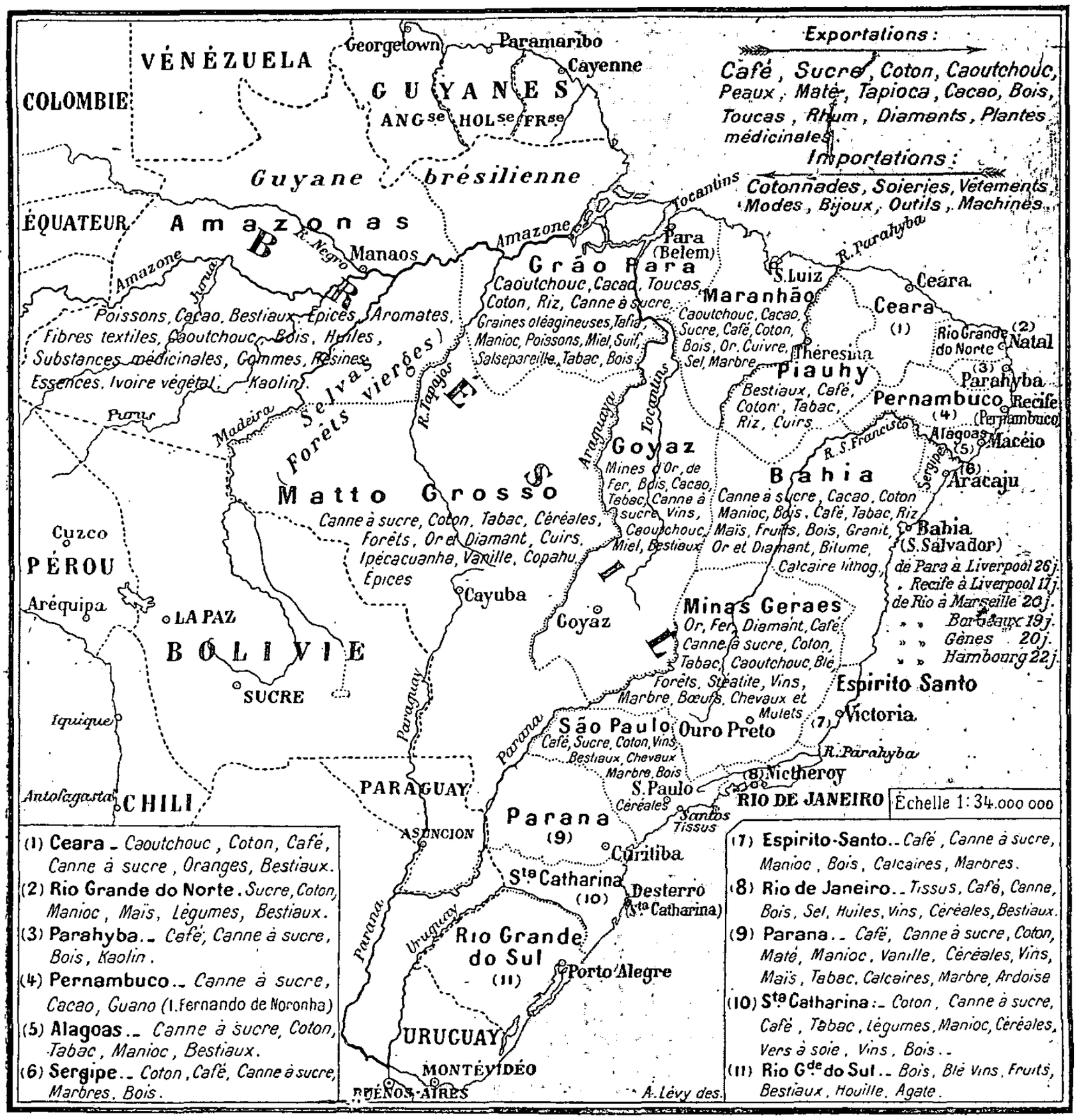


Fig. 254. — *Carte du Brésil.*

cer ses caractères distinctifs. C'est dans l'Amazone, à Para, à Matta Grosso qu'on le rencontre en plus grand nombre.

Le croisement de ces trois races a produit une foule de variétés parfois très difficiles à distinguer entre elles. Ces metis entrent pour 38 0/0 dans la population totale.

C'est l'immigration européenne qui a fourni et fournit encore la population blanche du Brésil. Elle a commencé dès la découverte du pays mais elle fut longtemps assez lente. Jusqu'en 1872 la moyenne annuelle des immigrants n'a guère dépassé 10,000 dont les Portugais formaient les deux tiers. Ils comptaient pour près de la moitié dans les étrangers au recensement de 1872. Depuis lors l'immigration a sérieusement augmenté et les Italiens y occupent maintenant la première place par leur nombre.

De 1878 à 1888 le nombre des immigrants dans les ports qui dressent la statistique de l'immigration a été :

1878. . .	22.423 immigr.	1883. . .	28.670 immigr.
1879. . .	22.189 —	1884. . .	20.087 —
1880. . .	29.721 —	1885. . .	30.135 —
1881. . .	11.054 —	1886. . .	25.741 —
1882. . .	27.197 —	1887. . .	54.990 —

En 1888, il s'est élevé tout à coup pour deux ports à 131,268 dont 56,915 débarqués à Rio et 74,353 à Santos. Voici, d'après M. Levasseur, quel a été le nombre et la nationalité des émigrants débarqués dans le port de Rio de Janeiro de 1873 à 1887 :

Nationalité	Nombre des immigrants de 1873 à 1886	Nombre des immigrants en 1887
Portugais	110.891	10.205
Italiens	112.279	17.115
Français	3.475	241
Anglais	2.215	72
Espagnols	15.684	1.766
Américains du Nord	316	31
Allemands	23.469	717
Autrichiens	9.022	274
Suisses	479	889
Russes	417	
Divers	26.549	
Total	304.796	31.310

C'est vers les provinces du Sud et notamment vers celle de San Paulo que se dirige surtout actuellement le courant de l'immigration européenne. Les immigrants y sont pour la plupart employés à la culture du café qui prend un développement de jour en jour plus grand. D'autres provinces offriraient rapidement la même prospérité agricole si l'immigration y apportait les bras nécessaires.

C'est grâce à l'accroissement de l'immigration que l'agriculture brésilienne a pu supporter sans trop d'inconvénients les lois d'émancipation qui ont rendu la liberté aux esclaves. D'abord celle de 1871 qui a fait naître libres tous les enfants d'esclaves et celle du 13 mai 1888 qui a définitivement aboli l'esclavage. Si l'on songe que lors du recensement de 1872 la population esclave s'élevait encore à 1,510,806 personnes toutes ou presque toutes employées aux travaux agricoles ou forestiers, on se rend facilement compte de l'importance économique qu'avait la substitution du travail libre au travail servile.

Production agricole. Nous avons dit que l'on trouvait au Brésil, grâce à des conditions climatériques les plus diverses, à la fois les produits des tropiques et ceux des régions tempérées.

Nous allons rapidement passer en revue les principaux, les limites forcément restreintes de ce travail ne nous permettant d'accorder à chacun d'eux que quelques explications sommaires.

Céréales. On rencontre à peu près dans toutes les provinces du Brésil, du maïs, des haricots, du riz, mais ces produits ne servent guère qu'à la consommation locale et ne forment pas à proprement parler un article d'exportation. La culture du manioc a pris plus de développement surtout dans les provinces du Nord où la farine de manioc remplace le blé ; elle est en outre exportée soit sous sa forme naturelle, soit sous la forme de tapioca.

Quant au blé on ne le trouve guère que dans les provinces du Sud où sa culture est d'ailleurs très ancienne. Avant 1830 on en exportait déjà pour Rio et l'île de Cuba. Actuellement elle est surtout faite par les immigrants italiens et allemands. Le gouvernement encourage vivement cette culture parce qu'il sent parfaitement que le manque de blé est un des côtés faibles du Brésil. Mais malgré les efforts qui sont faits, la production du blé restera, longtemps encore, très insuffisante pour la consommation du pays.

Le riz est surtout cultivé dans les terres humides de la vallée de l'Amazone, de la province de Minas et de celle de Maragnon. Pendant longtemps il a été le principal produit de cette dernière province ; le riz qui est récolté obtient d'ailleurs encore aujourd'hui les premiers prix sur les marchés du Brésil.

Café. Le principal produit agricole du Brésil c'est le café qui est cultivé dans toute la région tropicale baignée par l'Atlantique et même dans les provinces centrales. Il vient également très bien dans les terres hautes de la vallée de l'Amazone mais sa culture n'y a pas encore pris un grand développement.

La grande région productrice du café est celle qui comprend les provinces d'Espirito Santo, de Rio de Janeiro et de San-Paulo. Elle fournit actuellement par an l'énorme quantité de 6,000,000 de balles de 60 kilogrammes chacune, et dont le poids total est de 360,000,000 de kilogrammes. C'est la plus forte production du monde entier.

Voici quelle a été, pendant les dernières années, l'exportation du café par le port de Rio de Janeiro seul :

1879	3.535.183 sacs.	1884	3.897.111 sacs.
1880	3.563.054	1885	4.206.911
1881	4.377.418	1886	3.580.965
1882	4.200.590	1887	2.241.755
1883	3.654.511	1888	3.330.185

Le sac pèse 60 kilogrammes.

Viennent ensuite par ordre d'importance la province de Bahia qui occupe le troisième rang pour l'exportation du café. Celles de Céara, de Maragnon qui en produit d'excellent dans l'île Saint-Louis et dans les collines du Mearim, celle de Sergipe qui le cultive surtout sur les montagnes de Itabaïana, etc. A Minas-Geraes enfin le café est la culture dominante dans les terres limitrophes de Rio et d'Espirito Santo.

Cacao. Le cacao peut également être placé au nombre des principaux produits du Brésil. Il est cultivé dans les régions tropicales notamment dans les provinces de Bahia, de Sergipe, de Pernambuco, de Maragnon, dans les terres chaudes de Goyaz et de Matto Grosso et dans la vallée de l'Amazone. Il entre pour une part importante dans l'exportation de cette dernière province : pendant le premier semestre de 1888 il a été exporté par le seul port de Para 2,786,234 kilogrammes de cacao, le prix du kilogramme varie de 0 fr. 50 à 1 franc.

Les plus belles fermes de cacao du Brésil se trouvent au sud de la province de Bahia, à Camamù, à Porto-Seguro, à Valença et à Santa-Cruz. Le cacaoyer est un bel arbre qui produit pendant 50 à 80 ans. La culture en est très facile et n'exige de soins que pendant les premiers temps. On peut compter sur une récolte de 5 à 10 kilogrammes d'amandes par cacaoyer.

Canne à sucre. La canne à sucre est également un produit des régions les plus chaudes du Brésil. Les provinces où sa culture domine avec celle du coton sont celles de Parahyba du nord, Pernambuco, Alagoas et Rio Grande du nord. Le Parahyba dans la vallée duquel on la cultive a, comme le Nil, des crues régulières et dépose un limon aussi fertilisant pour la canne à sucre que celui du Nil l'est pour le blé. Le sucre de ces provinces est expédié par le port de Recife, mais le port de Cabedello que l'on construit à l'embouchure du Parahyba, est appelé à détourner une grande partie du trafic. Voici, en sacs de 60 kilogrammes, quelle a été l'exportation du sucre par Recife de 1878 à 1888 :

1878-79	1.055.938 sacs.	1883-84	2.150.138 sacs.
1879-80	1.716.637	1884-85	1.661.887
1880-81	2.224.773	1885-86	1.296.335
1881-82	2.029.489	1886-87	1.971.216
1882-83	1.229.579	1887-88	2.493.365

La canne à sucre est également cultivée avec succès dans les provinces de Bahia, de Piauhy, de Maragnon, de Céara, dans les terres humides de Minas Geraes et dans les vallées de Matto Grosso où elle atteint des proportions gigantesques. Elle est excellente dans la vallée de l'Amazone et si cette culture s'y développait, les débouchés ne manqueraient pas, le sucre pouvant être envoyé par les affluents de l'Amazone jusqu'au Pérou et dans la Bolivie.

Citons encore parmi les produits alimentaires du Bré-

sil, la vanille que l'on trouve partout mais dont la plus estimée vient des provinces de l'Amazone, de Para et de Matto-Grosso. La vanille est un produit végétal de grande valeur : le kilogramme de gousses vaut de 10 à 20 francs ; une belle gousse longue de 20 à 22 centimètres et large de 1 à 3 centimètres se vend de 1 à 3 francs. La culture de la vanille est facile, presque tout le travail pouvant être fait par des femmes et des enfants et elle pourrait produire des sommes énormes.

Vigne. La culture de la vigne est très ancienne à Goyaz et les vins de cette province sont de bonne qualité. Autrefois on envoyait les meilleurs en cadeaux aux rois de Portugal. La vigne donne deux récoltes à Goyaz si elle est taillée après la première récolte au mois de février. On y distingue le raisin de la saison sèche (mars à octobre) et celui de la saison des pluies ; c'est le premier qui donne les meilleurs vins, l'autre est réservé pour la préparation du vinaigre.

Dans les provinces méridionales du Brésil, ce sont les immigrants, surtout les Italiens, qui ont développé et souvent même introduit la culture de la vigne. Elle est déjà très importante dans la province de Minas Geraes, surtout au sud dans le Sapucahy et dans le Rio Verde, et au centre dans les vallées du Para et du Paraopeba, affluents du San Francisco. On commence déjà à y distinguer les *crus* et à signaler les pays qui produisent les meilleurs vins. A Rio Grande du sud les deux belles colonies comte d'Eu et Dona Isabel produisent déjà de 20 à 25,000 pipes de vin par an. Ce vin se vend de 120,000 à 180,000 reis c'est-à-dire 300 à 450 francs la pipe et est exporté à Rio et dans le nord du Brésil. Dans les provinces de Parana et de Santa Catharina qui possèdent des terres et des climats excellents pour la culture de la vigne, les immigrants commencent également à faire du vin. La viticulture fait également des progrès dans la vallée du Camaquau, à Monténégro, etc. Le gouvernement Brésilien d'ailleurs en favorise, autant qu'il le peut, le développement. Il fait venir des plants de vigne des localités les plus renommées d'Europe et les distribue dans les provinces propres à leur culture, les chemins de fer de l'Etat font des rabais considérables pour le transport des vins brésiliens. Néanmoins, malgré ces progrès, nous sommes encore loin de l'époque où le Brésil non seulement produira les vins nécessaires à sa consommation, mais même pourra en fournir à l'exportation. Jusqu'à présent les vignes du Brésil n'ont ni phylloxera, ni mildew, ni Black-root, ni oïdium, ni aucune autre maladie.

Maté. On cultive également au Brésil le maté ou thé du Paraguay, notamment à Rio Grande du sud et à Parana : il forme même l'article d'exportation le plus important de cette dernière province qui en expédie de 12 à 14,000,000 de kilogrammes d'une valeur de 7 à 8,000,000 de francs au Chili et à La Plata.

Tabac. L'un des produits importants de l'agriculture brésilienne, c'est le *tabac* ; on le cultive un peu partout : dans la vallée de l'Amazone, surtout à Borda et à Iritura, à Maragnon, à Piauhy, dans la province de Bahia où la France en achète des quantités importantes pour ses manufactures nationales ; au sud de la province de Minas-Geraes et surtout dans les vallées du Rio Verde et de Sapucahy où il est la culture prédominante, enfin dans la province de Goyaz dont les produits sont placés en première ligne par les amateurs.

Matières textiles. La flore du Brésil est très riche en fibres et matières textiles ; on y trouve une multitude de plantes donnant des fibres pour les tissus, pour les cordes, pour le papier, etc. Dernièrement on a commencé à Céara l'exportation industrielle du *gravata*, de la famille des bromeliacées. Les principaux produits textiles cultivés au Brésil sont le coton, la ramie et la soie.

La culture du coton y est très ancienne. On la pratique dans presque toutes les provinces voisines de l'Océan depuis Para jusqu'à Rio Grande du sud. A Parana c'est le coton herbacé qui donne le meilleur rendement ; sur un terrain de 750 mètres carrés on a récolté jusqu'à 2,937 kilogrammes de coton. Les meilleures terres à coton se trouvent au centre de la province à Castro, à Guarapuava.

Dans la province de Minas-Geraes le coton est en grande partie employé sur place. On le file et on le tisse à domicile et il y existe déjà un certain nombre de fabriques outillées avec des machines importées d'Angleterre ou des Etats-Unis. Ces fabriques vendent leurs produits sur les marchés des provinces centrales de Goyaz et de Matto-Grosso. Après avoir pris un très grand développement au Brésil pendant la guerre de Sécession aux Etats-Unis, la production du coton y avait sensiblement diminué jusqu'à ces dernières années. Elle se relève en ce moment, mais c'est surtout dans les provinces de Pernambuco, de Parahyba du nord, d'Alagoas et de Rio Grande du nord que les progrès sont le plus rapides. Leur exportation se fait par le port de Recife. Voici quelles ont été, évaluées en balles de 60 kilogrammes, les expéditions de ce port depuis 10 ans :

1878-79. .	31.168 balles	1883-84. .	136.982 balles
1879-80. .	60.117 —	1884-85. .	149.932 —
1880-81. .	119.118 —	1885-86. .	161.337 —
1881-82. .	158.497 —	1886-87. .	319.134 —
1882-83. .	148.280 —	1887-88. .	302.268 —

On a commencé à acclimater la *ramie* au Brésil surtout dans la province de Santa Catharina où les plus belles plantations se trouvent dans la colonie de Grao-Para. Des essais d'acclimatation ont également été faits à Rio ; on y a obtenu quatre à cinq récoltes par an, chaque plante produisant de 14 à 16 tiges.

Le Brésil est également à la période d'essai pour la production de la soie. Ce sont les immigrants établis dans les provinces d'Espirito Santo, de Santa Catharina, de Parana et de Rio Grande du sud qui y ont introduit la culture du mûrier et l'élevage des vers à soie, Quelques échantillons de soie brésilienne ont déjà fait leur apparition sur les marchés d'Europe.

A côté des produits agricoles que nous avons énumérés, et qui sont l'objet d'une culture spéciale, le sol du Brésil fournit un grand nombre de produits naturels dont la plupart peuvent faire l'objet d'une exploitation fructueuse. Dans la vallée de l'Amazone et dans les provinces du Nord on trouve tous les fruits des tropiques, les ananas, les cocos, le cupù fruit d'un parfum exquis, De Ciara on exporte en Europe et notamment en Angleterre une grande quantité d'oranges. Il faut citer également les nombreuses plantes thérapeutiques qui font déjà l'objet d'un commerce d'exportation relativement important : la salsepareille, l'ipécacuanha, le jaborandy dont on extrait la polycarpine si employée maintenant, le cubèbe, la noix vomique, le curare, etc.

Mais la grande richesse naturelle du Brésil réside dans ses immenses forêts qui renferment des bois superbes et d'essences les plus riches et les plus variées. Au premier rang il faut placer le caoutchouc.

Le caoutchouc est actuellement le produit principal de la vallée de l'Amazone. Les procédés d'extraction et de préparation sont des plus simples. — V. *Dictionnaire*, CAOUTCHOUC.

Le caoutchouc de l'Amazone est regardé comme supérieur à ceux des autres pays de l'Amérique méridionale, comme aux produits similaires des Indes et du Gabon, et sa production n'a cessé de progresser depuis trente ans. Mais c'est surtout dans ces quinze dernières années que l'exploitation de l'Amazone a pris un développement merveilleux. En 1876 elle produisait 1,712,000 kilogrammes et en 1888 l'exportation du caoutchouc par le port de Para s'est élevée à 15,000,000 de kilogrammes.

La province de Ceara produit deux espèces de caout-

chouc bien différentes de celui de la vallée de l'Amazone : le manissoba et la borracha de Mangabeira, dont la valeur est bien moindre. Elle est en général de 1 franc à 1 fr. 50 le kilogramme alors que le caoutchouc de l'Amazone vaut de 3 à 10 francs suivant la qualité.

Les forêts du bassin de l'Amazone renferment également un autre arbre produisant les châtaignes de Para qui occupent également une place importante dans le commerce extérieur de la région. Elles fournissent une huile excellente pour l'industrie et valent de 20 à 60 centimes le kilogramme.

Citons également parmi les produits forestiers du Brésil, le carnaûbeira, palmier qui fournit la cire végétale de Carnaûba. Il est très répandu dans la province de Céara qui en fait une grande exportation dans les autres provinces et en Europe. On faisait aussi autrefois un important commerce de bois de teinture produit principalement par les provinces d'Alagoas et de Bahia, mais ce commerce a sensiblement diminué depuis la découverte des couleurs d'aniline.

Si on laisse de côté les régions de l'Afrique centrale qui ne sont pas encore suffisamment connues, on peut dire qu'aucun pays du monde n'a une richesse forestière égale à celle du Brésil. Nous venons de citer les forêts de caoutchouc qui couvrent des régions immenses depuis la vallée de l'Amazone jusqu'ã la province de Matto-Grosso ; les palmiers à Carnaûba dont les splendides forêts vont depuis Piauhy et Céara jusqu'à la vallée du San Francisco.

Quant aux bois de menuiserie et d'ébénisterie leurs espèces sont innombrables et beaucoup d'entre elles sont incomparables comme résistance, densité ou coloration.

Bornons-nous à énumérer les principales : le palissandre que l'on trouve dans toutes les régions du Brésil et dont on fait une exportation très importante pour le Havre et pour les principaux ports de commerce de l'Europe et des Etats-Unis ; la peroba ou chêne du Brésil très commun dans les provinces de Rio de Janeiro, d'Espirito-Santo et de San Paulo et dont une variété, la peroba-revessa est mouchetée comme l'érable mais d'un jaune or plus vif et plus brillant ; le genipapo, qui abonde dans les provinces de Bahia et de Rio ; c'est un bois très homogène et très élastique, d'une couleur lilas ; on l'a introduit récemment dans l'ébénisterie en concurrence avec l'érable ; les cèdres, le bois rose, l'acajou et l'angelica qui résistent au ver-taret, etc. Gardons-nous d'oublier l'araucaria ou sapin du Brésil dont les forêts s'étendent depuis le Picu dans la province de Minas-Geraes jusqu'aux montagnes de Rio Grande du sud. Les araucarias peuvent être placés en bon rang au nombre des richesses naturelles de cette région et en particulier de la province de Parana. Ils ont en général de 20 à 36 mètres de hauteur et un diamètre de 1^{m},50 à 2 mètres. Leur bois est excellent pour la menuiserie, leurs fruits sont comestibles et les immigrants s'en servent pour engraisser leurs porcs. Enfin comme les autres conifères, l'araucaria produit de la résine, de la térébenthine, du goudron et tous les produits analogues.

Elevage. Sans avoir une importance comparable à celle qu'elle a dans la République Argentine, l'industrie de l'élevage a néanmoins pris au Brésil un assez grand développement, et les cuirs figurent parmi les principaux articles d'exportation de ce pays. C'est par l'élevage qu'ont commencé les premiers colons. On allait alors à la recherche des *campos* ou prairies naturelles comme à la recherche des mines d'or et de diamants. La forêt vierge est un obstacle pour l'immigrant. Le campo aberto, la campagne ouverte, au contraire, offre une route toute faite, des pâturages pour les bœufs, les chevaux et les moutons. Les races de bœufs et de chevaux introduites à l'origine étaient celles du Portugal et de l'Espagne. Ces races qui ont à peu près trois siècles d'acclimatation sont appelées *créolas* pour les distinguer des races introduites tout dernièrement de l'Europe et même des Indes.

Les provinces où l'on fait le plus d'élevage sont au nord celles de Piauhy et de Céara, au sud celle de Rio Grand·du sud et dans le Brésil central celles de Goyaz et de Matto-Grosso. Les pâturages de ces deux provinces figurent parmi les plus beaux et les plus productifs du Brésil. Aussi malgré la distance une compagnie anglaise a choisi Matto-Grosso pour y fonder un grand établissement pour la préparation de viandes, de langues salées et fumées et d'extrait dans le genre Liebig.

Jusqu'à l'abolition de l'esclavage les grands propriétaires de ces diverses régions ne faisaient que l'élevage et l'industrie des saladeros dont nous avons parlé à l'occasion de la République Argentine. La suppression de l'esclavage a porté un coup mortel à cette industrie au Brésil. Le *xarqui*, la *carne secca* forment en effet une mauvaise nourriture dont on se contentait pour les esclaves mais qu'il est plus difficile de faire accepter par des ouvriers libres. Aussi l'écoulement en devient de moins en moins facile et les efforts des producteurs tendent-ils à exporter les viandes de bœuf et de mouton en frigorifiques comme on le fait déjà en Australie et à la Nouvelle Zélande.

Il y a encore beaucoup à faire au Brésil pour améliorer la race des bœufs, des chevaux et des moutons et, à ce point de vue la République Argentine lui est bien supérieure. Néanmoins les bœufs de la province de Minas se distinguent par leur belle taille et par leur force, ce sont eux qui alimentent les abattoirs de la ville de Rio. Dans cette province comme d'ailleurs à Parana et à Rio Grande du sud, on élève en outre une énorme quantité de mules et de mulets pour le service des transports sur les routes et dans l'intérieur des villes.

Production minérale. Le sous-sol du Brésil contient des richesses minérales considérables. Celles dont on connaît avec certitude des gisements exploitables ou exploités sont : le diamant, l'or, le fer, le cuivre, le manganèse, le plomb argentifère ; les pierres précieuses colorées telles qu'améthystes, topazes, grenats, agate, etc. ; le mica, les marbres, l'amiante, la houille, le schiste bitumeux, le graphite et le salpètre. Seuls l'or, le diamant, les pierres précieuses colorées, le quartz, l'agate et le mica donnent lieu à un commerce d'exportation.

Or. Il n'est guère de provinces du Brésil où l'or n'ait été exploité et on peut citer comme ayant des mines encore en activité celles de Minas-Geraes, Rio Grande du sud, Goyaz, Bahia, Matto-Grosso, Parana, San Paulo et Maranhão. Parmi les six premières qui fournissent chaque année une certaine quantité de ce métal, Minas. Geraes occupe toujours le premier rang.

Tous les gisements aurifères de quelque importance se groupent autour des trois grandes chaînes de montagnes qui forment comme l'ossature du pays.

Ces mines d'or appartiennent à deux groupes : gisements d'alluvions, filons. Ce sont naturellement les premiers qui ont d'abord attiré l'attention des chercheurs d'or et pendant plus d'un siècle ils ont fourni tout l'or exporté par le Brésil. Ils sont situés sur des plateaux ou dans les fonds des vallées, dans le lit ou sur les bords des cours d'eau dont, en général ils ne s'écartent pas beaucoup. Souvent à fleur de terre ils sont fréquemment, comme à Minas-Geraes, à Bahia et à Matto-Grosso, recouverts d'une couche d'argile, d'épaisseur variable. Leur exploitation facile a attiré partout l'attention des orpailleurs et il n'en est guère où l'on ne retrouve aujourd'hui des indices d'anciens travaux ; mais comme ces travailleurs ne possédaient que des moyens très primitifs, il est bien peu de gisements qui aient été complètement épuisés. Aujourd'hui encore, sauf dans les provinces de Parana, dans le rio Tibagy, à Minas Geraes, dans le rio des Mortés, ces dépôts ne sont exploités que par de simples orpailleurs. Pourtant, depuis quelques années, ils semblent avoir repris

une certaine faveur et des études et des tentatives ont été faites pour l'établissement de lavages au moyen du système hydraulique californien.

Les travaux des orpailleurs sont très irréguliers et intermittents. Un grand nombre d'entre eux sont à la fois chercheurs d'or et cultivateurs et ne consacrent au lavage qu'une partie de leur temps. Leur nombre a beaucoup diminué et à Minas Géraes il ne doit guère dépasser trois mille, en y comprenant les chercheurs de diamants qui retirent en même temps de l'or des lavages des graviers diamantifères. Comme importance viennent ensuite les provinces de Bahia, Rio Grande du sud, Parana et Matto-Grosso. En général l'or d'alluvion au Brésil est en grains fins, formant souvent une véritable poudre. Les pépites volumineuses sont très rares.

Les gisements d'or autres que les placers ne sont exploités d'une manière suivie que dans les provinces de Minas Géraes, Rio Grande du sud et Bahia. Cette dernière ne compte actuellement qu'une seule mine en activité, celle de Jacobina. Dans la province de Rio Grande du sud, les filons de quartz aurifère ne sont exploités que par des entreprises locales. C'est donc encore Minas Géraes qui tient le premier rang : les filons y sont excessivement nombreux et déjà six compagnies étrangères dont cinq ont leur siège à Londres et la sixième à Paris en poursuivent l'exploitation. Il faut y joindre une série de petites exploitations appartenant à des particuliers et dont le nombre s'élève actuellement à 24.

Dans un remarquable travail publié à l'occasion de l'Exposition de 1889 et auquel nous avons emprunté la plupart des renseignements que nous donnons ici, M. Henri Gorceix, directeur de l'Ecole des mines d'Ouro-Preto, évalue, ainsi qu'il suit, la production d'or de la province de Minas Géraes : de 1700 à 1820, 534,403 kilogrammes, soit une moyenne annuelle de 4,450 kilogrammes ; de 1820 à 1860, 63,825 kilogrammes, soit par an 1,535 kilogrammes ; enfin de 1860 à 1888, la production aurait été de 60,000 kilogrammes, ce qui donne 2,142 kilogrammes par an. En résumé, de 1700 à 1888, la province de Minas aurait produit 658,228 kilogrammes d'or soit, en estimant à 2,800 francs le kilogramme, une somme de 1,843,000,000 de francs. Et les mines sont loin d'être épuisées ; quelques-unes même sont à peine effleurées. A ce chiffre, il faut joindre l'or produit par les autres provinces qui atteindrait la valeur de 500,000,000. Ce dernier chiffre ne paraît pas exagéré car Goyaz et Matto-Grosso ont été pendant longtemps des centres de production très actifs.

Diamants. L'existence de diamants dans les terrains aurifères du nord de la province de Minas Géraes a été connue avec certitude en 1789. Depuis cette époque jusqu'à nos jours, cette province n'a jamais cessé de fournir chaque année des quantités notables de cette pierre précieuse. Mais cette production a beaucoup diminué pendant ces dernières années, surtout depuis 1870, par suite de la baisse considérable des prix produite par la quantité de diamants que les mines du cap de Bonne Espérance versent tous les ans dans le commerce. Ce n'est que grâce à la qualité supérieure des brillants du Brésil, à leur éclat, à leur pureté, que leur valeur a pu se maintenir à un taux qui a sauvé d'une crise complète les exploitations du pays.

Aujourd'hui, malgré ces conditions défavorables, dans tous les bassins diamantifères du Brésil on trouve encore des travailleurs, dont les découvertes journalières montrent que les gisements ne sont pas épuisés. Ils sont situés dans les provinces de Minas-Géraes, Bahia, Parana, Goyaz, Matto-Grosso et San-Paulo.

C'est encore, comme pour l'or, la province de Minas-Géraes qui est la plus riche : les gisements les plus importants sont ceux de Cocaes, à dix lieues au nord de la ville d'Ouro-Preto ; de Diamantina, le plus riche de tous, qui comprend une bande de terrain de plus de 200 kilomètres sur quelques lieues de largeur, appartenant aux bassins du Jequitinhouba ; du Rio Doce et du San Francisco, depuis la vallée de Conceiçáo jusqu'au Jequitahy.

Dans la province de Bahia, les terrains diamantifères couvrent de vastes surfaces dans le municipe de Rio das Cantas. A Parana, les graviers diamantifères du Rio Tibagy sont exploités par une compagnie.

En général les diamants du Brésil sont bien cristallisés, incolores et de belle eau. Le *carbonado* ou diamant noir est beaucoup plus rare ; il vient surtout des gisements de Bahia, mais on le rencontre aussi dans le district de Terra-Blanca, province de Minas-Geraes.

Il y a quelques années le Brésil exportait tous ses diamants à l'état brut ; aujourd'hui une partie est taillée dans le pays. Dans le municipe de Diamantina on compte 19 tailleries occupant environ 150 ouvriers.

Dans le travail que nous avons déjà cité, M. Gorceix évalue ainsi la production des diamants dans la province de Minas-Geraes en 1887 :

District de Diamantina.	3.481	grammes.
— de Serro.	717	—
— de Grain-Mogol	537	—
— de Jequitahy.	788	—
Autres localités.	150	—
Ensemble.	5.673	grammes.

Si l'on ajoute à ce chiffre la production des autres provinces, on peut estimer à 8 kilogrammes la production totale annuelle du Brésil.

Les limites de ce travail ne nous permettent pas d'étudier en détail toutes les richesses minérales que renferme le sol du Brésil et dont une bien faible partie est actuellement exploitée.

C'est ainsi que les minerais de fer que l'on trouve en si grande abondance dans les provinces de Minas Geraes, San-Paulo, Santa Catharina, Matto-Grosso, Goyaz, Espirito, Santo et Bahia sont à peine utilisés ; seule la province de Minas possède un certain nombre de petites forges produisant environ 3,000 tonnes de fer par an. Il est transformé sur place en instruments de travail, faux, houes, pelles, etc.

Nous ne ferons que citer les gisements de minerais de cuivre que l'on trouve dans les provinces de Rio Grande du sud, de Matto-Grosso et de Ceara ; ceux de plomb à Rio Grande du sud et à San-Paulo.

Quant aux combustibles minéraux, les dépôts connus jusqu'à présent sont loin d'être en rapport avec les richesses si considérables de minerais de fer que possède le pays. Il existe cependant des couches de charbon dans les provinces de Para, de l'Amazone, de San-Paulo, de Parana, de Santa-Catharina et de Rio Grande du sud, mais bien que plusieurs d'entre elles aient fait l'objet de concessions, elles n'ont pas été jusqu'ici l'objet d'une exploitation régulière.

Notons enfin pour finir cette longue énumération, les dépôts de guanos et de phosphates alcalins analogues à ceux du Pérou qu'on trouve sur les îlots de la côte du Brésil. Les plus importants sont situés dans l'archipel de Fernando de Noranda.

On voit combien sont nombreux les gisements métallifères et de substances utilisables dans l'industrie déjà connus au Brésil. Bien plus nombreux doivent être ceux que le sous-sol renferme dans les immenses régions où il est resté jusqu'à ce jour vierge de toute exploitation.

INDUSTRIE. L'industrie proprement dite est encore très peu développée au Brésil qui importe d'Europe ou des Etats-Unis les principaux produits manufacturés qu'il consomme. Les établissements industriels créés ont pour but, en général, de transformer les produits naturels du pays. La fabrication de l'eau-de-vie dans les régions où on cultive la canne à sucre, celle du tapioca avec la farine de manioc, la préparation des cuirs dans les pays

d'élevage, les conserves de viande ou de poissons, etc. Néanmoins plusieurs provinces sont depuis quelques années en sérieux progrès. A Pernambuco les fabriques de sucre, très nombreuses, commencent à transformer leur outillage et à appliquer les procédés les plus perfectionnés. La société de filature et de tissage de Pernambuco a une usine à vapeur qui produit annuellement 500,000 mètres de tissus de coton ; on en construit une autre à Torre, près de Recife qui fournira chaque mois 200,000 mètres d'étoffe. La province de Sergipe possède également un tissage de coton et plus de 800 usines sucrières ; celle de Bahia compte 6 fabriques de tissus, 12 de savon, 14 d'huile de ricin, 4 fonderies, 6 raffineries de sucre, 1 brasserie, 2 fabriques de tabac en poudre, etc., sans parler des distilleries, huileries diverses, fabriques de faïences, de tuiles, de briques, etc. La province de Minas-Geraes n'a pas moins de soixante manufactures diverses, des tanneries, des selleries dont les cuirs préparés peuvent rivaliser avec les produits similaires arabes les plus vantés, des fabriques de tissus de coton et de laine dont les produits et en particulier ceux des fabriques d'Alfenas sont très appréciées ; des teintureries, des fabriques de cigares et de cigarettes, de chapeaux, de bougies, etc.

La province de San-Paulo possède actuellement 12 filatures et tissages de coton employant 1,600 ouvriers et produisant par an environ 12,000,000 de mètres de tissus valant 10,000,000 de francs.

Il y a en outre à San-Paulo, une fabrique d'indiennes, des sucreries nombreuses, plusieurs fabriques de meubles, de chapeaux, etc.; on trouve enfin également à Rio Grande du sud des fabriques de tissus d'excellente qualité.

Cette énumération rapide montre que, si le Brésil n'est plus complètement dépourvu d'industries manufacturières, sa production sur ce point est encore loin de pouvoir satisfaire aux besoins de la consommation locale.

Nous avons vu que, pour le transport de ses produits agricoles, forestiers ou miniers, le Brésil trouvait des moyens de communications faciles dans les nombreux fleuves qui traversent son territoire. Cet outillage naturel se complète à l'intérieur par un réseau déjà important de voies ferrées.

Au 1er janvier 1889 les chemins de fer brésiliens comprenaient 8,890 kilomètres en exploitation, 2,000 kilomètres en construction ; 3,400 kilomètres dont les études et plans étaient complètement terminés et qui allaient entrer en construction ; enfin 4,500 kilomètres concédés. Ces chemins de fer sont en général à voie unique, et en grande majorité à voie étroite d'un mètre.

Il faut citer parmi les plus importantes lignes du Brésil, le chemin de fer Dom Pedro II qui part de Rio de Janeiro, traverse la province de Rio et se sépare en deux bras qui desservent l'une la province de San-Paulo et l'autre la province de Minas Geraes. Il a une longueur de 786 kilomètres dont 61 seulement à voie étroite ; le chemin de fer de Santos à Jundiahy dans la province de San-Paulo et celui de Paulista qui est la continuation du précédent ; le réseau de la Compagnie Leopoldina qui dessert des régions importantes des provinces de Rio de Janeiro, de Minas Geraes et d' Espirito-Santo. La plupart des lignes de chemins de fer actuellement en exploitation se trouvent d'ailleurs dans les régions du centre et du sud voisines de l'Atlantique ; le bassin de l'Amazone ne possède encore qu'un petit tronçon de faible étendue.

Enfin, de nombreux ports ouverts sur l'Atlantique, offrent au commerce étranger de grandes facilités d'accès. Les plus importantes sont, en commençant par le nord, ceux de Para ou Belem à l'embouchure de l'Amazone, Recife dans la province de Pernambuco, Rio de Janeiro à l'entrée de la baie du même nom et Santos dans la province de San-Paulo.

Commerce extérieur. En même temps que la production agricole et minière du Brésil augmentait, que sa population devenait plus dense et que ses moyens de communications devenaient plus nombreux et plus faciles, son commerce se développait de son côté.

C'est ainsi que, alors qu'en 1860 le mouvement général du commerce extérieur brésilien atteignait à peine 271,000,000 de francs, en 1887-1888, il s'élevait à 1,183,000,000, si l'on y ajoute le commerce interprovincial on atteint 1,500,000,000 francs.

Il y a lieu de faire remarquer en outre que, dans ce chiffre, ne sont pas compris les échanges de trois provinces : Minas-Geraes, Goyaz et Matto-Grosso sur lesquelles les données précises à cet égard font défaut.

Quelle est la part de chaque province dans cet ensemble de transactions ? La place de Rio de Janeiro seule en revendique près de la moitié soit 666,000,000 de francs. Ce grand port occupe d'ailleurs une place tout à fait à part dans le mouvement commercial et maritime du Brésil ; il est l'entrepôt naturel d'une partie du commerce de San-Paulo et d'Espirito-Santo et de la plus grande partie du commerce de Minas-Geraes, province qui n'a pas de débouchés sur la mer. Les importations et les exportations de Rio de Janeiro ont été en 1883-1884 de 632,000,000 de francs ; en 1884-85 de 658,000,000 et en 1885-86 de 667,000,000. Voici d'ailleurs quel a été pour la navigation au long cours non compris le cabotage le mouvement du port de Rio depuis dix ans :

Années	Entrées		Sorties	
	Navires	Tonneaux	Navires	Tonneaux
1879	1.313	1.075.847	1.127	1.059.115
1880	1.297	1.069.186	1.083	1.006.719
1881	1.285	1.125.059	1.121	1.117.187
1882	1.288	1.197.671	1.064	1.110.439
1883	1.218	1.220.332	1.067	1.207.821
1884	1.245	1.281.388	1.111	1.233.096
1885	1.263	1.323.905	1.105	1.283.264
1886	1.232	1.359.993	1.037	1.230.443
1887	1.102	1.235.292	824	1.047.895
1888	1.196	1.495.410	1.072	1.407.239

Bien loin derrière Rio de Janeiro, vient tout d'abord la province de San-Paulo avec un commerce de 160,000,000. Le port de Santos, qui la dessert, a pris pendant ces dernières années une importance qui ira en croissant tous les jours. Les recettes de sa douane ont presque doublé depuis sept ans en passant de 18,000,000 francs, chiffre de 1882 à 33,500,000, chiffre de l'année 1887. Pernambuco et Bahia suivent de bien près avec des chiffres d'affaires à peu près égaux 131 et 132,000,000; puis nous trouvons la province de Rio Grande du sud avec un commerce de 104,000,000 francs et celle de Para avec 100,000,000. Ces six provinces font les quatre cinquièmes des échanges de tout le pays, soit 1,295,000,000 sur 1,512,000,000 francs.

Après elle vient un second groupe de provinces dont le commerce réuni s'élève à 194,500,000. Ce sont : Amazonas, Maranhão ou Maragnon, Ceara, Sergipe, Alogoas, Parahyba, Parana et Santa-Catharina. Quant aux provinces de Rio Grande du nord, d'Espirito-Santo et de Piauhy l'ensemble de leur commerce est à peine de 23,000,000 francs. Nous avons dit plus haut qu'il n'existait pas de données précises sur le mouvement de Minas Geraes, Matto-Grosso et Goyaz.

Voici quel a été le mouvement commercial des 17 provinces que nous venons de citer, pendant l'année 1885-1886 :

Commerce avec l'étranger.

Importations. . . .	198.200	contos	ou 495.500.000 fr.
Exportations. . . .	194.961	—	ou 487.402.500

Commerce interprovincial.

Importations. . . . 66.168 contos ou 165.420.000 fr.
Exportations. . . . 70.630 — ou 176.575.000

L'évaluation est faite en contos de reis (le contos de reis vaut 2,500 francs au change moyen de 400 reis pour 1 franc).

La province de l'Amazonas mérite une mention spéciale, Son commerce augmente avec une rapidité exceptionnelle. En 1888 les recettes des douanes de son principal port, celui de Manaos, qui était à peine connu il y a vingt ans, se sont élevées à 3,800,000 francs.

Si nous répartissons les chiffres que nous venons de citer entre les diverses régions du Brésil, il est facile de se rendre compte de leur énergie productive à l'heure actuelle. Nous laissons naturellement de côté Rio de Janeiro qui occupe une place à part. Pour la région côtière tropicale comprenant Maranhâo, Piauhy, Ceara, Rio Grande du nord, Parahyba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia et Espirito-Santo, nous trouvons un commerce de 405,000,000 de francs, soit un peu moins de 72 francs par habitant. La région tempérée du sud comprenant San-Paulo, Parana, Santa-Catharina et Rio Grande du sud a un commerce de près de 387,000,000 soit plus de 108 francs par tête. Enfin le commerce de la vallée de l'Amazone comprenant les deux provinces de Para et de l'Amazone, avec 500,000 habitants au maximum, est de 155,000,000 soit 310 francs par tête.

Depuis 1885-1886 le commerce de cette région s'est encore accentué. Pendant l'année 1888, la valeur officielle des principaux produits de l'Amazone (caoutchouc, cacao, toucas, etc.), exportés en Europe, aux Etats-Unis et vers le Brésil méridional s'est élevé à la somme de 33,881 contos soit environ 96,000,000. De ces produits 83,000,000 sont partis directement de Para et 13,000,000 y sont passés en transit venant de Manaos.

Les chiffres que nous avons donnés plus haut se rapportent à tout le commerce du Brésil, aussi bien le commerce interprovincial que celui qui est fait avec les pays étrangers. Voici quels sont les chiffres du commerce extérieur proprement dit :

Années	Importations	Exportations	Totaux
	francs	francs	francs
1839-40	130.000.000	110.000.000	240.000.000
1849-50	147.500.000	140.000.000	287.500.000
1859-60	282.500.000	280.000.000	562.500.000
1869-70	417.250.000	492.500.000	909.750.000
1877-78	405.000.000	460.000.000	865.000.000
1878-79	410.000.000	500.000.000	910.000.000
1879-80	430.000.000	550.000.000	980.000.000
1880-81	451.146.000	583.969.000	1.035.065.000
1881-82	460.283.000	541.774.000	1.002.057.000
1882-83	464.654.000	488.746.000	953.400.000
1883-84	531.327.000	542.682.000	1.074.009.000
1884-85	446.077.000	565.674.000	1.011.751.000
1885-86	495.500.000	487.402.500	982.902.500
1886-87	523.516.000	658.877.000	1.182.393.000
1887-88	652.497.000	531.255.000	1.183.752.000

Les six principaux produits qu'exporte le Brésil sont : le café, le sucre, le coton, les cuirs, le tabac et le caoutchouc. Nous donnons plus loin par périodes quinquennales quelle a été leur exportation moyenne par an depuis un demi-siècle (V. le tabl. A de la col. suivante).

Pendant les deux années 1885-86 et 1886-87, les résultats publiés par le ministère des finances donnent les chiffres suivants traduits en francs au change moyen de 400 reis pour 1 fr. (V. le tabl. B de la colonne suivante).

L'exportation du café occupe la première place, et elle

A Périodes	Café	Sucre	Coton	Cuirs	Tabac	Caoutchouc
	contos	contos	contos	contos	contos	contos
1839-44	18.271	10.293	3.646	3.482	751	210
1844-49	21.492	14.994	3.284	4.868	909	229
1849-54	31.289	15.777	5.129	4.696	1.571	1.452
1854-59	48.850	22.653	5.955	7.211	3.592	1.967
1859-64	61.871	17.888	13.052	8.605	4.200	3.158
1864-69	73.834	19.806	34.195	8.919	4.582	5.920
1869-74	91.625	24.166	33.171	10.493	6.556	10.494
1874-79	115.960	22.116	12.017	8.777	5.955	10.493
1879-84	121.975	31.215	9.011	6.783	6.559	11.949
3 dernières années 1884-87	154.717	17.654	10.811	6.018	6.737	9.085

B Produits	1885-86	1886-87
	francs	francs
Café.	312.500.000	467.500.000
Sucre.	35.250.000	40.500.000
Caoutchouc	28.750.000	13.000.000
Coton	28.580.000	37.800.000
Tabac	18.250.000	15.600.000
Peaux	19 000.000	13.400.000
Cacao	5.422.000	4.077.000
Châtaignes de Para. . . .	3.210.000	300.000
Or en poudre	4.122.000	3.000.000
Crins.	2.355.000	600.000
Diamants.	1.000.000	1.000.000
Thé du Paraguay (Maté) .	5.750.000	8.500.000
Autres marchandises. . . .	39.280.000	52.600.000
Totaux	503.469.000	658.877.000

n'a cessé de grandir depuis un demi-siècle. Les chiffres que nous venons de citer donnent une idée de cette progression. De 1839 à 1844, le Brésil exportait en moyenne pour 53,700,000 francs de café par an. Cette exportation s'est successivement élevée à 89,500,000 de 1849 à 1854, à 139,500,000 de 1859 à 1864, à 261,500,000 de 1869 à 1874, à 350,000,000 de 1879 à 1884, à 443,000,000 de 1884 à 1887 et enfin en 1887 à 467,500,000.

L'exportation du caoutchouc est devenue également considérable. En 1844 elle atteignait à peine 700,000 francs par an, et pendant la période de 1884 à 1887 elle a été en moyenne de 26,000,000.

Quant au sucre de canne son exportation, après avoir été croissant jusqu'en 1884, s'est depuis lors sensiblement ralentie. De 1839 à 1844 on pouvait l'évaluer à 29,500,000 francs par an. Elle atteignait successivement 45,000,000 en 1854, 51,000,000 en 1864, 119,000,000 en 1874, 139,000,000 de 1879 à 1884 puis tombait à 95,000,000 en 1886 et 40,000,000 en 1887. La production sucrière du Brésil traverse en ce moment une crise qu'il faut attribuer à plusieurs mauvaises récoltes successives, à la concurrence du sucre de betteraves et aussi aux conditions nouvelles créées pour la culture de la canne à sucre par l'abolition de l'esclavage.

L'exportation du coton du Brésil a subi aussi diverses fluctuations. Le Brésil a surtout développé sa production alors que les Etats-Unis, engagés dans la guerre de Sécession, ne pouvaient plus approvisionner les marchés d'Europe. A cette époque (1864-69) son exportation atteignit 98,000,000 de francs ; jusqu'en 1874 elle se maintint encore à plus de 94,000,000 ; mais depuis lors elle a diminué des deux tiers et ce n'est que pendant ces dernières années qu'elle a semblé vouloir se relever un peu.

On remarque les mêmes fluctuations pour les cuirs. La période la plus prospère a été celle de 1869 à 1874 qui a présenté un chiffre d'exportation d'un tiers plus

élevé que celui des dernières années. Quant au tabac, il fournit au commerce extérieur du Brésil un élément de plus en plus important. En 1840 son exportation n'atteignait pas 2,000,000 de francs : elle n'a cessé de progresser depuis et elle a dépassé, en 1885-86, 18,000,000.

L'importation comprend surtout des produits manufacturés on alimentaires, du charbon, des machines et outils, de la parfumerie.

Quelle est la part de chaque pays dans le commerce extérieur du Brésil ?

Pour l'exportation, les Etats-Unis occupent la première place, absorbant à eux seuls plus de la moitié des produits exportés par le Brésil ; puis, bien loin derrière eux, viennent l'Allemagne, la France et l'Angleterre.

A l'importation l'Angleterre occupe le premier rang ; elle expédie à elle seule 40 0/0 des produits que reçoit chaque année le Brésil ; la seconde place appartient à la France avec 17 0/0; viennent ensuite l'Allemagne, 9 0/0, les Etats-Unis, 8 0/0 ; le Portugal, 7 0/0 ; l'Uruguay 6 0/0 ; la Belgigue, 5 0/0 et enfin la République Argentine, avec 4 0/0.

Le rang que nous venons d'indiquer pour chacune de ces puissances dans le commerce d'importation du Brésil est le même depuis longtemps, mais la part proportionnelle de chacune d'elles tend à se modifier et ce au détriment de la France dont les importations au Brésil ont plutôt diminué depuis dix ans alors que la Belgique et surtout l'Allemagne n'ont cessé de gagner du terrain. Cette dernière est même parvenue à enlever à la France la seconde place dans le commerce d'importation de Rio de Janeiro, le plus important des ports du Brésil. On se rendra plus facilement compte de ce mouvement qui mérite d'arrêter notre attention en comparant les importations des divers pays par Rio de Janeiro en 1878-79 et en 1886-87, la dernière année pour laquelle nous possédons des renseignements précis :

Pays	1878-79	1886-87	Progression	
	francs	francs	francs	p. 100
Grande-Bretagne.	87.830.000	113.562.500	+ 25.732.500	+ 29
France.	42.460.000	32.810.000	— 9.650.000	— 22
Allemagne.	20.232.500	33.812.500	+ 12.580.000	+ 62
Etats-Unis.	18.710.000	22.615.000	+ 3.905.000	+ 20
Portugal.	14.385.000	17.300.000	+ 2.915.000	+ 20
République Argentine . . .	13.790.000	7.797.500	— 5.992.500	— 43
Belgique.	13.080.000	15.732.500	+ 2.652.500	+ 20
Uruguay.	11.050.000	14.055.000	+ 3.005.000	+ 27
Italie.	2.250.000	2.510.000	+ 260.000	+ 11
Indo-Chine	612.500	2.530.000	+ 1.917.500	+ 313
Autres pays.	3.172.500	4.765.000	+ 1.592.500	+ 50
Totaux.	227.572.500	263.965.000	+ 36.992.500	+ 16

Ainsi pendant cette période, alors que les importations anglaises à Rio de Janeiro augmentaient de 29 0/0. celles de l'Allemagne de 62 0/0, celles de la Belgique, des Etats-Unis, du Portugal de 20 0/0, les importations françaises diminuaient de 22 0/0.

Ces résultats, évidemment peu satisfaisants pour nous, sont malheureusement le reflet assez exact du mouvement général de son importation au Brésil de 1878 à 1887. Sans doute, dans l'ensemble de commerce brésilien la France occupe encore le second rang ; mais une diminution constante est également remarquée. Pour s'en rendre compte il suffit de consulter le tableau des importations de la France au Brésil, de 1880 à 1887, que nous donnons p. 437 Ces chiffres sont extraits des *Annales du commerce extérieur*, publiées par le Ministère du Commerce.

A quelles causes faut-il attribuer cette décadence du commerce français au Brésil, décadence qui frappe d'autant plus que les importations de presque tous les autres pays sont en progrès marqué. Pour les apercevoir il suffit d'examiner les moyens employés par les autres pays, soit pour s'y créer une situation prépondérante, comme l'a fait l'Angleterre ; soit pour nous déloger peu à peu des positions que nous occupons, ce qu'essaient de faire, non sans succès, l'Allemagne et, depuis peu, l'Italie.

La suprématie des Anglais comme vendeurs sur les marchés brésiliens s'explique tout naturellement. L'Angleterre est maîtresse de toutes les places d'importation ; elle y vend largement ses tissus de coton et de laine, ses fers, ses aciers, ses charbons, parce qu'elle ne craint pas d'aventurer ses capitaux, parce qu'elle ouvre des crédits assez larges à ses clients. En outre, les Anglais, depuis un demi-siècle, se sont fait les commanditaires de toutes ies grandes entreprises du pays. C'est à Londres que le Brésil réalise les grandes opérations de crédit qu'exige le perfectionnement de son outillage national.

Mais la situation prépondérante du commerce anglais est déjà ancienne et ce n'est pas lui qui dans ces dernières années a été au Brésil notre concurrent le plus redoutable. Au contraire le développement du commerce allemand est plus récent, les progrès moins considérables mais néanmoins sérieux des Italiens datent d'hier, et c'est à notre détriment qu'ils ont été accomplis.

L'Italien dispose d'une arme redoutable pour nous évincer : il émigre. Le Brésil a reçu 35,000 Italiens en 1887 et 100,000 en 1888. Grâce à cette émigration l'Italie implante partout des clients pour ses produits et pour son industrie.

Les Allemands émigrent aussi. Non seulement ils émigrent au Brésil mais encore ils y cherchent par tous les moyens des débouchés pour leur commerce. En 1881 les Allemands ont organisé à Porto-Allegre, chef-lieu de la province de Rio Grande du sud, une exposition destinée à faire connaître les produits de leurs fabriques. Deux ans après, ils ont ouvert à Berlin une exposition de matières brésiliennes, en choisissant celles qui pourraient être utilisées immédiatement par leur industrie.

Les commerçants français semblent avoir compris que pour lutter contre d'aussi redoutables concurrents, il fallait déployer plus d'énergie et d'activité. La diminution de nos importations au Brésil paraît enrayée. Après avoir été de 59,600,000 francs en 1887 elles ont atteint 64,600,000 en 1888 et dépassé ce chiffre en 1889.

L'étude que nous venons de faire sur la situation économique du Brésil montre quelles immenses ressources possède ce pays. Si la révolution qui vient de se produire sans grande secousse n'est pas le point de départ de luttes intestines pouvant aboutir à un morcellement de son vaste territoire, le Brésil paraît appelé dans un avenir assez rapproché à un grand essor agricole et commercial. — L. B.

Le Brésil à l'Exposition de 1889. Si le Brésil, qui s'était abstenu en 1878, nous a émer-

IMPORTATIONS DE LA FRANCE AU BRÉSIL, DE 1880 A 1887, ÉVALUÉES EN MILLIONS DE FRANCS
(Commerce spécial).

Désignation des marchandises	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887
Produits naturels et matières premières.								
Peaux préparées	3.1	3.7	2.1	2.4	2.3	2.5	2.5	2.7
Totaux	3.1	3.7	2.1	2.4	2.3	2.5	2.5	2.7
Produits alimentaires.								
Beurre salé	6.2	6.9	7.7	6.8	7.3	7.6	7.6	6.5
Vins	5.4	5.9	3.6	3.8	3.2	3.0	2.9	2.6
Eaux-de-vie, esprits et liqueurs	0.5	0.6	0.4	0.6	0.4	0 5	0.5	0.4
Totaux	12.1	13.1	11.7	11.2	10.9	11.1	11.0	9.5
Produits manufacturés.								
Ouvrages en peau ou en cuir	15.6	15.0	9.4	11.8	11.1	8.9	9.2	8.3
Vêtements et pièces de lingerie cousues	9.4	7.7	6.5	7.3	9.3	7.1	8.1	7.9
Tissus de laine	7.0	5.9	7.6	6.1	4.6	5.8	5.8	7.4
Tissus de coton	1.6	1.9	2.8	2.8	2.4	1.9	2.6	3.8
Orfèvrerie et bijouterie d'or et de platine	2.4	1.4	2.0	1.2	0.7	0.4	0.9	0.6
Tabletterie, bimbeloterie	0.8	1.0	2.2	2.7	3.2	2.2	2.6	2.8
Papier, carton, etc.	1.9	2.0	1.9	1.8	2.6	1.7	1.1	1.4
Médicaments composés	1.9	1.9	1.9	2.0	1.8	1.8	1.9	2.0
Outils et ouvrages en métaux	1.3	1.8	1.7	1.8	1.2	1.4	1.2	1.5
Poteries, verres et cristaux	1.1	1.1	1.0	1.7	0.8	0.9	0.8	1.1
Meubles et ouvrages en bois	0.7	0.9	0.6	0.9	0.8	0 6	0.7	0.6
Parfumeries	0.9	0.9	0.8	1.0	0.7	0.7	0.6	0.7
Machines et mécaniques	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	1.1
Totaux	45.2	42.2	39.2	41.8	39.9	34.1	36.2	39.2
RÉCAPITULATION.								
Produits naturels et matières premières	3.1	3.7	2.1	2.4	2.3	2.5	2.5	2.7
Produits alimentaires	12.1	13.1	11.7	11.2	10.9	11.1	11.0	9.5
Produits manufacturés	45.2	42.2	39.2	41.8	39.9	34.1	36.2	39.2
Marchandises non dénommées	15.8	15.0	9.1	11.2	9.4	7.0	7.5	8.2
Totaux	76.2	74.0	62.1	66.6	62.5	54·7	57.2	59.6

veillé en 1889 par sa ravissante exposition, c'est en grande partie à l'activité d'un journaliste, M. de Santa Anna Néry, qu'on le doit. Dès l'annonce de l'Exposition il se mit en campagne, organisa des comités régionaux, fit des conférences, sollicita les souscriptions particulières, et les subventions des provinces qui ne lui firent pas défaut. Les Chambres votèrent près de 800,000 francs, et la seule province de Minas-Geraes donna 100,000 francs. Un comité central franco-brésilien, ayant à sa tête MM. de Lourdelet, Pector, da Silva, vicomte de Cavalcanti, fut chargé d'organiser tous ces efforts en vue d'un résultat pratique, dont le premier élément de succès fut l'approbation de dom Pedro II, alors en France, et qui n'avait voulu prendre dans la question aucune initiative, mais qui l'encouragea de toute son influence, lorsque le mouvement fut dessiné.

C'est M. Louis Dauvergne qui fut chargé, à la suite d'un concours, de la construction du palais d'exposition, sur un terrain d'environ 400 mètres carrés, au pied de la Tour Eiffel.

Le corps principal, d'aspect contourné cher à l'art espagnol, se composait d'un bâtiment à trois étages au milieu duquel était aménagé un atrium couvert d'une coupole. Un haut campanile sur une terrasse se trouvait au-dessus, offrant à une quarantaine de mètres un joli coup d'œil sur les jardins du Champ-de-Mars. Enfin une légère galerie en fer ajouré reliait ce pavillon à une serre, où on avait accumulé, dans un cadre artistique, les plantes tropicales les plus rares. Des grottes et un jardin étaient joints au palais, et là, dans un bassin contenant de l'eau maintenue à 30°, fleurissait la *Victoria régia*, cette plante de l'Amazone qui peut supporter un petit enfant sur chacune de ses larges feuilles blanches, et dont la fleur rougeâtre ressemble assez à une grande tarte aux cerises. Il faut avouer d'ailleurs que cette merveille horticole, très appréciée des connaisseurs, a paru causer au public badaud une certaine déception. Ajoutons que la valeur des plantes accumulées dans ce coin de l'Exposition a atteint couramment 400,000 francs, sans tenir compte des spécimens qu'il a fallu renouveler sans cesse, pour les avoir toujours en fleurs.

La décoration comprenait des faïences, des peintures en camaïeu sur fond d'or, des panneaux décoratifs de M. Lippmann, des caïmans sculptés par M. Gilbert, des proues de vaisseaux, des statues représentant les six grands fleuves du Brésil.

Les principaux produits exposés à l'intérieur par plus de 1,600 commerçants et industriels, étaient : le caoutchouc, le café, les bois, le coton, les minerais d'or, d'argent, de diamants.

L'exposition la plus merveilleuse était encore celle de Minas-Geraes, où l'on avait accumulé les quartz aurifères, les minerais d'or mêlés de fer, les conglomérats ferrugineux aurifères, d'extraordinaires spécimens d'italurite friable, contenant 911 grammes d'or par tonne, et dont l'exploitation ne coûte presque rien, des pépites de maquiné, donnant 81 kilogrammes d'or par tonne, des fers, des marbres, des graphites, des roches diamantifères, et des pierres précieuses de toutes les couleurs, de toutes les valeurs. On avait joint à ces vitrines déjà si attrayantes le modèle du fameux météorite de Bendego (province de Bahia), actuellement au musée de Rio, et tombé du ciel en 1785. Sa longueur est de 2m,15, il pèse 5,360 kilogrammes, et est formé d'un alliage de fer et de

nickel. A côté étaient les magnifiques parures de la comtesse Cavalcanti, d'une valeur de plusieurs millions et d'une pureté rare de pierreries, toutes provenant des mines du pays.

Çà et là encore à citer quelques peaux d'animaux sauvages et de serpents gigantesques, une colonne en fer forgé de l'usine d'Ypanena, une belle collection de monnaies et médailles, des photographies de sites du pays, et les modèles des bateaux à vapeur de l'Amazone.

Les produits manufacturés exposés au premier étage étaient d'une perfection très remarquable. D'abord les meubles : très beau cabinet orné de peintures, tiré de la collection ancienne Abilio, commodes, table en marqueterie et marbres; les articles d'habillement, d'alimentation ; les vins et liqueurs ; les parfumeries; les photographies n'ont rien à envier aux derniers perfectionnements européens. Seul, l'art est très peu développé. Il faudra du temps encore pour former des peintres et des sculpteurs américains, les rares exceptions se sont élevées et développées chez nous.

L'exposition brésilienne comptait encore deux annexes, un pavillon de dégustation de ses produits alimentaires, vins, thés, cafés, matés, tafias et liqueurs, et un pavillon primitif construit dans l'histoire de l'habitation sur les indications du directeur du Musée national de Rio, où l'on avait installé des antiquités curieuses, notamment des pièces de céramique provenant des îles de Marajo, à l'embouchure de l'Amazone où, depuis des temps fort reculés, des potiers travaillent la terre d'une façon spéciale. Un tableau dû au pinceau encore un peu inexpérimenté d'un brésilien, M. Luciani, représentait, dans un paysage tropical intéressant par son exactitude, un missionnaire au milieu des Indiens janapérys, sur les bords de l'Amazone.

En somme, exposition fort intéressante de ce pays, à la fois l'un des plus avancés dans la civilisation, et l'un des moins explorés à l'intérieur ; il nous paraît évident que le Brésil devrait trouver, même après la crise récente de l'abolition de l'esclavage, même après la révolution politique qui ne semble pas avoir apporté de la stabilité aux affaires, un avenir économique merveilleux, parce que les efforts sont là plus intelligents, mieux dirigés et mieux soutenus, trouvant, dans un pays où la terre est neuve comme ailleurs, l'appoint précieux d'une société organisée et depuis des siècles acclimatée sur le littoral, d'où partent ensuite les explorateurs, et où ils sont certains de trouver des ressources en cas d'insuccès.

* **BRÉSILINE.** C'est la matière colorable des bois rouges, donnant par l'oxydation la *brésiléine* qui est la matière colorante (V. ce mot au *Dictionnaire*). D'après Liebermann et Burg, la formule de la brésiline serait $C^{16}H^{14}O^5$; d'après Bolley, elle serait $C^{22}H^{20}O^7$, lorsqu'elle a perdu ses trois molécules d'eau et elle représenterait la matière colorable du campêche, l'hématoxyline $C^{16}H^{14}O^6$, plus une molécule de phénol C^6H^6O; d'après E. Kopp, la brésiline anhydre serait $C^{22}H^{18}O^7$ et se dédoublerait en hématoxyline et résorcine :

$$C^{22}H^{18}O^7 + H^2O = C^{16}H^{14}O^6 + C^6H^6O^2 \text{ (résorcine)}.$$

Le bois rouge qui était d'un emploi si important autrefois est de plus en plus délaissé, remplacé par les colorants artificiels divers, dans les orangés, les rouges, les violets et surtout par l'alizarine artificielle dans les grands teints. — v.

° **BRÉVIÈRE**, graveur sur bois, né à Forges-les-Eaux (Seine-Inférieure), en 1797, mort à Hyères en 1869 Il fut d'abord graveur en cachets à Rouen, où il avait fait quelques bonnes études artistiques, puis tenta quelques essais de gravure sur bois, procédé alors tout nouveau, car il avait été négligé pendant très longtemps, et les traditions étaient perdues. L'accueil que reçurent ces essais, en 1817, l'encouragèrent à de nouvelles recherches; c'est ainsi qu'il grava des planches importantes en deux tons, en camaïeu et en rouleaux pour l'impression des indiennes. En même temps, il initiait les Rouennais à l'art de la lithographie, et consacrait ses loisirs à graver à l'eau-forte, au burin et à la manière noire de petits sujets aujourd'hui très recherchés. Esprit fouilleur et toujours en éveil, non seulement il adopta avec enthousiasme toutes les idées nouvelles, mais il indiqua nettement la voie où plus tard on devait faire d'importantes découvertes industrielles : le dessin sur gélatine, la polychromie, la chromo-typie et même l'héliogravure, dont il entrevit la possibilité dès 1845.

Sa réputation déjà grande l'avait fait appeler en 1829 à l'Imprimerie royale et en 1834 il fut nommé dessinateur et graveur officiel. Il mit son nom sur environ trois mille bois, et a mérité, par l'intelligente impulsion qu'il donna à son art, le nom de Rénovateur de la gravure sur bois en France. On lui a élevé une statue à Forges-les-Eaux.

BRODERIE. Nous n'aurions rien à ajouter à l'article publié au *Dictionnaire* si nous n'avions découvert, à l'Exposition de 1889, un procédé intéressant de broderie en ronde-bosse. On sait que la « broderie de relief » était en grand honneur aux XVI^e^, XVII^e^ et XVIII^e^ siècles et un *Inventaire de Versailles*, de 1708, entre autres documents, donne un aperçu de ce qu'était la magnifique tenture de la salle du trône, à Versailles, qui comprenait huit pièces ayant au milieu de cha- cune d'elles « un pavillon de broderies d'or, sous lequel apparaissoient différentes figures des suites de la paix, dont les draperies étoient de broderie or et argent et chenille » et autour de chaque pièce courait « un ornement de branchages de broderie d'or et chenille, et au bas des trophées d'armes, auxquels des petits amours d'argent mat semblaient mettre le feu, le tout sur un fond de broderie d'argent à grains d'orge ». Saint-Aubin qui ajoute que des cariatides de quinze pieds de haut, brodées en *ronde-bosse* s'élevaient de chaque côté du trône, nous a laissé les procédés de travail de cette époque. Un sculpteur de talent ayant fourni les modèles, on superposait des morceaux d'étoffes découpés selon les épaisseurs voulues pour obtenir les reliefs que l'on recouvrait de fils d'or retenus par des points de soie ; c'était, disait-on alors, *un satiné d'or*. Toutefois, les saillies s'obtenaient difficilement et l'on peut constater par la selle de Louis XIV, au musée des Invalides, que les contours de la broderie ne sont pas exempts des critiques ; le temps, il est vrai, qui a détruit tous ces beaux ouvrages, a pu altérer la forme des reliefs.

Le panneau que nous avons remarqué à l'Exposition était du style Renaissance ; il était composé

de casques, de boucliers, de haches, de hallebardes reliés entre eux par une branche de laurier.

Les auteurs de ce travail, MM. Vaugeois et Binot, ont été heureusement inspirés en procédant ainsi : ils ont fait exécuter le dessin en pierre tendre, afin de déterminer très exactement le relief, chaque partie a été moulée et toutes les pièces détachées, casque, hallebarde, etc., ont été sculptées en plein liège, ce qui a permis de joindre à la précision du détail la fermeté des contours. Ce panneau remarquable était entièrement brodé au point.

BROME. *T. de chim.* (V. *Dictionnaire*). Le brome pur est souvent recherché pour les travaux de chimie organique et par les fabricants de bromure de potassium à l'usage de la photographie. On purifie le produit commercial de la façon suivante :

1° On le lave à l'eau qui dissout le chlorure de brome, et on le soumet ensuite à la distillation fractionnée au bain-marie;

2° On chauffe le brome à reflux au bain-marie avec un excès de bromure de potassium, puis on le soumet à la distillation fractionnée.

Acide bromhydrique. HBr gaz incolore fortement acide, densité 2.80, extrêmement soluble dans l'eau. On le prépare le plus commodément en faisant réagir le brome sur le phosphore rouge en présence de l'eau.

La préparation industrielle de certains produits bromés, tels que le *bromure de camphre*, les *benzines bromées*, etc., donne naissance à des quantités importantes d'acide bromhydrique que l'on peut recueillir dans l'eau et qui peut servir à la préparation de bromures métalliques.

Bromures métalliques. On les obtient : 1° par combinaison directe du brome avec le métal soit à sec, soit en présence de l'eau (bromures de fer, de cadmium, etc.);

2° Par l'action de l'acide bromhydrique sur les métaux en présence de l'eau ou sur les oxydes (bromures de calcium, lithium, etc.).

3° Par l'action du brome sur les oxydes métalliques en présence de l'eau. Avec les oxydes alcalins, potasse et soude, il se forme en même temps des bromates. Si l'on veut obtenir ces bromures purs, soit pour la médecine, soit pour la photographie, il vaut mieux les préparer par double décomposition : On prépare du bromure de fer en attaquant le fer dans l'eau par le brome et on traite la solution par le carbonate de potasse et de soude. De cette façon, on n'a pas à craindre les bromates.

Dosage bn brome. Si le bromure est soluble, on traite la solution par un excès de nitrate d'argent et on acidule par l'acide nitrique. Le bromure d'argent est filtré, lavé, séché et pesé.

Si le bromure est insoluble, on le met en suspension dans l'eau et on traite par l'hydrogène sulfuré. On filtre. Le sulfure reste sur le filtre et le liquide filtré contenant l'acide bromhydrique est traité par le sulfate ferrique qui absorbe l'excès d'hydrogène sulfuré. Il ne reste plus qu'à précipiter le brome par le nitrate d'argent comme précédemment.

Séparation du chlore et du brome. 1° La solution des deux sels est traitée par un excès de nitrate d'argent et le précipité est lavé et séché. On le pèse. Si on traite ce mélange de chlorure et de bromure d'argent par le chlore, à chaud, le chlore déplace le brome et il en résulte un second poids inférieur au premier. Une simple équation permet avec ces deux pesées de trouver les poids respectifs du chlore et du brome contenus dans le mélange. On peut également traiter le mélange de chlorure et de bromure d'argent par l'hydrogène et peser l'argent réduit.

2° La solution des deux sels est partagée en deux parties égales. Chaque fraction est précipitée par le nitrate d'argent.

Dans la première, on pèse le précipité. Dans la seconde, on ajoute un excès de bromure de potassium pur qui transforme tout le chlorure d'argent en bromure. On obtient encore une équation facile à résoudre.

L'iodure de potassium mis en digestion avec le chlorure ou le bromure d'argent les transforme en iodure; on utilise cette réaction pour la séparation du chlore, du brome et de l'iode.

On partage la solution en trois parties égales et on précipite chacune d'elles par le nitrate d'argent.

Le premier précipité est pesé directement. Le second est pesé après digestion avec du bromure de potassium qui transforme le chlorure en bromure. Le troisième après digestion avec l'iodure de potassium qui transforme en iodure le chlorure et le bromure. De là on tire trois équations à trois inconnues qu'on n'a plus qu'à résoudre.

BRONZAGE. Parmi les procédés de bronzage, il en est un qui peut s'appliquer avec succès aux objets allant au feu comme les cafetières, bouilloires, etc. On obtient un bronze solide par le mélange de dix parties de sanguine en poudre et quatre parties de plombagine, délayées dans l'esprit de vin; on en fait une sorte de bouillie avec laquelle, à l'aide d'un pinceau, on étend une couche bien uniforme sur l'objet à bronzer; lorsque l'enduit est sec, on fait chauffer fortement l'objet sur toutes ses faces au-dessus d'un feu de charbon de bois; après refroidissement on le soumet à l'opération du brunissage.

Bronzage du plâtre. Les statues, moulages et objets divers en plâtre doivent souvent être revêtus d'un enduit, d'abord parce que la couleur blanche et mate de cette matière est désagréable à l'œil, se salit vite et fait mal ressortir les reliefs, ensuite parce que le plâtre est très friable, et se détériore très vite au grand air et à la pluie. On a donc cherché un moyen de le durcir, et de lui donner en même temps une teinte se rapprochant des différents tons du bronze. Voici quelques procédés parmi les plus employés.

Enduit vert imitant le bronze antique. Mélanger de l'huile de lin, de la soude caustique et une dissolution concentrée de sel marin. Faire évaporer jusqu'à ce que de petites bulles savonneuses remontent à la surface; filtrer dans de

la toile et dissoudre le résidu dans l'eau bouillante. D'autre part, dissoudre dans de l'eau chaude quatre parties de sulfate de cuivre et une partie de sulfate de fer, et verser cette mixture dans la dissolution de savon, très lentement et en agitant constamment; il se forme un précipité vert antique. On filtre, on fait de nouveau bouillir le précipité dans un vase en cuivre, avec une partie de la mixture ; enfin on décante, on lave à l'eau froide, on passe et on dessèche la poudre, qui est prête à être employée.

Le plâtre doit au préalable subir une préparation. On mélange un kilogramme d'huile de lin pure avec 250 grammes de litharge pulvérisée; on fond au bain-marie, 300 grammes d'huile de lin, 160 de savon de fer et cuivre, 100 grammes de cire blanche pure, et on maintient le tout en fusion, à feu doux. On fait ensuite chauffer les plâtres au four, et on applique au pinceau la colle ci-dessus. On sèche à l'étuve. Lorsque le plâtre est bien sec, on le bronze avec de l'or mussif. Cette préparation n'altère en rien les contours si elle est appliquée bien également, et pénètre parfaitement le plâtre, qui peut résister impunément à la poussière et aux intempéries.

Sur les pièces de grandes dimensions, on se sert du réchaud des doreurs qui doit être présenté successivement à toutes les parties du plâtre destinées à recevoir l'enduit. Cette opération exige une grande expérience pour être convenablement conduite.

Pour les plâtres sans grande valeur, on peut remplacer l'enduit ci-dessus par de la stéarine ou de l'acide stéarique, après avoir fait chauffer le plâtre.

Enfin si le plâtre est vieux et parfaitement sec, on applique directement un mélange de stéarine en poudre et de plombagine, puis on laisse sécher et on passe au vernis de Hollande, et par dessus encore un vernis de gomme laque, pour empêcher l'absorption.

Enfin un procédé excellent et expéditif, consiste à appliquer une couche de colle de parchemin, à froid, bien unie et égalisée à la brosse, puis, après séchage, on passe légèrement une couche de colle d'or. Deux jours après, on peut employer la poudre métallique à bronzer, déposée sur l'objet à l'aide d'un tampon de laine ou de coton. Le lendemain on frotte doucement pour enlever l'excédent de bronze.

Pour l'obtenir *couleur fer*, on délaye dans l'essence de térébenthine deux parties de sanguine et une de noir de fumée, on chauffe au bain-marie, et on ajoute un peu de cire jaune. Sur cet enduit on saupoudre pour les fonds de la terre d'ombre en poudre, et on frotte les reliefs avec de la poudre d'étain appliquée avec un pinceau à l'essence. On obtient ainsi l'effet métallique du vieux fer poli.

• **BROYAGE** *des couleurs. T. techn.* Opération préliminaire de la peinture en bâtiment qui consiste dans la trituration des couleurs, réduites en poudre fine, avec de l'*huile*, de l'*essence* ou de l'*eau*. Cette opération est nécessaire avant l'application des teintes sur les surfaces à recouvrir, et c'est du soin avec lequel elle est exécutée que dépend la qualité même de la peinture.

Le broyage des couleurs s'effectue sur des tables de pierre dure ou de marbre, à l'aide de *molettes* ou pierres coniques de même nature. Voici comment on procède pour le broyage à l'huile. Les couleurs étant en poudre, on les mélange avec de l'huile, sur la pierre à broyer, de manière à former une pâte un peu ferme, que l'on appelle *pâté*. On passe ensuite la molette sur une certaine quantité de pâte étendue, qu'on triture jusqu'à ce qu'il n'existe plus aucun grain, ce dont on peut s'assurer en prenant au bout du doigt un peu de cette pâte et en la frottant sur l'ongle du pouce. Lorsque la couleur est bien broyée, on l'enlève de dessus la pierre avec l'*amassette* ou couteau à broyer et on la met dans un pot en tôle appelé *camion*.

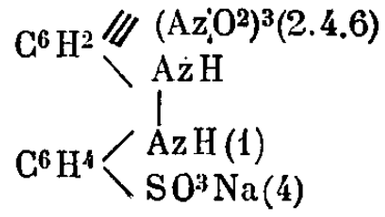
Dans les grands ateliers, le broyage des couleurs s'effectue à l'aide de machines, et c'est seulement pour les couleurs fines qu'on emploie la pierre à broyer.

On procède de même pour le broyage à *l'essence* et le broyage à *l'eau*. Les couleurs ainsi préparées ont encore besoin d'être délayées avec de l'huile ou de l'essence au moment même de leur emploi.

• **BRÛLAGE.** *T. techn.* Procédé appliqué pour enlever des vieilles peintures sur des surfaces, murs ou boiseries, que l'on veut repeindre à neuf. Cette opération s'effectue principalement sur les boiseries. Il y a plusieurs systèmes en vigueur: 1° On étend à la surface de l'objet de l'essence de térébenthine à laquelle on met le feu, au moyen d'une lampe à esprit de vin ou d'un réchaud que l'on promène sur toutes les parties à mettre à vif ; 2° On se sert d'un tuyau en caoutchouc relié à un bec de gaz et terminé en pomme d'arrosoir ; on allume cette pomme et on brûle la surface désignée; puis avec un râcloir on fait tomber la vieille peinture.

***BRÛLEUR.** — V. Bec.

BRUN. Le *Dictionnaire* a déjà traité avec développements les *bruns dérivés de la houille* (V. ce paragraphe au mot Brun), en les classant d'après les matières premières nécessaires pour leur fabrication : 1° Dérivés de l'aniline : le *brun châtaigne* de Sopp (1866); le *brun Bismarck*, le premier du nom, désigné sous le nom de *marron d'aniline*, de MM. Girard et de Laire (1863); le *brun d'aniline* ou *brun Havane*, en chauffant à 240° du bleu et du violet d'aniline ; le *brun de Vienne* et autres préparés avec des résidus de fuchsine. 2° Dérivés de l'acide phenique ou des phénols : le *brun de phényle* ou *phénicienne* ou rothine de Roth (1863), dont la base serait le dinitrophénol ; le *brun de picryle* : Sel de soude de l'acide trinitrodiphénylaminesulfonique



3° Dérivés de la naphtaline;

4° Dérivés de l'anthracène : l'*alizarine brune* ou *brun d'alizarine* et le *brun d'anthracène* ou anthragallol, de Seuberlich (1877), qui est la trioxyanthraquinone

$$C^6H^4<\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}>C^6H(OH)^3(1.2.3)$$

et se prépare soit avec acide phtalique anhydre et acide pyrogallique ou pyrogallol en présence du chlorure de zinc, soit avec acide benzoïque et acide gallique en présence d'acide sulfurique. Le brun d'alizarine S et le brun d'anthracène S sont les combinaisons bisulfitiques des produits précédents.

Mais les bruns les plus nouveaux et les plus nombreux se trouvent dans la série des azoïques.

5° Cette série de *bruns azoïques* s'ouvre en 1865 par le *brun de phénylène-diamine* (V. ce paragraphe à l'article Brun du *Dictionnaire*) dont la fabrication répond à l'équation suivante :

$$2C^6H^4<\begin{matrix}AzH^2(1)\\AzH^2(3)\end{matrix}+AzO^2H$$

$$=C^6H^4<\begin{matrix}AzH^2\\Az=Az-C^6H^3<\begin{matrix}AzH^2\\AzH^2\end{matrix}\end{matrix}+2H^2O$$

ou

$$3C^6H^4<\begin{matrix}AzH^2\\AzH^2\end{matrix}+2AzO^2H$$

Métaphénylène-diamine — Acide azoteux

$$=C^6H^4\begin{matrix}/\\\backslash\end{matrix}\begin{matrix}Az=Az-C^6H^3<\begin{matrix}AzH^2\\AzH^2\end{matrix}\\Az=Az-C^6H^3<\begin{matrix}AzH^2\\AzH^2\end{matrix}\end{matrix}+4H^2O$$

Base du *brun Bismarck*

Ce deuxième *brun Bismarck* est encore nommé : *brun de phénylène, vésuvine, brun de Manchester, brun anglais, brun d'or, brun d'aniline, brun cannelle.*

Brun d'orseille. Sel sodique de α-naphtylamine azo-α-naphtylamine sulfonée.

$$C^{10}H^7-Az=Az-C^{10}H^5<\begin{matrix}AzH^2\,\alpha\\SO^3Na\,\alpha\end{matrix}$$

Brun Soudan (A) *Soudan* II (A), *rouge* B [B] ou brun pur de la Badische (1878). Diazo-α-naphtylamine sur α-naphtol

$$C^{10}H^7-Az=Az-C^{10}H^6.OH\,\alpha$$

Bruns solides. A. Avec une seule molécule de diazo.

1. *Brun solide* (B). Sel de soude de l'acide naphtionique-azo-α-naphtol

$$C^{10}H^6<\begin{matrix}SO^3Na\\Az=Az-C^{10}H^6.OH\end{matrix}$$

2. *Brun solide,* 3B (A) (1882, Prinz). C'est le colorant précédent en remplaçant dans la fabrication α-naphtylamine par son isomère β-naphtylamine.

B. Avec deux molécules de diazo :

1. *Brun solide* ou *brun pur* (By) (1881). Sel de soude du produit de condensation de deux molécules diazo de l'acide naphtionique avec une molécule de résorcine :

$$C^{10}H^6<\begin{matrix}SO^3Na\\Az=Az\end{matrix}>C^6H^2<\begin{matrix}OH(1)\\OH(2)\end{matrix}$$
$$C^{10}H^6<\begin{matrix}Az=Az\\SO^3Na\end{matrix}$$

2. *Brun solide* G (A) ou *brun pur Tillmanns* (1882). Deux molécules de diazo de l'acide sulfanilique avec un molécule α-naphtol

$$C^6H^4<\begin{matrix}SO^3Na\\Az=Az\end{matrix}>C^{10}H^5.OH$$
$$C^6H^4<\begin{matrix}Az=Az\\SO^3Na\end{matrix}$$

3. *Brun solide* ou *brun pur* (M). Deux molécules de diazo de la xylidine sulfonée avec une molécule α-naphtol.

$$C^6H^2\begin{matrix}/SO^3Na\\=(CH^3)^2\\\backslash Az=Az\end{matrix}>C^{10}H^5.OH$$
$$C^6H^2\begin{matrix}/Az=Az\\=(CH^3)^2\\\backslash SO^3Na\end{matrix}$$

4. *Brun de résorcine* (A) (1881, par O. Wallach). Une molécule de diazo de la xylidine et une molécule de diazo benzol sulfoné avec une molécule de résorcine, ou une molécule de diazoxylidine avec une molécule de tropéoline O (chrysoïne) :

$$C^6H^3<\begin{matrix}(CH^3)^2\\Az=Az\end{matrix}>C^6H^2<\begin{matrix}OH(1)\\OH(3)\end{matrix}$$
$$C^6H^4<\begin{matrix}Az=Az\\SO^3Na\end{matrix}$$

5. *Brun acide* G (A) (1885). Chlorure de diazobenzol avec chrysoïdine sulfonée (paradiazobenzol sulfoné avec métaphénylène diamine)

$$C^6H^5.Az=Az-C^6H^2<\begin{matrix}(AzH^2)^2\\Az=Az-C^6H^4.SO^3Na\end{matrix}$$

ou

$$C^6H^4<\begin{matrix}SO^3Na\\Az=Az\end{matrix}>C^6H^2<\begin{matrix}AzH^2\\AzH^2\end{matrix}$$
$$C^6H^5-Az=Az$$

6. *Brun acide* R (A) (1882). Diazo de l'acide naphtionique avec chrysoïdine

$$C^{10}H^6<\begin{matrix}SO^3Na\\Az=Az\end{matrix}>C^6H^2<\begin{matrix}AzH^2(1)\\AzH^2(3)\end{matrix}$$
$$C^6H^5-Az=Az$$

Pour les emplois, V. *Dictionnaire*, Brun et *Supplément*, Teinture. — V.

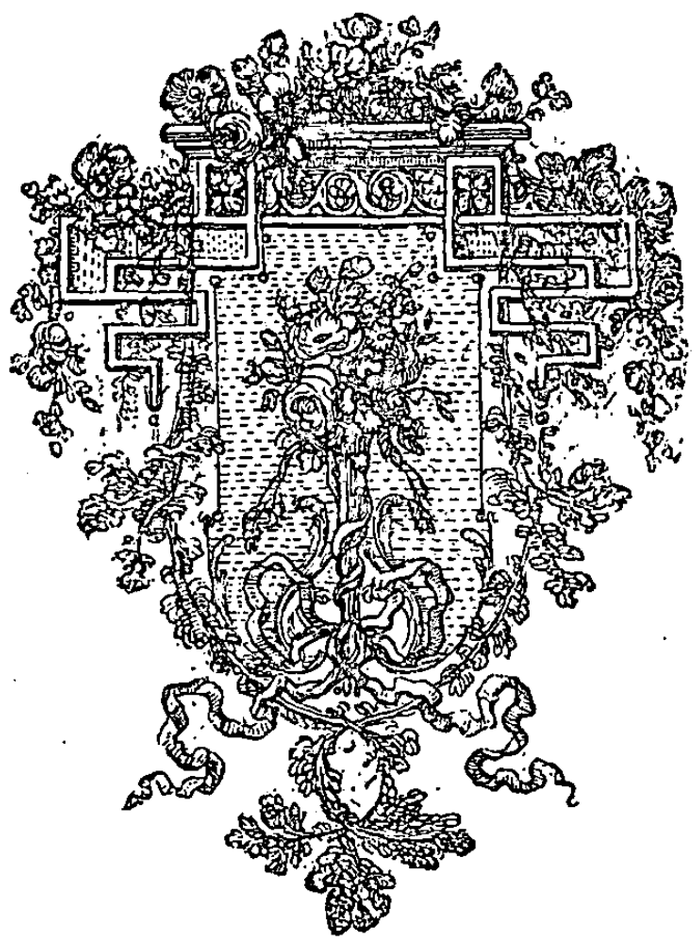
BULGARIE. — V. Principautés danubiennes.

BULL'S MÉTAL. — V. Alliage.

BURAT (Amédée), ingénieur et géologue, né à Paris en 1809, mort dans la même ville en 1883, a été un des membres les plus brillants du corps des mines. Pendant quarante ans, il a professé à l'Ecole centrale, et a dirigé ainsi les études de toute la génération actuelle des savants. Il a laissé de nombreux ouvrages spéciaux, parmi lesquels : *Géologie appliquée* (1843), remise à jour en

1858-1859 dans une nouvelle édition. *Etude sur les mines* (1845); *De la houille* (1851); *Le matériel des houillères en France et en Belgique* (1860-1865); *Minéralogie appliquée* (1864); *Cours d'exploitation des mines*, un de ses ouvrages les plus estimés et plusieurs fois réimprimé, la dernière édition revue par l'auteur est de 1870; *Géologie de la France* (1873); *Voyages sur les côtes de France* (1880); *Epuration de la houille* (1881). En outre, Burat a été chargé pendant dix ans de la publication annuelle des statistiques de l'industrie houillère, et il a accompagné ces travaux ingrats de commentaires techniques très remarquables.

• * **BURTY** (Philippe). Critique d'art et collectionneur, né à Paris, en 1830, mort à Parays (Lot-et-Garonne), en 1890, puisa d'abord une instruction pratique très précieuse aux Gobelins, où il fut reçu très jeune comme élève, puis se lança dans le journalisme, débuta à la *Gazette des Beaux-Arts* et à la *Presse*, en 1863; il collabora depuis à la *République française*, dont il fut un des fondateurs, au *Rappel*, à *The Academy* de Londres, et compta parmi les premiers et les plus compétents collaborateurs de notre *Dictionnaire*. Outre cette carrière dans le journalisme, on lui doit plusieurs ouvrages ou études d'un grand intérêt technique : le catalogue de Delacroix (1864); les eaux fortes de Seymour Haden (1866); les *Chefs-d'œuvre des arts industriels* (1866), recueil très important; *Notice des études peintes de Rousseau* (1867); les *Emaux cloisonnés anciens et modernes* (1868); *Paul Huet* (1869); les *Derniers télégrammes de l'Empire* (1870), publication anonyme des dépêches retrouvées aux Tuileries; *Maîtres et petits-maîtres* (1877); l'*Eau forte* (in-folio, 1878); *Lettres d'Eugène Delacroix*, de 1815 à 1863; *Grave imprudence* (1880); *Salon de 1883*, in-4°. Enfin Ph. Burty fut un collectionneur émérite de lithographies, d'eaux fortes et d'objets du Japon. Membre du jury en 1867 et 1878, il venait d'organiser au moment de sa mort, avec J. de Goncourt, une remarquable exposition de l'art japonais. Il était chevalier de la Légion d'honneur depuis 1879.



C

°CABESTAN HYDRAULIQUE. Les cabestans mus par l'eau sous pression sont maintenant très avantageusement employés, surtout dans les ports au déhalage des navires à l'entrée des bassins, et dans les gares de chemins de fer aux manœuvres des vagons. Nous avons parlé des cabestans hydrauliques employés pour le service des gares au *Dictionnaire*, à l'article EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER, § *Exploitation proprement dite* et à MANUTENTION.

Les divers appareils sont branchés sur une conduite générale d'eau sous pression émise par une machinerie centrale.

Le cabestan hydraulique dont nous donnons la vue (fig. 255), est assez remarquable par la simplicité de son mouvement, et la disposition de ses organes moteurs qui peuvent être rapidement visités.

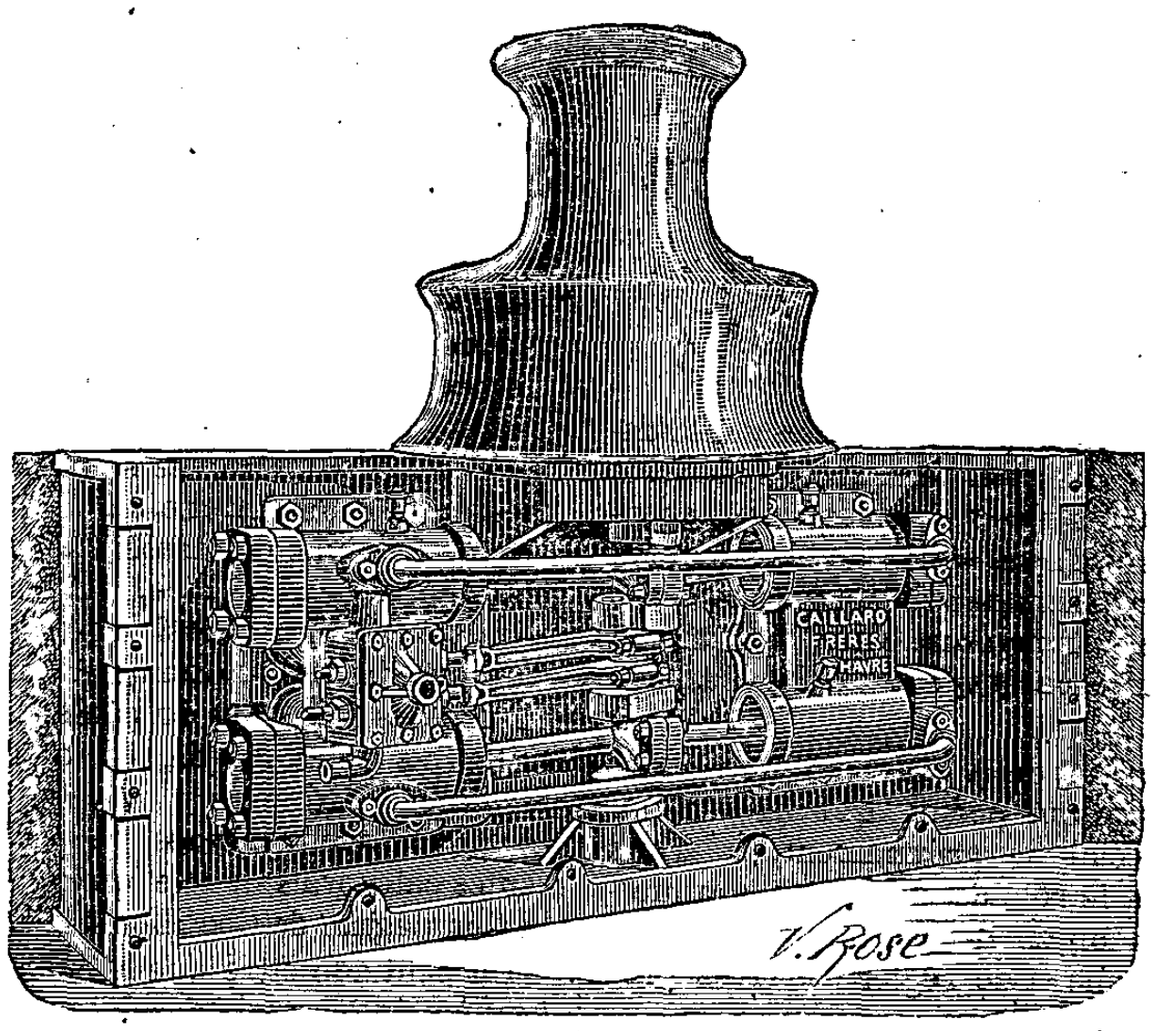


Fig. 255. — *Cabestan hydraulique.*

Il se compose d'une poupée calée sur un arbre vertical qui se prolonge au-dessous du sol dans un caisson en fonte, en formant double vilebrequin. Deux couples de cylindres à simple effet disposés horizontalement l'un au-dessus de l'autre, sont boulonnés contre la paroi du caisson symétriquement par rapport à l'arbre coudé. Les deux cylindres du dessus actionnent alternativement le vilebrequin supérieur ; de même les deux cylindres du dessous commandent le vilebrequin inférieur. La distribution se fait pour chaque couple dans une seule boîte à tiroir placée entre les deux cylindres.

Les tiroirs d'un système breveté sont compensés assez parfaitement pour ne laisser sur les glaces que la pression nécessaire à l'étanchéité, et l'usure des parties frottantes est presque insensible. La poupée du cabestan dépasse seule le niveau du sol, le caisson est recouvert d'une tôle striée ; la manœuvre se fait en appuyant avec le pied sur un bouton saillant légèrement au-dessus de cette tôle.

° Cabestan électrique. Les cabestans dont on se sert dans les gares de chemins de fer sont des engins dont le travail est, en général, court et intermittent et dont l'utilisation ne ressort guère qu'à 16 0/0, par journée de travail. Aussi, au lieu d'employer la pression de l'eau comme

force motrice, a-t-on eu, au chemin de fer du Nord, sur l'initiative de M. A. Sartiaux, l'idée de demander à l'emploi des accumulateurs électriques l'énergie nécessaire à la manœuvre de ces appareils.

Les cabestans électriques étudiés, d'après ce programme, sont en service à la gare de Paris et sur quelques autres points du réseau et un modèle figurait à l'Exposition de 1889. Ils se composent d'une cloche en fonte A (fig. 256), montée sur l'axe vertical d'une grande roue dentée B, avec laquelle engrènent des pignons DD', tournant en sens contraire : sur les axes de ces deux pignons sont montés les anneaux d'une machine

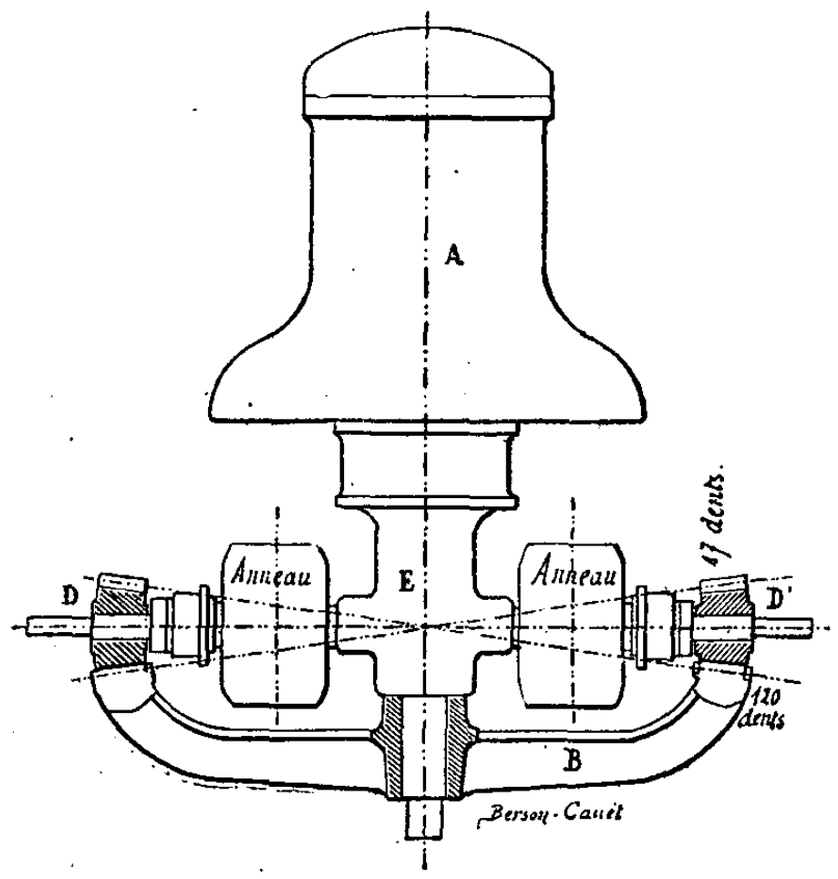


Fig. 256. — *Cabestan électrique.*

dynamo-électrique E. Tous ces organes sont suspendus dans une cuve bien étanche, recouverte d'une plaque de tôle striée ; la cloche du cabestan et les organes moteurs sont montés sur deux tourillons qui permettent de les faire basculer autour de l'axe de ces tourillons et de faciliter la visite du mécanisme par l'agent chargé de l'entretien.

La mise en marche de la machine motrice est obtenue au moyen d'une pédale, qui agit sur un commutateur spécial de groupement, à triple combinaison, dont le rôle est de mettre graduellement en tension ou en dérivation les diverses parties du mécanisme et de régler l'arrivée progressive du courant.

L'effort maximum, exercé au démarrage, à la circonférence de la cloche du cabestan, est évalué à 500 kilogrammes, pour tenir compte des frottements et de toutes les résistances accidentelles, dans les conditions les plus défavorables, telles que celle d'une forte gelée, par exemple.

Dans ces conditions, l'intensité est de 25 ampères par anneau, au démarrage, et de 15 ampères en pleine marche. Pour une vitesse linéaire de $1^{m},50$ par seconde, le voltage à fournir est de 210 volts, ce qui correspond à l'emploi de 105 accumulateurs environ.

L'expérience faite, à la gare de Paris, depuis plus d'un an, a donné des résultats très satisfaisants : avec un seul cabestan de service, effectuant environ 60 rotations par jour, il suffit de charger la batterie d'accumulateurs une fois tous les deux jours et l'on tourne ainsi toutes les machines des trains-tramways de Paris à Saint-Denis et de Paris à Saint-Ouen, sans avoir recours à l'emploi d'un cheval, spécialement affecté à cet usage. Comme les accumulateurs sont chargés avec des forces perdues dans des ateliers de la gare, l'économie réalisée par la suppression du cheval n'est pas sans importance. — M. C.

CÂBLE MÉTALLIQUE. Les câbles métalliques à grande résistance, c'est-à-dire dont les fils peuvent supporter de 60 à 180 kilogrammes par millimètre carré, dont l'application était peu fréquente, il y a quelques années, ont trouvé depuis, de nombreux et très importants emplois dans l'industrie, dans les mines et dans la marine.

Les câbles d'acier, par leur poids restreint, peuvent coûter, pour un emploi donné, de deux à six fois moins qu'un câble de chanvre. Ils ne se détériorent pas sous l'influence des températures élevées qui peuvent amener des décompositions avec fermentation.

Leur seule infériorité serait le défaut de souplesse ; mais on cherche, actuellement, à employer des fils très fins, de manière à permettre les déformations, pour ainsi dire, sans raideur. Du reste, il a été reconnu que si on emploie des poulies d'enroulement d'un diamètre qui soit de cent à deux cents fois celui du câble et de mille à deux mille fois celui du fil, on obtient un excellent service.

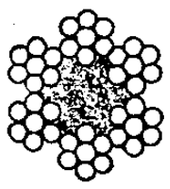
Voici quelques types de fils d'acier de différentes catégories et tels qu'ils sont exposés par la Compagnie de Chatillon-Commentry.

On peut admettre que le câblage fait perdre un huitième de la résistance.

Classement	Résistance des fils par millimètre carré		Résistance moyenne par millimètre carré	Pliages moyens entre mâchoires arrondies de 10 millimètres de rayon	
	avant câblage	après câblage		N° 12, $1^{m}/^{m},8$	N° 13, 2 millimèt.
	kilogr.	kilogr.			
Métal doux	65 à 75	55 à 65	60	19	14
Qualité ordinaire	85 à 95	75 à 85	80	19	14
— à grande résistance	130 à 140	115 à 125	120	20	18
— supérieure	150 à 160	135 à 145	140	24	21
— extra-supérieure	210 à 225	195 à 205	200	30	23

Les câbles métalliques sont le plus généralement formés de six torons de six fils; les fils des torons sont assemblés autour d'un septième fil qui forme âme, puis les six torons sont commis autour d'une âme centrale en chanvre.

On les fabrique ronds et plats, mais les compositions varient suivant les différents usages que l'on en fait. Les câbles ronds sont employés pour les services suivants :



1° Pour plans inclinés, monte-charges, remorques, etc.; 2° pour chemins aériens; 3° pour haubans, gréements de navires, paratonnerres; 4° pour transmissions.

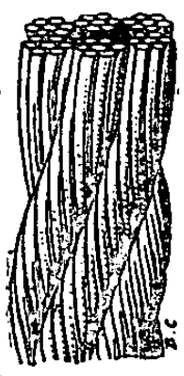


Fig. 256 et 257.

Dans le premier cas, ils sont composés de six torons (de 6 et 1 = 7 fils, avec une âme en chanvre, comme celui représenté (fig. 256 et 257). On les fait depuis 3 jusqu'à 75 millimètres de diamètre. Le numéro, et partant le diamètre du fil composant les câbles est déterminé par le diamètre du tambour sur lequel doit s'enrouler le câble. On les charge généralement au 1/6 de leur résistance à la rupture. Cette résistance est de 70 kilog. par millimètre carré, pour les câbles en fer au bois, de 100 kilogrammes par millimètre carré pour les câbles en acier Martin, et de 130 à 150 kilogrammes par millimètre carré (suivant qualité) pour les câbles en fils d'acier fondu au creuset.

2° Pour les transports aériens et les guidages

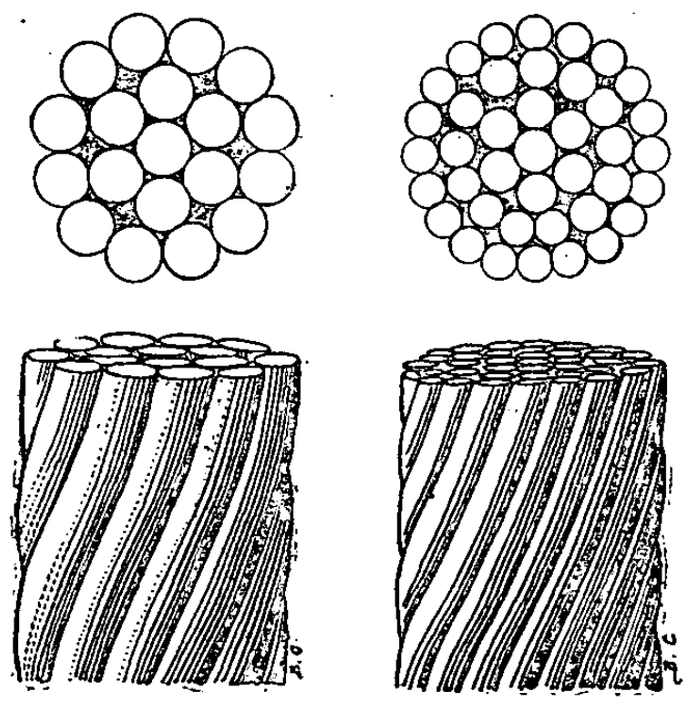
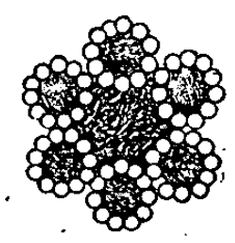


Fig. 258 à 261.

de puits de mine, les câbles sont le plus souvent composés d'un seul toron de très gros diamètre. Dans ce service, l'usure se fait principalement par le frottement des galets des bennes, qui roulent sur les câbles comme sur des rails. Il faut donc opposer à ce frottement une assez grande section de manière à obtenir une plus longue durée. D'un autre côté, cette composition en gros numéros permet d'obtenir des câbles très rigides, ce qui est indispensable en raison de la flèche énorme que feraient des câbles souples au moment où la benne chargée passerait dessus. Il y a des chemins aériens avec des portées de 300 à 400 mètres sans supports et, malgré la tension que l'on exerce sur le câble par les extrémités, la flèche au milieu, avec un câble souple, serait assez grande, pour rendre la traction des bennes difficile, sinon impossible. Dans ces chemins aériens, il y a deux sortes de câbles : 1° les *câbles porteurs* (fig. 258 à 261) qui sont fixes et sur lesquels roulent les bennes ou vagonnets, et les *câbles tracteurs* qui font mouvoir les bennes. Ces derniers font l'office d'un câble de transmission; ils sont généralement de la composition de six torons de sept fils.



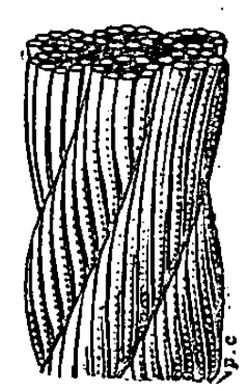


Fig. 262 et 263.

3° Pour les gréements, remorques, paratonnerres, on emploie des câbles galvanisés, à l'effet de les préserver de l'oxydation provenant de l'eau de mer, ou des intempéries auxquelles ils sont continuellement exposés. Ces câbles sont fabriqués de six torons de sept fils lorsqu'ils sont pour haubans, gréements fixes ou paratonnerres. Lorsqu'ils doivent servir de câbles de manœuvre ou de remorque, pour lesquels il faut une très grande souplesse, on les compose le plus habituellement de six torons de douze fils, les torons ayant dans ce cas une âme en chanvre comme le câble lui même (fig. 262 et 263).

4° L'application du câble métallique aux transmissions à grande distance fut préconisée par M. Hirn, l'éminent ingénieur alsacien qui fit, avec M. Stein, de Mulhouse, les premières installations de transmission par câble. Depuis, l'emploi des transmissions télédynamiques s'est généralisé et on transporte des forces atteignant jusqu'à cinq cents chevaux à des distances de cinq à six cents mètres par câbles métalliques. Il y a même des transmissions par câble à des distances de un kilomètre d'axe en axe. La composition de ces câbles varie à l'infini suivant le diamètre des poulies, la distance des centres, la vitesse rotative et la force à transmettre. Plus le diamètre des poulies est grand, plus les centres sont distants et plus on a de vitesse, plus aussi on peut diminuer le diamètre du câble.



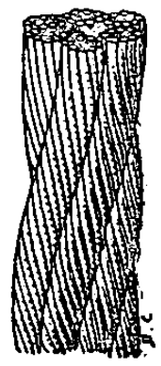


Fig. 264, 265.

Dans les petites transmissions, il faut au contraire des câbles plus gros, de manière à obtenir un poids de câble formant entraînement. Les figures 264 et 265 montrent un câble de transmission composé de six torons de neuf fils.

Nous ne quitterons pas les câbles ronds sans parler des câbles mixtes (intérieur fer, extérieur chanvre) employés dans les plans intérieurs de mine. Ces câbles travaillent le plus souvent à

l'humidité et, pour protéger les fils d'une prompte oxydation, on les entoure d'une enveloppe en fils de chanvre comme l'indiquent les figures 266 et 267.

Les câbles plats sont employés pour l'extraction dans les mines et pour ascenseurs. Ils ont l'avantage sur les câbles en chanvre ou en aloës employés précédemment pour le même usage, d'être, à résistance égale, sensiblement moins lourds que ces derniers ; de plus, leur prix au kilogramme, est notablement inférieur, de sorte que leur application présente à la fois une économie à l'achat et l'avantage de moins charger les machines.

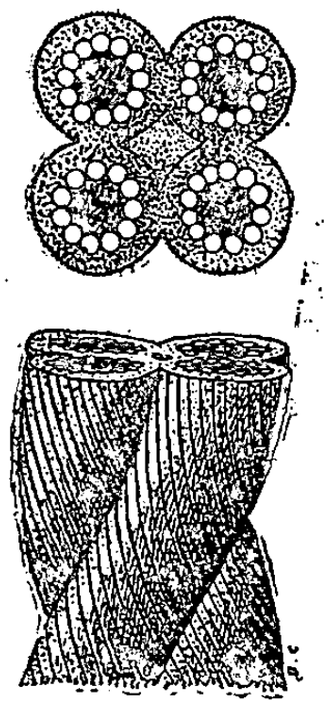


Fig. 266 et 267.

Dans un puits d'extraction de 500 mètres de profondeur, le poids du câble entre pour la plus grande part dans la charge à élever. C'est un poids mort, à la place duquel on pourrait élever de la houille, du minerai ou des matériaux ; il était donc nécessaire que ce poids fût diminué dans la plus grande mesure possible.

Les fils d'acier fondu au creuset dont le tréfilage se fait avec succès depuis quelques années, permettent d'obtenir des câbles de très grande

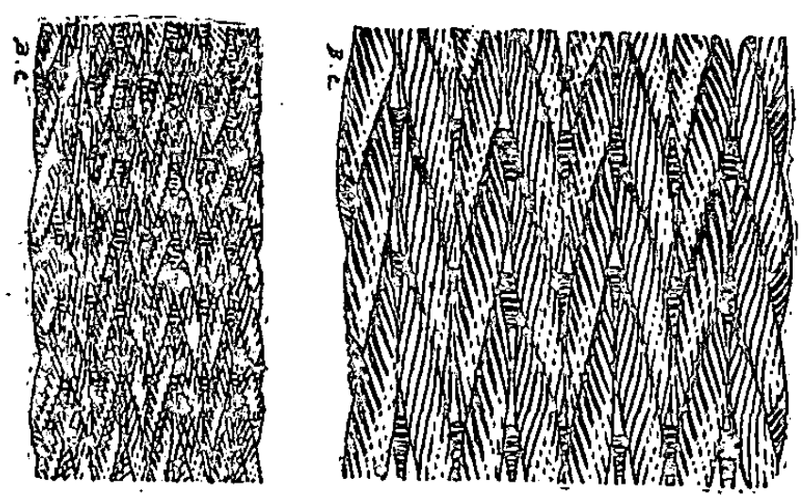


Fig. 268 et 269.

résistance à un poids relativement faible ; de plus, par les procédés actuels de trempe et de tréfilage, on obtient des fils d'acier aussi souples que les meilleurs fils de fer ou bois, de sorte que des câbles d'assez grandes dimensions peuvent s'enrouler sur des diamètres assez réduits. Les câbles plats sont composés habituellement de plusieurs câbles ronds commis en aussière, ayant la spire très allongée, et réunis entre eux par une couture au moyen de fils métalliques représentés figures 268 et 269.

° **Câble flexible de transmission.** C'est une corde métallique munie, à l'une de ses extrémités, d'une poulie qui reçoit un mouvement rapide de rotation et à l'autre, d'un porte-outil léger que la flexibilité et l'extensibilité de la corde permettent de transporter à volonté et d'orienter dans tous les sens. On évite ainsi d'avoir à déplacer sur une machine-outil des pièces souvent lourdes et encombrantes. La première solution d'une transmission flexible a été imaginée en 1866 par MM. de Nabat, pour mettre en mouvement une petite tondeuse mécanique à lames hélicoïdales. Cette transmission était formée par une chaîne dont les éléments étaient assemblés par des joints à la Cardan. Quatre petites tringles flexibles en acier, traversant les manchons des articulations empêchaient les tronçons de la chaîne de faire entre eux un angle nuisible à la transmission du mouvement (*Bulletin de la société d'encouragement*, 2e série, tome XV). Le même problème a été résolu en 1878 d'une façon plus satisfaisante par le câble flexible qu'exposait la *Stow flexible shaft company de Philadelphie*. Ce câble est constitué à l'aide de fils d'acier enroulés en hélice, alternativement à droite et à gauche et formant comme une série de cordes emboîtées et serrées les unes dans les autres. Chacune de ces cordes est formée de 5 ou 6 fils juxtaposés dont le diamètre varie avec la grosseur de la corde ; le pas des hélices engendrées par chaque groupe est par suite de 5 ou 6 fois le diamètre du fil. Les bouts des fils sont brasés en bloc dans des douilles en acier, dont l'une se loge dans une petite poulie à gorge, et l'autre, dans un porte-outil qui traverse un manchon à main. Les porte-outils sont de deux types, l'un à engrenages coniques, l'autre à vis sans fin en acier avec roue hélicoïdale en bronze. Ils sont munis d'un petit embrayage. Malgré le serrage, les hélices conservent leur flexibilité et le mouvement de rotation ne peut produire de déformation parce qu'il tend à la fois à dérouler une partie des spires et à enrouler l'autre. Le câble est enveloppé d'une gaine en cuir renforcée intérieurement par une spirale en fil d'acier, ce qui permet de tenir l'arbre dans la main et l'empêche de prendre une courbure exagérée. Ces câbles flexibles sont établis avec des grosseurs appropriées aux efforts à transmettre, on en a construit de minuscules qui sont actionnés par un petit moteur électrique et servent à faire mouvoir directement les petites fraises employées par les dentistes. Les types actuellement employés dans les arsenaux de la marine et dans les ateliers de construction sont de fabrication française. — J. B.

CÂBLE EN CHANVRE. — V. Corderie.

° **CACAO EN POUDRE.** Le cacao est torréfié de la même façon que pour la fabrication du chocolat ; il est broyé dans des moulins, quelquefois aussi passé entre des laminoirs en granit ou en porcelaine. On le soumet à une pression, ordinairement par l'action de presses hydrauliques, pour en extraire de 20 à 25 0/0 de beurre ; le résidu, qu'on appelle en France *marc*, est ensuite exposé au refroidissement, pulvérisé et passé à la bluterie, ou dans des tambours garnis de tamis de soie.

Mais cette préparation qui est toute simple ne donne pas un cacao soluble (suivant l'expression, erronée d'ailleurs, qui est constante au-

jourd'hui, et lorsqu'on veut s'en servir pour faire son chocolat soi-même, il faut l'additionner de sucre, d'eau ou de lait, et le faire bouillir à petit feu.

En Hollande, certains fabricants ont eu l'idée de saponifier le beurre de cacao au moyen d'alcali, de soude, de potasse, etc.

Après ces opérations ils pulvérisent le cacao par les mêmes moyens qu'en France et en retirent aussi de 20 à 25 0/0 de beurre; mais, par leur procédé chimique, il se produit un désagrégement des molécules du cacao qui le rend plus facile à pulvériser, la poudre est plus fine, et cela, joint à la saponification du beurre, le rend plus moelleux au palais que les cacaos préparés sans produits chimiques. Cependant il est démontré, par de récentes analyses qu'il n'est point soluble dans le sens propre du mot.

Cette préparation lui donne un velouté tout particulier.

La boisson préparée avec ce cacao est aussi d'un rouge bien plus foncé.

Maintenant quels effets produisent dans l'économie ces produits chimiques que l'on retrouve à l'incinération des cacaos ainsi préparés?

Il est certain que le bon chocolat est meilleur au goût et très certainement plus hygiénique que ces cacaos traités au moyen de produits chimiques.

CADMIUM. *T. de chim.* Corps simple métallique. Symbole Cd. Poids atomique = Poids moléculaire = Equivalent = 112. Le cadmium est bivalent; il ne forme qu'une seule série de sels. Pour l'extraction du cadmium ainsi que pour les propriétés et les caractères analytiques de ses sels, V *Dictionnaire.*

Dosage du cadmium. On dose le cadmium par pesées sous quatre formes : 1° Cadmium métallique; 2° Oxyde anhydre; 3° Sulfure anhydre; 4° Sulfate anhydre.

Dosage à l'état métallique. On peut amener le cadmium à l'état métallique, soit par électrolyse, soit par précipitation sur une lame de zinc; ce dernier procédé convient surtout pour doser en présence d'un sel de zinc.

Dosage à l'état d'oxyde. On traite la solution de sel de cadmium par un carbonate alcalin; il se précipite du carbonate de cadmium que l'on recueille sur filtre d'amiante; on lave à fond et on sèche; puis, afin de décomposer le carbonate on calcine jusqu'à poids constant. Il suffit de multiplier le poids d'oxyde CdO trouvé, par le facteur 0,875, pour avoir le poids cherché du cadmium métallique.

Dosage à l'état de sulfure. On précipite le cadmium de ses dissolutions neutres ou acides, par l'hydrogène sulfuré en courant gazeux jusqu'à refus; dans les dissolutions alcalines on peut se servir de sulfure ammonique. On rassemble le sulfure sur un filtre taré; on lave avec une solution étendue d'hydrogène sulfuré acidulée par l'acide chlorhydrique; on sèche à 100° et on pèse. S'il y avait du soufre libre mélangé au sulfure, on pourrait l'éliminer en transformant ce dernier en sulfate comme il est indiqué ci-dessous, ou bien redissoudre le précipité dans l'acide chlorhydrique, puis précipiter le cadmium à l'état de carbonate, pour doser sous forme d'oxyde.

Dosage à l'état de sulfate. On peut doser le cadmium à l'état de sulfate dans tous ses composés qui ne renferment aucune autre matière fixe. Il suffit d'ajouter à la substance un excès d'acide sulfurique étendu; en évapore à siccité au bain-marie dans une petite capsule de platine; on calcine avec précautions en élevant graduellement la température jusqu'au rouge sombre; enfin, après refroidissement, on pèse le sulfate formé. Il suffit de multiplier le poids trouvé par le facteur 0,5385 pour avoir le poids du cadmium métallique.

Dosage en présence du zinc. Dans les minerais le cadmium se rencontre presque toujours avec le zinc; on peut le séparer en précipitant par H^2S en solution acide; le précipité de sulfure de cadmium entraîne toujours un peu de sulfure de zinc; pour séparer complètement ce métal, on redissout le mélange de sulfures dans l'acide chlorhydrique, puis on précipite les deux métaux par le carbonate d'ammoniaque dont on ajoute un grand excès; le carbonate de zinc se redissout, celui de cadmium reste insoluble; on le recueille sur filtre, on lave, on sèche et on calcine pour peser à l'état d'oxyde. On peut encore séparer très exactement et très facilement par électrolyse. — H. R.

° **CAISSE D'ÉPARGNE.** *Econ. soc.* La très intéressante section d'économie sociale organisée à l'Esplanade des Invalides, en 1889, a eu des résultats inespérés. Elle a été le point de départ d'un mouvement considérable des esprits en faveur des études sociales et par un de ces revirements dont l'opinion publique est coutumière, le socialisme qui, jadis était

ce pelé, ce galeux d'où venait tout le mal,

est devenu tout à coup l'objectif de toutes les classes de la société; cet entraînement général vers la recherche des solutions dont on comprend l'impérieuse nécessité, a cette heureuse conséquence de dégager le vrai socialisme des obscurités où le tenaient l'indifférence et peut-être plus encore l'ignorance du public. En serrant les problèmes de plus près, on s'aperçoit que les conceptions séduisantes de certains socialistes généreux ont le défaut d'être impraticables, et que les systèmes des outranciers ont tout juste la valeur de boniment à l'usage des naïfs, dociles instruments des basses ambitions.

Si nous sommes opposé à toute tentative de faire de l'Etat la Providence du peuple, si nous n'admettons pas l'Etat dispensateur des félicités humaines, nous croyons fermement que l'amélioration progressive et constante de la condition des travailleurs réside dans les ressources inépuisables de l'initiative privée; mais il faut que cette initiative individuelle soit aidée, soutenue et encouragée par l'Etat, les collectivités, et, en certains cas, par le patronat. Les caisses d'épargne appartiennent à cet ordre d'études sociales qu'on ne saurait trop faire pénétrer dans le monde de

l'industrie, car les bons rapports du capital et du travail et les progrès industriels sont intimement liés à la solution des questions de prévoyance et d'épargne.

L'épargne, à la considérer dans son principe même, est fille de l'individualisme : au lendemain de l'abolition du régime corporatif, alors que l'ouvrier, allégé de toute sujétion mais privé désormais de tout appui collectif, commençait à sentir son isolement et sa faiblesse, les philanthropes du temps; les Franklin, les Delessert, lui crièrent : « dépense un sou, un franc, si tu le peux, de moins que ton salaire quotidien ; si tu vis aux champs, achète de la terre, lopin par lopin ; si tu travailles à la ville, va porter tes petites économies dans une caisse que nous allons ouvrir et administrer gratuitement, qui fera fructifier ton épargne et qui te la rendra quand tu en auras besoin, en totalité ou par fractions ».

C'est par l'ordonnance royale du 29 juillet 1818, que, sous la généreuse impulsion de Benjamin Delessert et du duc de la Rochefoucauld-Liancourt les caisses d'épargne furent créées à Paris d'abord, puis dans d'autres villes de province.

Ce fut après avoir étudié cette institution dans un pays voisin, que ce dernier établit, avec le concours de M. Delessert, notre première caisse d'épargne. En Angleterre, en effet, sous le nom imagé de *Savings banks* (banques de salut), les caisses d'épargne s'étaient largement développées.

Les caisses d'épargne sont créées par des sociétés privées ou des communes, et elles sont autorisées par décret. Elles constituent des établissements d'utilité publique autonomes, ayant leur vie et leur action propres. Elles se gèrent elles-mêmes, et ont à leur tête des administrateurs qui apportent à leur direction le concours gratuit de leur expérience et de leur garantie; toutefois l'Etat les surveille par ses inspecteurs des finances.

Quant aux fonds qu'elles reçoivent, ils sont transmis par elles à la Caisse des dépôts et consignations, qui les centralise en compte courant, se charge de les gérer, et les bonifie d'un intérêt. Les caisses d'épargne françaises se trouvent donc, en fait, de simples agences administratives, destinées à être les intermédiaires entre les déposants dont elles reçoivent et remboursent les épargnes, et la Caisse des dépôts et consignations, tenue de réunir et de faire valoir les fonds déposés.

Avant d'aborder ce qui est plus spécial à notre programme, nous devons dire un mot de la belle institution des *caisses d'épargne scolaires*, dont les bienfaits, déjà considérables, doivent exercer une influence toujours plus grande sur la population ouvrière. C'est à un instituteur du Mans, M. Dulac, qu'il faut en attribuer la paternité ; la caisse scolaire qu'il avait imaginée fut créée en 1834, l'idée fut appliquée en 1837 en Angleterre et quelque temps après en Belgique.

De nos jours M. de Malarce s'est fait dans notre pays, l'apôtre convaincu de l'épargne scolaire, et grâce à son activité, à son dévouement de chaque heure, par la parole et par la plume, les caisses d'épargne scolaires ont bientôt pris un développement énorme. Il faut rendre aux instituteurs cette justice qu'ils s'y sont consacrés avec un zèle au-dessus de tout éloge ; leur concours a été doublement précieux : Encourager les enfants à économiser sou par sou, c'est déjà une excellente chose, mais le fait même de cette économie est un sujet d'enseignement de la plus haute portée au point de vue de l'éducation morale.

Apprendre à ces enfants la résistance à toute tentation de dépense futile pour « mettre de côté » la petite somme qu'elle représente, c'est leur former le caractère, les habituer à répudier les frivolités, affermir en eux l'esprit de décision qui permet d'accepter sans regrets une petite privation, en vue d'une espérance fortifiante.

C'est aux pères de famille à inciter leurs enfants à l'épargne ; ils doivent saisir les occasions qui justifient l'octroi de quelques pièces de monnaie, tels que le gain de bons points ou de bonnes places en composition à l'école ou au collège ; ces dons s'accumulent dans la petite tire-lire, et en doublant, ou triplant la somme économisée, ils éveilleront chez l'enfant, l'amour de l'économie. L'habitude d'économiser ses sous de poche lui restera et lorsqu'il sera un homme, il trouvera tout naturel d'économiser les francs de son salaire ou de ses appointements.

— En 1881, il y avait en France, 14,372 caisses d'épargne scolaires et 6.413,773 francs étaient inscrits sur 302,841 livrets; en 1885, leur nombre s'élevait à 17,000 et 356,000 livrets représentaient 8,000,000 de sommes versées; en 1886 : 24,960 caisses, 491,160 livrets et 11,934,268 francs.

La situation des Caisses d'épargne diverses a inspiré à notre savant collègue et ami M. Emile Chevallier (*Les salaires au XIX^e siècle*), des réflexions que nous devons placer sous les yeux de nos lecteurs.

« L'épargne, dit-il, a pris une grande importance dans la seconde moitié du XIX^e siècle. Elle aurait pu, à coup sûr, être plus considérable, si l'ouvrier ne s'était créé des besoins dispendieux. Quoi qu'il en soit, elle est réelle : les ouvriers sont de plus en plus détenteurs de rentes et de valeurs mobilières. La démocratie rurale achète à son tour; elle achète des parcelles de terre et devient propriétaire. »

Sans doute, il est difficile, ajoute le judicieux économiste, de connaître au juste le chiffre de l'épargne rurale, puisqu'elle s'immobilise ; mais on peut se rendre compte de l'épargne ouvrière ; la statistique donne, à cet égard, des chiffres très consolants. Il existe, en ce moment, près de deux mille caisses d'épargne en France y compris les succursales sans compter les bureaux de poste dont nous venons de parler, aussi l'épargne moyenne, qui était de moins de 2 fr. par habitant il y a cinquante ans, atteint celui de 60 aujourd'hui ; elle a donc trois fois décuplé.

Ce développement qui semble considérable à M. Emile Chevallier, paraît au contraire insuffisant à M. Edmond Villey qui s'autorise de témoignages fort importants pour établir le peu de propension de l'ouvrier, de l'ouvrier parisien surtout, à se priver de quelques superfluités pour économiser. L'épargne individuelle ou familiale

dont nous venons de parler, ne lui est pas inconnue, et l'on cherche par divers moyens (celui des distributions de livrets à ses enfants, par exemple) à lui en inculquer le goût, et à en lui faire prendre l'habitude. Mais l'épargne collective, celle qui a pour aboutissants et pour organes, les caisses de secours et de retraites, celle qui ne se résout pas en une inscription de dépôt où de rente dont on peut toujours faire argent, celle-là, disons-nous, a beaucoup plus besoin d'encouragement.

« L'ouvrier, dit M. Edmond Villey, n'épargne pas d'abord parce qu'il ne voit pas, qu'il ne comprend pas la nécessité de l'épargne et de la prévoyance; ensuite, parce qu'il a developpé ses besoins et ses consommations de luxe de manière à absorber les fonds qni devaient servir à l'épargne.

« Que l'ouvrier ne comprenne pas la nécessité de la prévoyance, c'est ce qui serait suffisamment établi par les faits que nous venons de résumer, lors même qu'on ne pourrait pas invoquer bien d'autres témoignages concluants. *Citons quelques-uns des plus récents.* Dans l'enquête sur la crise industrielle le syndicat des entrepreneurs de peinture nous dit : « On a peu fait, il est vrai, « pour encourager la participation à ces caisses; mais la « faute en est plutôt aux ouvriers qu'aux patrons : les ou« vriers en ont maintes fois, dans les circulaires, repoussé « l'idée. » La chambre syndicale des entrepreneurs de couverture et de plomberie : « Les ouvriers n'étant point « partisans de l'épargne collective, on n'a jamais rien pu « créer dans cet ordre d'idées. » La chambre syndicale des entrepreneurs de fumisterie : « Les ouvriers ont refusé « le secours des patrons pour fonder une caisse de secours « et de retraites. » La chambre syndicale des entrepreneurs de *plomberie et appareils à gaz* : « *Les ouvriers pa*« raissent peu disposés à entrer dans des combinaisons de « ce genre, ils ne verraient d'un bon œil que les caisses « alimentées exclusivement par les patrons. »

« Du reste, les ouvriers eux-mêmes s'en expliquent catégoriquement : « Nous ne faisons rien, dit le repré« sentant du syndicat des ouvriers peintres en bâtiments, « pour encourager la participation à ces caisses; nous « détournons, au contraire, tous nos amis autant que pos« sible d'y participer. *Je considère que même les caisses « de retraites formées par des cotisations libres sont nui« sibles à la moralité des individus*, parce qu'elles ont « pour résultat qu'on se dispense de toutes relations avec « ses voisins, qu'on n'aide plus les vieillards, que l'unique « préoccupation de l'existence est de s'assurer d'une re« traite et qu'on se dispense de toute confraternité. » N'est-il pas déplorable que nos ouvriers soient à pareille école, et se nourrissent de tels enseignements.

« Il faut préciser et apprendre la prévoyance aux ouvriers, qui ne la reconnaissent pas ou qui la repoussent. Le conseil sans doute n'est pas nouveau, mais il faut le répéter jusqu'a ce qu'il soit entendu.

« Il est nécessaire qu'un grand effort social se porte aujourd'hui vers l'amélioration des classes laborieuses : la paix sociale est à ce prix; or le moyen le plus pratique est l'épargne et la prévoyance. »

Cependant, si nous prenons le rapport que M. Jules Roche, ministre du Commerce et de l'Industrie, vient d'adresser à M. le Président de la République, nous voyons que les chiffres des opérations effectuées pendant l'année 1888 sont des plus satisfaisants et accusent, mieux que ne le feraient les plus éloquentes digressions, le développement de la fortune publique.

Les livrets nouveaux se répartissent à peu près également par moitié entre les deux sexes, avec une légère augmentation, 3 0/0 en plus, pour les femmes.

Sur les 240,047 déposants du sexe masculin, il y a 28,276 chefs d'établissements agricoles, industriels, commerciaux; 29,571 ouvriers agricoles, 43.886 ouvriers d'industrie, 17,017 domestiques, 5.851 militaires et marins; 17,802 employés, 22,200 propriétaires, 70,211 mineurs sans profession et 5,233 avocats, journalistes, hommes de lettres. On n'économise guère dans les professions soi-disant libérales.

Pour les femmes ce sont les domestiques qui sont en majorité, 37,737 et les ouvrières d'industrie, 34,726.

956 sociétés ou associations ont ouvert un compte en 1888.

Il y avait, au 31 décembre, 1 déposant sur 7 34 habitants ou 140 sur 1,000, contre 136 sur 1,000 en rapport en 1887. Le rapport de la population épargnante à la population générale est de 14 03 0/0.

Il existait, au 1er janvier 1888, dans les 543 caisses d'épargne en activité, 5,207,224 livrets. Il a été ouvert dans le courant de l'année 485,693 comptes; 331,009 livrets ont été retirés. Le nombre de livrets en circulation au 31 décembre 1888 était donc de 5,361,908, soit en plus qu'au 1er janvier, 254.684. C'est la Seine qui compte le plus de livrets, 561,500, soit 10,47 0/0 du nombre total, et la Corse qui en compte le moins, 4,800, soit 0,09 0/0 du chiffre total.

Les 543 caisses en activité devaient aux déposants le 1er janvier 1888, 2,364,725,012 fr. 79 il leur a été confié durant le cours de l'année, 707,896,615 fr. 80. Elles ont remboursé 658,170,913 fr. 56. De sorte que, au 31 décembre, en tenant compte du crédit des livrets transférés, des intérêts alloués aux déposants, des arrérages de rente perçus pour leur compte, le solde dû aux déposants est de 2,495,367,793 fr. 15.

Il est à remarquer que les gros versements sont rares. Plus de la moitié des déposants n'ont pas à leur crédit plus de 200 francs, plus des quatre cinquièmes des comptes ne dépassent pas 1,000 francs. Il y a 1,064,290 livrets de 20 francs et 347,000 de 2,000 francs.

Quant à la fortune personnelle des caisses d'épargne, elle est, pour la dotation, de 46,291,536 fr. 66, et pour le fonds de réserve de 15,645,347 fr. 50, soit un total de 61,906,884 fr. 16. Par rapport aux sommes dues aux déposants, la fortune des caisses représente un fonds de garantie de 2,48 0/0. Ce capital est placé en proportion de 57,64 0/0 à la caisse des dépôts et consignations, de 21,67 0/0 en rentes sur l'Etat, de 19,52 0/0 en immeubles de 0,97 0/0 en prêt aux villes, aux monts de piété, aux hospices, de 0,20 0/0 en obligations de Crédit foncier.

Au 1er janvier 1890, le solde dû aux déposants se chiffrait par 2,659,060,159 francs, représentés par 5,593,257 livrets (chiffres provisoires).

Ils n'étaient certes point (les vénérables fondateurs des caisses d'épargne) ennemis du bien-être de l'ouvrier et M. Villey est loin de s'en déclarer l'adversaire.

« Il faut, dit-il, se réjouir de voir un certain confort pénétrer au foyer de l'ouvrier... la dignité, la moralité, de la famille ouvrière y sont directement intéressées. Mais il y a certaines consommations qui tendent à détruire cette moralité et cette dignité, et ce sont malheureusement celles-là qui se sont le plus développées en ces derniers temps. Le cabaret est la ruine de la classe ouvrière, et l'une de nos plaies sociales les plus graves. Si l'ouvrier ne buvait pas et épargnait tout ce qu'il dépense au cabaret, nous ne craignons pas d'affirmer que la grande majorité de nos ouvriers vivrait dans une aisance relative. »

Malgré ces chiffres éloquents, les tristes réflexions de M. Villey ne perdent rien de leur valeur, car on remarquera que le nombre des

déposants ouvriers n'atteint pas 44,000, ce qui est peu par rapport au nombre des ouvriers de la grande et de la petite industrie ; d'ailleurs ces réflexions sont malheureusement confirmées par les déclarations faites lors de la dernière enquête ouvrière, déclarations d'où il résulte « qu'il passe chez le marchand de vins 33 0/0 au moins des salaires de l'ouvrier, en dehors de la nourriture. » Aussi le cabaretier est-il l'adversaire déclaré de l'épargne soit individuelle soit collective ; laquelle fait quand l'ouvrier est sage une rude concurrence à son comptoir ; aussi certains d'entre eux ont-ils eu l'effronterie de donner aux tiroirs où s'engloutit la païe du travailleur le nom même de l'institution fondée par Francklin et Delessert.

Si après avoir examiné la situation de l'ouvrier parisien, nous portons nos regards sur l'ouvrier de province, nous constatons chez celui-ci une disposition plus grande à l'épargne. Il est moins la proie des excitateurs ; les sujets de dépenses ne sont pas aussi nombreux, et il est moins sollicité par les plaisirs et par de mauvaises fréquentations ; il a encore à un certain degré le sentiment de la discipline sociale, et il est donc plus accessible à toute combinaison susceptible de lui faire entrevoir la possession d'un petit capital, soit en espèces, soit en immeubles.

Malheureusement le fonctionnement des caisses d'épargne était resté défectueux jusque dans ces dernières années, et c'était précisément les campagnes qui en souffraient le plus. Le nombre des caisses notamment était trop faible. Tous les cantons n'avaient pas une caisse d'épargne, et 30 ou 40 kilomètres séparaient souvent une commune de la caisse la plus voisine. Les caisses, d'ailleurs ouvertes à jours et à heures fixes, n'offraient pas aux déposants toutes les facilités désirables ; quelques-unes d'entre elles n'étaient ouvertes qu'un jour par semaine, pendant quatre heures.

Aussi avait-on, depuis longtemps, eu la pensée de généraliser l'institution des caisses d'épargne, et d'en faire bénéficier toutes les parties du territoire. Cette pensée a reçu son exécution par le vote de la loi du 9 avril 1881, par la création de la *Caisse d'épargne postale*.

La loi du 9 avril 1881, en instituant la *caisse d'épargne postale* a donné une nouvelle impulsion à l'épargne publique. Elle a fait de tous les bureaux de poste des caisses d'épargne ouvertes au public chaque jour et à toute heure de la journée.

Un certain nombre de manufacturiers s'efforcent, avec une sollicitude dont on ne saurait trop les louer, d'encourager leurs ouvriers à épargner sur leurs salaires. Ces généreux patrons ont remarqué que les Caisses d'épargne publiques présentent quelques inconvénients pour leurs ouvriers.

1° Le minimum relativement élevé des dépôts ;

2° Le faible taux de l'intérêt bonifié ;

3° La perte de temps occasionnée par les dépôts et les retraits. Ce dernier point est surtout grave.

L'ouvrier est souvent obligé de perdre une demi-journée pour aller à la caisse d'épargne ; il met, pour cette démarche, ses habits du dimanche ; ce qui le conduit naturellement au cabaret, et là il dépense souvent une grande partie de la somme qu'il avait à placer ou de celle dont il vient d'opérer le retrait.

Un peu partout on a cherché à éviter ces trois inconvénients, en constituant une caisse spéciale à l'établissement. Voici comment nous avons vu fonctionner celle de MM. Schœffer et Lalance à Pfastadt, près Mulhouse.

Chaque quinzaine, au moment de la païe, un encaisseur reçoit les sommes sans minimum qu'il plaît aux ouvriers de lui remettre, et en donne quittance.

Cela se fait à l'atelier sans aucune perte de temps ni déplacement. De même pour les retraits. Les résultats de cette caisse sont concluants.

Du premier exercice 1882 au 31 décembre 1888, il y est entré 44,156 francs et les retraits dont une bonne partie a servi à payer des acomptes sur des achats d'immeubles ont atteint 107,032 francs ; il restait à la fin de 1887, 18,477 francs déposés.

On peut admettre, que grâce à cette caisse, cent mille francs au moins ont été enlevés aux cabarets.

Jusqu'à 300 fr. il est bénéficié au déposant un intérêt de 6 0/0 l'an, de 300 à 1,000 fr. l'intérêt est de 4 0/0 ; au delà, l'ouvrier est obligé de faire emploi de son argent en achetant un immeuble ou un titre.

Les fonds déposés ne rapportent que 3 0/0 à la maison, alors qu'elle sert aux déposants un taux moyen de 5 0/0 ; mais elle calcule que le sacrifice qu'elle fait est insignifiant en raison des avantages obtenus. Elle paye un franc par exemple pour produire une épargne de 30 fr.

Les résultats sont si encourageants que M. Lalance, en philanthrope éclairé, voulait encore augmenter les avantages que cette caisse procurait à son nombreux personnel, au moment où le despotisme allemand l'a obligé de quitter son cher Mulhouse.

Dans d'autres centres industriels, l'épargne entre peu à peu dans les habitudes des classes laborieuses, grâce aux efforts des patrons.

Recommander l'épargne à l'ouvrier, sans lui en faciliter les moyens, c'est prêcher dans le désert. En général, l'ouvrier ne sait pas ce que c'est qu'un achat de valeurs mobilières ; il n'a pas confiance dans les placements en actions ou obligations ; il n'en comprend pas le jeu, et n'a pas le loisir de l'apprendre. S'il ne trouve pas à sa portée une caisse d'épargne pouvant recevoir les plus minimes économies, les recevoir tous les jours et, au moment du besoin, lui restituer son dépôt sans grandes formalités, il préfère garder son argent improductif dans le fameux « bas de laine » ou plutôt le gaspiller. Pour qu'une Caisse d'épargne rende des services, il faut donc qu'elle soit conçue dans l'esprit le plus libéral.

C'est ce que l'expérience a démontré aux chefs de la grande industrie qui reçoivent cet argent et servent aux déposants un intérêt élevé où leur facilitent l'achat d'une maïson, d'un champ, d'un bétail.

La Caisse d'épargne de la Vieille-Montagne, par exemple, n'eût pas tout d'abord auprès de la classe ouvrière tout le succès qu'on aurait pu attendre ;

c'est ainsi qu'en 1853, dix ans après la fondation, le nombre des déposants n'était que de 126, représentant à peine 2 0/0 du nombre des ouvriers, et le total des versements ne s'élevait qu'à 60,886 fr. 76.

A plusieurs reprises, le Conseil d'administration a revisé les statuts de la Caisse dans un sens très généreux. Le taux de l'intérêt a été porté à 5 0/0. Les versements, reçus à partir de un franc, peuvent s'élever successivement à 10,000 fr. et même au delà. Les plus grandes facilités sont accordées aux intéressés pour retirer leur dépôt.

Les résultats ont été des plus satisfaisants. Chaque année a vu croître la quantité de livrets accordés et le total des épargnes, le nombre des déposants au 31 décembre 1887 s'élevait à 880.

Le montant général des dépôts était à la même époque de 1,721,577 francs.

Aux établissements Ménier frères, l'intérêt est servi à 6 0/0; à la fin de 1889 le chiffre des dépôts s'élevait à 2,137,778 francs; il n'y a pas de minimum imposé, mais les dépôts peuvent s'élever jusqu'à 10,000 francs, avec le consentement de MM. Ménier.

Aux établissements Solvay, à Dombasle, nous relevons que le 31 mai 1890, 149 déposants ont un avoir de 183,889 fr., 80, recevant un intérêt de 5 0/0; le maximum des dépôts est fixé à 5,000 francs et le bénéfice de l'institution n'est applicable qu'aux ouvriers ou employés dont le traitement annuel est inférieur à 3,000 francs.

M. Agache, filateur à Pérenchies, a obtenu de son côté, des résultats surprenants et la moralité de son personnel qui comprend 2,000 ouvriers est infiniment meilleure qu'elle ne l'était autrefois. L'élan est donné, l'épargne est aujourd'hui la préoccupation d'ouvriers qui, autrefois, n'y pensaient point. Ils ont sans cesse sous les yeux le tableau qui commence leur livret d'épargne et qui leur enseigne qu'une économie de deux sous par jour, soit 30 fr. par an avec la cumulation des intérêts composés servis par MM. Agache fils et Cie, leur donnera en trente ans, 1,993 fr. alors que sans intérêts, ils n'auraient amassé que 900 fr.; qu'après 40 ans, ils auront un capital de 3,624 fr. au lieu de 1,200 fr. économisés sans intérêts; qu'en mettant de côté 5 fr. par quinzaine soit 130 fr. par an, ils peuvent avoir au bout de 25 ans 6,206 fr.; 30 ans 8,637 fr.; 40 ans 15,701 fr.; 45 ans un capital de 20,761 fr.

La moyenne de l'épargne par tête de déposant tend donc à s'élever et les ouvriers qui ont le goût de l'épargne sont aujourd'hui dans une proportion appréciable. Si l'on jette un regard sur le passé, on doit se féliciter hautement de ce résultat et souhaiter qu'il se généralise. Ce serait faire un pas immense dans la voie du bien-être et de la paix sociale.

La situation des caisses d'épargne est pleinement prospère, l'honneur en revient au gouvernement qui maintient l'ordre et assure la sécurité du travail; il revient aussi aux administrateurs des caisses dont le concours bienveillant et gratuit est digne de vifs éloges. Cette institution commande toutefois quelques réformes. Le taux de l'intérêt est à l'heure actuelle trop élevé, eu égard au cours de la rente sur l'État. Ce taux explique que beaucoup de personnes de la classe bourgeoise déposent à la caisse d'épargne leurs économies ou leurs disponibilités plutôt que de les confier à une banque. Il en résulte un accroissement du stock des caisses d'épargne, détournées ainsi de leur destination première et de leur clientèle spéciale. Il y aurait donc lieu ou de réduire le taux d'intérêt, ou d'abaisser le maximum de la somme qui peut être inscrite sur chaque livret. Il y aurait une autre amélioration, que notre législation comporterait et qui aurait pour résultat de faire servir davantage l'institution des caisses d'épargne au profit des classes laborieuses de nos campagnes. En France, les caisses d'épargne et la caisse postale versent leur avoir à la Caisse des dépôts et consignations, institution d'Etat. Celle-ci emploie tous ces fonds qu'elle recueille, soit à acheter des rentes, soit à faire des versements en compte-courant au Trésor. Il faudrait, au contraire, les employer à des prêts fonciers, voire même agricoles, ainsi que cela se pratique en Belgique. Comme le disait le rapporteur à la Chambre des représentants Belges, M. Jottrand : « Puiser le capital aux sources nombreuses et obscures où l'activité nationale l'enfante, l'accumuler en de grands réceptacles, et de là le refouler vers le travail d'où il est provenu, tel est le rôle que, semblables au cœur, les institutions nationales doivent remplir. » En Belgique cette organisation a permis de résoudre le problème du crédit agricole.

◎**CAISSE DE RETRAITE.** *Econ. soc.* Le travailleur que la mort épargne, ne conserve pas jusqu'à la fin de son existence la capacité de gagner un salaire suffisant à ses besoins. S'il n'a pas préparé, dans la période de validité, quelque moyen de remplacer, la vieillesse venue, le salaire supprimé, il est réduit à réclamer l'assistance de ses enfants, à mendier le long des chemins ou à demander dans un hospice une place disputée par de nombreux compétiteurs. Il faut s'efforcer de secourir tout homme incapable de travailler et dénué de ressources, par suite de ses fautes ou par défaveur de la fortune. La vieillesse que la compassion entoure, mais non le respect qui lui est naturellement dû, doit éveiller encore davantage la sollicitude des cœurs honnêtes. Mais il vaut mieux prévenir le mal que d'attendre, pour y remédier, qu'il se soit produit, et s'il est bien de secourir le vieillard misérable, il est préférable de donner à l'adulte, à l'homme valide, le moyen de se garantir plus tard contre le dénûment résultant de la suppression du salaire.

Dans le rapport présenté au nom de la commission de l'assistance et de la prévoyance publiques, le 26 janvier 1850, M. Thiers disait (p. 112) :

« Le plus grand acte de prévoyance de l'ouvrier, celui qu'il faut solliciter et provoquer le plus vivement de sa part, c'est celui qui consistera à faire des économies, soit pour en conserver le capital toujours disponible, soit pour s'assurer, en renonçant à l'usage de ce capital, une pension suffisante dans ses vieux jours. »

Il ajoutait (p. 114) :

« Il y a, pour l'homme laborieux et prévoyant,.....

deux manières d'agir, l'une de déposer ses économies dans une caisse qui lui en rapporte l'intérêt,..... la Caisse d'épargne,..... l'autre de déposer annuellement une légère somme à une caisse dite des retraites,..... dans laquelle l'accumulation des intérêts » et la réversion sur les survivants de la part des morts « doivent finir par produire une rente viagère au profit des déposants les plus âgés. »

Et plus loin (p. 119) :

« Il faut un sage, courageux, prévoyant père de famille, ayant l'honorable ambition d'élever lui et les siens, pour pratiquer le premier genre d'économie, c'est-à-dire le versement à la *Caisse d'épargne*; un égoïste insouciant, qui ne pousse pas l'aveuglement jusqu'à oublier la vieillesse,..... suffit au second, c'est-à-dire au versement à la *Caisse des retraites.* »

Afin de ne pas laisser incomplet l'exposé de la question, il convient d'expliquer que la constitution des ressources suffisantes à l'entretien d'un vieillard exige des économies répétées avec persévérance pendant trente ou quarante ans, bien plus considérables si elles sont seulement augmentées par la capitalisation des intérêts que si, à l'effet des intérêts composés, s'ajoute la réversion sur les survivants de la part des prédécédés.

C'est la second mode de prévoyance que l'Etat impose à ses serviteurs. A la vérité, les retenues que subissent les fonctionnaires, les employés, les agents soumis à la loi du 9 juin 1853, ne sont pas mises en réserve, ni capitalisées; elles figurent seulement aux recettes du budget, comme les arrérages des pensions figurent aux dépenses. Mais parce que la *tontine* organisée par la loi parmi le personnel des administrations publiques, n'est pas gérée suivant les règles les plus élémentaires de la comptabilité et de la science des assurances, il n'en reste pas moins constant que c'est une tontine où ceux que la fortune propice laisse accomplir une longue carrière, profitent de la part de ceux que la mort frappe prématurément, qu'ils soient libres de toute charge de famille ou qu'ils laissent dans la gêne, quelquefois dans la misère, une veuve, des orphelins dignes de pitié.

Le législateur qui a créé la *Caisse des retraites pour la vieillesse*, le 10 juin 1850, dans le but de favoriser l'épargne populaire, en vue de la constitution de rentes viagères, ne l'a pas fondée, en toutes ses parties, sur le principe rigoureux de la tontine pure. L'obligation de la division entre le mari et la femme des versements effectués des deniers de l'un d'eux, la faculté de faire ces versements à *capital réservé*, c'est-à-dire avec clause de remboursement sans intérêts, au décès du déposant, sont, en réalité, de sérieuses atténuations au principe égoïste de la tontine. Cette loi d'ailleurs avait été précédée de nombreux projets et rapports soigneusement élaborés, qui s'étaient surtout multipliés depuis 1840. Nous citerons les propositions de M. Olindes Rodrigues tendant à instituer à côté de la Caisse d'épargne un service de pensions viagères obtenues au moyen de primes périodiques; de M. Macquet, ancien agent de la caisse des invalides de la marine. Enfin, quelques jours avant les événements de février 1848, le Gouvernement annonçait aux Chambres le prochain dépôt d'un projet de loi portant création d'une *Caisse de retraite*. La révolution l'empêcha d'accomplir sa promesse, mais la question ne cessa pas de préoccuper les esprits.

A peine Louis-Philippe avait-il quitté les Tuileries, que les salles du palais s'ouvraient aux ouvriers âgés, malades et sans ressources, tandis qu'on traçait, sur les murs de cet asile improvisé, ces trois mots éloquents dans leur simplicité : *Invalides du travail.*

Dès le 18 juin 1848, MM. Waldeck-Rousseau et Rouveure soumettaient à l'Assemblée constituante un projet de loi relatif à la création d'une *Caisse nationale de prèvoyance.* Un an plus tard la question est reprise devant l'Assemblée législative par MM. Dufournel et Lestiboudois. Puis le gouvernement présente le 26 novembre 1849 un projet plus développé, dans lequel on proposait, afin de donner à l'institution à créer un large et rapide essor, d'allouer des primes de 25 francs aux cent mille ouvriers de l'agriculture et de l'industrie, qui auraient les premiers réalisé pendant cinq ans un versement annuel de 15 francs au moins. L'Assemblée législative refusa de s'engager dans la voie des subventions. Elle reconnaissait la nécessité de venir en aide aux classes laborieuses et voulait, en même temps, que l'institution qu'elle allait fonder pût se suffire à elle-même, se développer dans des conditions normales, sans imposer à l'Etat d'autres charges que les frais de gestion et sans lui demander d'autre aide que les garanties d'ordre, de durée, de sécurité qu'il peut seul donner.

C'étaient en somme les conclusions formulées par M. Thiers dans le rapport dont nous avons extrait quelques citations.

La Caisse des retraites créée par la loi du 18 juin 1850 constitue des rentes viagères dont le capital est formé par les versements volontaires des déposants, soit à capital aliéné, soit à capital réservé. Ces versements d'abord devaient s'élever à 5 francs, ou à des multiples de 5 francs. L'art. 1er de la loi du 12 juin 1861 portait qu'ils devaient être de 5 francs au moins, sans fraction de franc. Le minimum des versements a été abaissé à 1 franc par la loi du 20 juillet 1886.

La rente viagère est déterminée d'après des tarifs tenant compte :

1° De l'intérêt composé; le taux d'abord fixé à 5 0/0 a été réduit à 4 1/2 0/0 à partir du 1er juin 1853, relevé à 5 0/0 le 1er janvier 1873, ramené à 4 1/2 0/0 le 1er janvier 1883 et abaissé enfin à 4 0/0 depuis le 1er janvier 1887. En vue d'augmenter la stabilité de l'équilibre financier de la Caisse des retraites, plus d'une fois compromis par les lenteurs apportées à la modification du taux de l'intérêt dans les tarifs, afin de faciliter le maintien de ce taux en rapport constant avec l'intérêt que la Caisse peut retirer de l'emploi de ses fonds, la loi du 20 juillet 1886 a conféré au pouvoir exécutif le droit de fixer ce taux, par décret chaque année.

2° Des chances de mortalité en raison de l'âge des déposants à l'époque du versement et de l'âge auquel commence la retraite, calculées pendant 37 ans d'après la table de Déparcieux, et,

depuis le 1er janvier 1888, d'après une table de mortalité déduite de l'expérience même de la Caisse des retraites.

Le versement fait pendant le mariage par l'un des deux conjoints profite séparément à chacun d'eux par moitié.

Au début, la rente viagère qui pouvait être inscrite sur la même tête ne devait pas dépasser 600 francs. Ce maximum a été élevé à 750 francs par la loi du 7 juillet 1856, puis à 1,000 francs par la loi du 12 juin 1861, à 1,500 francs par la loi du - mai 1864, et ramené à 1,200 francs par la loi du 20 juillet 1886.

Les rentes de la vieillesse sont, de droit, incessibles et insaisissables jusqu'à 360 francs.

Les arrérages sont payés par trimestre. L'entrée en jouissance devait être fixée, au choix du déposant, de 50 à 60 ans. La loi de 1861 a reculé à 65 ans l'âge au-delà duquel les rentes viagères à constituer, au profit des personnes plus âgées, sont liquidées suivant les tarifs déterminés pour cet âge.

Dans le cas de blessures graves ou d'infirmités prématurées, régulièrement constatées, entraînant incapacité absolue de travail, la pension pourra être liquidée même avant cinquante ans en proportion des versements faits avant cette époque. La loi du 18 juin 1850 ne fixait pas d'autre limite aux versements qui pouvaient être faits au compte du même déposant dans le courant d'une année, que la somme nécessaire à la constitution d'une rente de 600 francs. La loi du 28 mai 1853 limita à 2,000 fr. l'importance des versements annuels par tête. Ce maximum fut porté à 3,000 francs par la loi du 12 juin 1861, à 4,000 francs par la loi du 4 mai 1864 et abaissé à 1,000 francs par la loi du 20 juillet 1886.

Jusqu'à la fin de l'année 1886, les versements ne pouvaient être reçus qu'à la Caisse des dépôts et consignations, chez les trésoriers-payeurs généraux et chez les receveurs particuliers des finances. Dans le rapport sur les opérations de 1868, la Commission supérieure de la Caisse des retraites, instituée auprès du ministère du commerce, émettait le vœu de faire concourir les percepteurs et les receveurs des postes à la réception des versements à la Caisse des retraites, comme ils concourent, en vertu de la loi du 11 juillet 1868, à la réception des primes des Caisses d'assurances en cas de décès et en cas d'accidents. Ce vœu, souvent répété, a été consacré par la loi du 20 juillet 1886.

Parmi les lois succeessives concernant la Caisse des retraites, il en est une qui, pour ne modifier en rien les relations entre l'institution et les déposants, ne manque pas cependant que d'être importante. Jusqu'à la fin de l'année 1883, c'était le Trésor public qui payait les rentes de la vieillesse. Tous les trois mois, la Caisse des retraites transférait à la Caisse d'amortissement, qui les annulait, une quotité de rentes perpétuelles, représentant, au cours moyen du trimestre, le prix des rentes viagères inscrites pendant ce trimestre, prix calculé d'après le tarif alors en vigueur. Ainsi la Caisse des retraites servait à l'amortissement de la dette publique par la transformation des rentes perpétuelles en rentes viagères. La loi du 30 janvier 1884 a profondément modifié l'organisation intérieure de la Caisse en la chargeant de faire face au payement des arrérages des rentes viagères, comme au remboursement, après décès, des sommes versées sous condition de réserve. En représentation des rentes en cours à la date du 31 décembre 1883, et pour la couvrir des pertes qu'elle avait pu subir antérieurement, il a été inscrit au nom de la Caisse des retraites, 11,032,125 francs de rente 3 0/0 amortissable.

Après cet exposé sommaire des conditions dans lesquelles fonctionne la Caisse, il n'est pas inutile d'indiquer, par quelques chiffres, les résultats obtenus.

Dans le cours d'une période de près de 38 années, depuis le 11 mai 1851, date à laquelle les bureaux furent ouverts pour la première fois au public, jusqu'au 31 décembre 1888, la caisse des retraites a reçu à 787.039 comptes individuels 12,330,744 versements s'élevant à 689,322,627 fr. 45.

Ces versements se subdivisent en plusieurs catégories, résumées dans le tableau ci-dessous. Au point de vue des conditions auxquelles ils sont soumis, ils ont été faits, soit à capital aliéné, soit à capital réservé, c'est-à-dire avec clause de remboursement. Au point de vue de leur origine, on distingue les versements *directs* effectués spontanément par des déposants isolés ; les versements *par intermédiaires* faits au nom de plusieurs individus, en vertu des règlements des administrations, sociétés commerciales, compagnies industrielles auxquelles ils appartiennent, et provenant soit de retenues opérées sur les salaires, soit de libéralités patronales, soit des deux sources à la fois ; enfin les versements des sociétés de secours mutuels approuvées, par prélèvement sur leurs *fonds de retraites* institués par le décret du 26 avril 1856.

Origine des versements	Nature des versements	
	A capital aliéné	A capital réservé
	fr. c.	fr. c.
Versements directs . .	232.863.166 99	201.398.086 65
Versements par intermédiaires	86.705.338 31	100.398.545 93
Versements des sociétés approuvées . . .	7.073 16	67.950.416 41
Totaux	319.575.578 46	369.747.048 99

Dans la même période il a été payé :

En remboursements { après décès. . . . . 98.373.736 89 ; pour irrégularité. . . 3.233.842 21

dont 27,751,907 fr. 41 ont été réintégrés aux *Fonds de Retraites*.

En arrérages de rentes { par le Trésor public jusqu'à la fin de l'année 1883 . . 195.642.663 86 ; par la Caisse même depuis le 1er janvier 1884. . . . 131.512.238 42

Par le nombre des comptes individuels ouverts, des versements effectués, l'importance des sommes reçues et payées, ces chiffres prouvent, non sans quelque éloquence, que la création de la Caisse

des retraites répondait à un besoin réel, qu'elle était utile puisqu'elle a rendu des services.

Faut-il dire que *tout est pour le mieux dans le meilleur des mondes*, qu'il n'y a plus rien à faire, que l'Institution est parfaite, qu'elle n'attend plus aucun perfectionnement? La loi n'a pas encore consacré tous les vœux formulés par la Commission supérieure et il reste des questions qui n'ont pas été définitivement résolues.

Dans les quatre rapports concernant les opérations des années 1866, 1867, 1868 et 1869, la Commission supérieure demandait qu'on donnât aux déposants la faculté de constituer des rentes sur les têtes des deux conjoints, réversibles au dernier vivant.

A notre avis cette combinaison serait préférable à la division des versements entre les deux conjoints, surtout si la réversibilité était instituée de la manière suivante : rente viagère au profit du mari avec jouissance fixée à l'âge probable où il cessera de travailler, et rente viagère au profit de la femme survivante avec jouissance dès le décès du mari, c'est-à-dire combinaison d'une rente différée et d'une rente de survie.

Quant à instituer la rente sur plus de deux têtes, à étendre la réversibilité jusqu'aux enfants, c'est une combinaison plus théorique que pratique. Il ne faut pas perdre de vue que la Caisse des retraites, sous peine de dépenser des sommes importantes sans grand profit pour les intéressés, ne peut pratiquer que les combinaisons simples, en raison du nombre considérable des déposants auxquels elle doit donner prompte satisfaction.

La division des versements entre les deux conjoints ne remplit pas exactement le but qu'on s'est sans doute proposé. Lorsque le versement est fait à titre de donation, il suit la volonté du donateur et n'est pas obligatairement divisé. S'il est fait à capital réservé suivant le mode adopté par la Compagnie d'Orléans, qui verse chaque année à la Caisse des retraites, au profit exclusif de ses agents, une somme égale au dixième de leurs salaires, il est recommandable.

Vaut-il pas mieux pour une femme âgée de 30 ou 40 ans, dont le mari meurt après dix ou quinze versements, de recevoir, pour elle-même et pour ses enfants, un capital de quelques centaines de francs, que d'avoir la perspective d'une rente de quelques dizaines de francs à l'âge de 50 ou 55 ans que la misère l'empêchera peut-être d'atteindre?

Ce système où les intérêts seulement des sommes versées par les prédécédés accroissent la part des survivants, se rapproche de celui que préconisait M. de Courcy.

Il condamnait celui des pensions viagères qu'il trouvait immoral et anti-social. « Je me suis élevé avec force, disait-il, contre le système des retenues dans l'industrie privée. Je ne sais s'il n'est pas encore plus choquant, plus irritant, lorsqu'il est imposé par l'omnipotence de l'Etat. Le fonctionnaire de l'Etat, s'il ne remplit pas entièrement les conditions de la retraite, perd toutes ses retenues. Il aura pu servir loyalement l'Etat pendant vingt-neuf ans et demi, subir pendant cette longue période une retenue de 5 0/0 sur ses traitements; d'un douzième en plus à chaque augmentation, sans que l'Etat en restitue un centime à lui ni à ses héritiers. » C'est bien, en effet, une véritable spoliation qui prive la veuve et les enfants des épargnes que le père de famille a faites pendant sa vie de labeur, de bons et de loyaux services!

Dans cette pensée, M. de Courcy a fondé l'institution du « Patrimoine transmissible, » qui donne à la Compagnie d'Assurances générales, depuis 1850, de merveilleux résultats : elle consiste à ouvrir un compte individuel, productif d'intérêts, à chacun des ouvriers ou employés d'une entreprise quelconque, compte qui se grossit chaque année d'une certaine part des produits de l'entreprise. « Dites à un jeune homme, ajoutait M. de Courcy, qu'en persévérant trente ans au service de la même compagnie il aura dans ses vieux jours une pension de retraite, il sera fort peu sensible à cette lointaine perspective qui le rebutera plutôt. Montrez-lui son compte qui commence, qu'il dépend de lui de grossir ou d'abandonner, vous faites aussitôt de lui un petit capitaliste et un conservateur. »

Dans la préoccupation d'assurer à l'ouvrier vieux, incapable de travailler, des ressources certaines, des hommes dont le dévouement à la cause populaire est incontestable, ont demandé que l'ouvrier, avec l'aide du patron et de l'Etat, fût obligé de verser à la Caisse de retraites pour la vieillesse.

« L'ouvrier, demande M. Nadaud, doit-il être laissé libre d'opter ou non pour la Caisse des retraites? »

« Non, absolument non, répond-il : tout ouvrier travaillant pour gagner sa vie comme simple salarié, *devra* faire partie de cette salutaire institution et en subir toutes les obligations. Qu'on ne nous objecte pas la liberté individuelle et le droit imprescriptible de vivre comme il l'entend, nous passons outre ».

C'est ainsi que pensait et agissait le Chancelier de fer.

« Tout salaire, ajoute M. Nadaud, sera frappé d'une retenue dont le quantum reste à déterminer, et que le patron et l'Etat doubleront, chacun par moitié. Tout homme faisant travailler les autres devra tenir un rôle des journées, avec le prix et les produits. Le versement de la retenue sera opéré à la fin de chaque mois. Si le patron est illettré, il fera sa déclaration au maire qui dressera le rôle sous sa responsabilité morale. Quant à la quote-part de l'Etat, elle ne sera portée au crédit de l'ouvrier qu'au moment de la liquidation de sa retraite, et les intérêts à partir de ce jour. S'il y a une veuve survivante, le mari étant décédé avant la liquidation de sa pension, elle jouira jusqu'à son décès de la moitié de la rente à lui attribuée. »

Ce versement obligatoire soulève, comme on pense, bien des objections; M. Vermont l'apprécie ainsi :

« En obligeant le patron à retenir à l'ouvrier une partie de ce qu'il lui doit, vous augmentez les causes de division qui les séparent trop souvent. Si l'ouvrier refuse, quel moyen de coercition comptez-vous employer? Comment ne comprenez-vous pas que s'il est une propriété sacrée, c'est le salaire; que s'il est un argent dont on puisse disposer, c'est celui qu'on a gagné à la sueur de son front? Vous voulez imposer à celui qui manque de pain, l'éco-

nomie qui bien plus tard lui donnera des rentes ! Vous voulez diminuer le salaire du mari dont la femme est en couches ou les enfants malades ! Vous voulez que, dans l'espoir d'embellir sa vieillesse, un poitrinaire vous abandonne l'argent qui adoucirait sa souffrance, argent que l'Etat prendrait et garderait sans jamais le lui rendre ! Et, quand se dressent devant vous la liberté individuelle, la liberté du travail, les droits de la famille et de la propriété, vous déclarez superbement que rien ne vous arrête et qu'il faut passer outre ? »

La vivacité de cette riposte n'exclut pas la solidité des arguments ; nous sommes avec le même auteur lorsqu'il relève les inconvénients qu'entraîne l'obligation du versement pour l'ouvrier lui-même dont on prétend améliorer la situation, tout en assurant son avenir :

« L'ouvrier, dit-il, touchera moins, s'il doit nécessairement subir un prélèvement sur son salaire, par conséquent son ardeur au travail en sera diminuée. On lui imposera l'économie, on recevra et l'on fera fructifier l'épargne à laquelle on l'aura contraint. Erreur ! Volontaire, il l'eût aimée, elle se fut agrandie ; subie, il la détestera. Vous l'aurez détruite, avec sa prévoyance, en l'empêchant de penser lui-même à ses affaires, de prendre soin lui-même de ses intérêts. Est-ce en diminuant ses vertus que vous augmenterez son bien-être ?... Son salaire ne sera pas seulement diminué du *quantum* restant à fixer, mais aussi de la quote-part imposée au patron, lequel prélèvera, sur ses frais de main-d'œuvre et d'employés, une somme équivalente à celle qu'on lui réclamera pour eux. Quant à la quote-part de l'Etat elle ne s'élèverait pas à moins de 600,000,000 de francs par an. Elle nécessiterait donc de nouveaux impôts qui pèseraient sur l'industrie. »

Il est évident que l'obligation du versement par l'ouvrier, avec les inconvénients de diverse nature qu'elle présente, ainsi que la part contributive du patron et de l'Etat, doivent être absolument repoussés. C'est là le socialisme dictatorial et négatif de la vie humaine. Nous pensons qu'un bienfait, si grand qu'il puisse être, ne s'impose pas ; qu'on ne l'apprécie pas, quand il n'est pas accordé librement, et qu'on ne fait despotiquement ni de la prévoyance ni de l'épargne.

La conclusion de l'honorable M. Vermont mérite d'être citée :

« Ecartant, dit-il, toute obligation imposée à l'ouvrier, repoussant le socialisme, quelle que soit la forme qu'on lui donne, comment pourrons-nous constituer ces pensions de retraite dont je proclame la nécessité ; mais pour la création desquelles je ne veux pas sacrifier ni la liberté individuelle, ni l'équilibre du budget. »

La question n'est pas nouvelle, ni de l'obligation, ni de la participation des patrons, ni des subventions de l'Etat. Dans le rapport que nous avons déjà cité, M. Thiers disait (p. 130), ayant en vue surtout la rente à capital aliéné :

« Dans le cas de la retenue non obligatoire, l'ouvrier, agissant volontairement, place à une tontine dont le principe est que les survivants profitent de la part des morts. C'est une loterie sur la vie à laquelle il lui plaît de mettre. Les plus robustes finissent par être les plus riches. Mais quand on agit sans la volonté de l'ouvrier, malgré lui, en vertu d'une prévoyance dont il peut bien ne pas partager les vues, a-t-on le droit d'user de sa propriété, et de la mettre dans un jeu où il perdra, gagnera peut-être ? »

Lorsque la situation de ses affaires le lui permet, qu'un patron juste et généreux appelle ses ouvriers à participer à ses bénéfices et affecte ce *sur-salaire* à assurer leurs vieux jours contre la misère, c'est une manière d'agir dont il faut souhaiter le développement sans chercher à l'imposer, sous peine d'aller contre le véritable intérêt de l'ouvrier :

« Il est connu, en effet (*Rapport* de M. Thiers, p. 132), de tous les hommes instruits dans ces matières, que les maîtres, forcés par la concurrence de réduire leurs frais au plus strict nécessaire, ne sont pas libres d'augmenter le salaire à volonté ; que si on leur demande par la retenue une subvention qui ne sera qu'une augmentation déguisée du salaire, ils seront contraints de reprendre sur le prix de la journée ce qu'on leur aura fait donner pour la caisse des retraites. L'ouvrier pourra leur résister, dira-t-on. Oui, un jour d'émeute. Mais le maître violenté, forcé de payer plus qu'il ne peut, se retirera ou fera banqueroute, et l'ouvrier sera bien obligé d'aller offrir à un autre, et à tout prix, ses bras qu'il avait refusés la veille au prix naturel déterminé par la valeur générale des choses. Ce résultat se produira plus tôt ou plus tard, mais se produira infailliblement. »

L'illustre rapporteur n'était pas moins énergiquement opposé aux subventions, primes, encouragements pécuniaires de l'Etat (p. 142) :

« Si l'Etat avait des trésors inconnus, inépuisables, si ces trésors n'étaient pas la bourse du pauvre lui-même, on comprendrait cette prétention, si excessive qu'elle pût être ; mais il faut répéter sans cesse que le riche, même en le surchargeant d'impôts au point de violer la propriété, le riche ne fournit qu'une infiniment petite partie du revenu public, parce que c'est la totalité des citoyens, laquelle comprend plus de pauvres que de riches, qui seule est productive ; que dans tous ces systèmes, par conséquent, on prend à des pauvres pour donner à d'autres pauvres, avec mille chances de mal faire, de se tromper, d'ôter au pauvre prévoyant pour donner au pauvre imprévoyant, d'ôter au pauvre laborieux pour donner au pauvre paresseux, droit qu'on n'a pas, car, après tout, c'est le travail de chacun qui doit faire le sort de chacun, et non l'Etat avec une distribution plus ou moins intelligente et équitable du bien de tous. »

◦ **CAISSON.** *T. d'art. mil.* D'une façon générale on désigne sous ce nom tout chariot couvert, fermé à l'aide d'un couvercle à charnière, et servant à transporter soit des munitions, soit tout autre objet ou approvisionnement qu'il est nécessaire de mettre à l'abri. Les premiers caissons en usage dans l'armée française étaient à deux roues ; on les construisit ensuite à quatre roues et, avant la guerre de 1870, il existait encore un caisson d'ambulance pour le transport des approvisionnements des ambulances, et un caisson des équipages militaires pour le transport des subsistances et particulièrement du pain. Ces voitures trop lourdes ont été remplacées par d'autres voitures spéciales de différents modèles et actuellement il n'existe plus en service dans l'armée que des *caissons à munitions*.

Les caissons à munitions du système Gribeauval étaient eux aussi des voitures à quatre roues, portant un coffre unique long et étroit avec un couvercle formant une sorte de toit à deux pentes, ils ont été remplacés en 1827, lors de l'adoption du nouveau matériel d'artillerie, par une voiture

composée de deux trains indépendants : un avant-train, le même que pour les affûts de campagne, et un arrière-train. L'arrière-train se compose d'une sorte de cadre posant sur l'essieu et destiné à supporter soit deux coffres à munitions semblables à celui de l'avant-train, soit un coffre unique d'une capacité sensiblement double de celle du coffre de l'avant-train. Le cadre se prolonge en avant par une flèche portant à son extrémité la lunette destinée à être accrochée au crochet cheville-ouvrière de l'avant-train. De cette façon le caisson a la même mobilité, le même tournant que la pièce sur un avant-train et peut par conséquent la suivre dans tous les terrains et à toutes les allures. On utilise pour l'arrière train du caisson les mêmes roues que pour l'affût et l'avant-train.

Jusqu'en 1870, de même que toutes les autres voitures du matériel d'artillerie, les caissons ont été construits en bois, depuis lors on les a fabriqués en tôle de fer ; actuellement on emploie de préférence la tôle d'acier qui est plus résistante et permet d'alléger encore le poids des différentes pièces. — V. *Dictionnaire,* MATÉRIEL, § *Matériel de guerre.*

****CALCIMÈTRE.** *T. de chim.* On désigne par ce nom un appareil de chimie de construction spéciale, permettant de déterminer très rapidement, et avec une exactitude suffisante, la quantité d'acide carbonique ou d'un carbonate quelconque dans les diverses matières industrielles ; il sert particulièrement au dosage de la chaux dans le noir animal employé en sucrerie et en raffinerie de sucre. Cet appareil est basé sur le principe du mesurage de l'acide carbonique dégagé par la décomposition à froid d'un carbonate au moyen de l'acide chlorhydrique, et de la transformation du volume gazeux en poids d'acide carbonique ou du carbonate cherché, en tenant compte de la température. De là la grande simplicité de l'appareil et l'extrême facilité qu'il offre pour l'exécution, en quelques minutes, des dosages qui auraient exigé plusieurs heures en employant les méthodes pondérales.

L'essai du noir animal, si nécessaire pour la juste appréciation et la conduite rationnelle des procédés de revivification, n'est plus, comme naguère, du domaine exclusif des chimistes ; chaque contre-maître intelligent peut, au moyen du calcimètre, connaître en quelques minutes la teneur en chaux du noir animal en cours de fabrication, et d'en tirer ensuite des renseignements pratiques sur la quantité d'acide à employer pour la régénération du noir. Naturellement, le chimiste fait du *calcimètre* un usage plus étendu pour l'analyse de calcaires, ciments et carbonates alcalins.

La méthode calcimétrique a été élaborée en 1859 par le Dr Scheibler, qui a construit le calcimètre primitif portant son nom. Depuis cette date, le calcimètre de Scheibler fut considérablement perfectionné par Finkener, Pellet et Salleron et d'autres. Nous donnerons plus loin le dessin et la description du calcimètre le plus nouveau, celui de Sidersky, qui a figuré à l'Exposition universelle de 1889. Quel que soit le calcimètre, le principe est toujours le même, et, dans la plupart des appareils, l'éprouvette qui sert de récipient pour l'acide carbonique dégagé est divisée en 25 degrés et dixièmes de degré, le tout égal à 100 centimètres cubes, soit $1^{o}=4$ centimètres cubes.

Le poids absolu d'un litre d'acide carbonique, à 0° et à la pression barométrique de 760 millimètres, est égal à 1gr,98 (Berzélius, Dulong et d'autres) ; la dilatation de ce gaz par la chaleur, par degré centigrade est de 0,0037 du volume primitif à 0° centigrade (Régnault, Magnus, etc.).

Pour avoir le poids P d'un volume déterminé m d'acide carbonique, observé à la température t et à la pression barométrique b, on fait usage de la formule suivante :

$$P=\frac{4(m+0.8)\,0.00198(b-s)}{(1+0{,}0037t)\,760}.$$

dans laquelle

P = le poids cherché ;

M = le volume gazeux observé sur le tube mesureur du calcimètre, dont chaque degré est égal à 4 centimètres cubes ;

t = température du gaz ;

S = tension de la vapeur d'eau en millimètres, à la température t ;

Et enfin le chiffre de 0,8 exprime le volume d'acide carbonique qui reste en dissolution dans le liquide salin (volume déterminé par de nombreuses expériences).

Si l'on néglige les oscillations barométriques qui n'exercent aucune influence appréciable sur

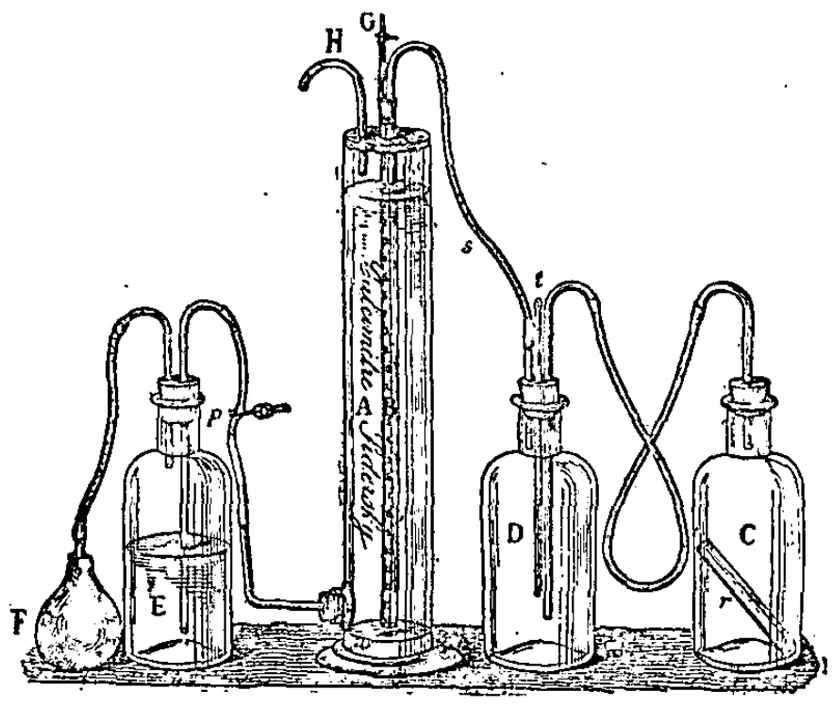


Fig. 270. — *Calcimètre.*

les résultats, et si l'on admet pour toutes les expériences une pression moyenne de 760 millimètres de mercure, la formule précédente peut être considérablement simplifiée. La nouvelle formule sera :

$$P=\frac{(m+0.8)\,0.000010421(760-s)}{1+0\ 0037t}.$$

Cette formule donne la valeur de 0gr,0018 par centimètre cube d'acide carbonique mesuré à toute température comprise entre 15° et 25° centigrades. Pour avoir plus de précision et pour supprimer les calculs, on a calculé des tables très étendues qui accompagnent l'appareil.

La figure 270 représente le calcimètre Sidersky qui se recommande par sa simplicité. La matière à analyser, finement pulvérisée, est introduite dans le flacon-laboratoire C, et l'on y pose avec précaution un petit tube en verre *r* contenant 10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique étendu; on ferme le flacon C avec son bouchon, et on l'incline de manière à vider sur la matière soumise à l'épreuve l'acide contenu dans *r*. L'acide décompose la matière en dégageant l'acide carbonique gazeux; la décomposition est accélérée en agitant le flacon C. L'acide carbonique mis en liberté passe dans l'accumulateur D, en chassant l'air par *s*; ce dernier arrive dans le tube mesureur B, maintenu dans l'éprouvette A remplie d'eau. Les niveaux d'eau dans A et B ayant été mis, avant l'essai, au zéro de l'échelle graduée de B, l'air déplacé de D par le gaz dégagé fait descendre le niveau d'eau dans le tube mesureur B; on ouvre la pince P et l'on fait descendre le niveau de l'eau en A, afin de le mettre en coïncidence avec le niveau d'eau B, de sorte que l'air renfermé dans le tube mesureur B se trouve sous la pression normale de l'atmosphère. On lit sur l'échelle graduée de B le volume de ce dernier, qui est exactement celui du gaz mis en liberté par la décomposition de la matière dans C, on y ajoute 0°,8 qui est le volume du gaz dissous dans le liquide salin contenu dans C, et l'on observe la température sur le thermomètre *t* placé dans l'accumulateur D. On multiplie par 0gr,0072 les degrés observés sur l'échelle B, si la température est comprise entre 15° et 25° centigrades, et l'on a le poids d'acide carbonique cherché. Il est facile de calculer alors le poids de carbonate de chaux, en multipliant l'acide carbonique par 2,27.

L'acide carbonique étant légèrement soluble dans l'eau, on a eu soin d'interposer l'accumulateur D, afin d'empêcher le contact direct du gaz dégagé en C avec l'eau contenue dans le tube mesureur B. La pince F et la pince H servent pour amener l'eau dans A et B jusqu'au point de zéro de l'échelle graduée.

La quantité de matière à analyser est variable selon la richesse en CO^2; elle doit être choisie de façon à contenir environ 0g,15, au plus 0g,18 d'acide carbonique. Pour l'essai de noir animal, on opère sur 1g,70 de matière et le volume de gaz observé sur l'échelle de B donne directement à 15° centigrades les tant 0/0 de $CaCO^3$.

Bibliographie : Scheibler : *Zeitschrift des Vereins für die Rübenzuckerindustrie*, 1859, p. 285; Sidersky : *Bulletin de l'Association des chimistes*, 1886, p. 297-300; Fresenius : *Zeitschrift für Analytische Chemie*, 1886, t. XXVI, p. 336-338.

CALCIUM. *T. de chim.* — V. *Dictionnaire.*

Dosage du calcium. On dose le calcium dans ses sels en l'amenant sous l'une des trois formes : sulfate, carbonate ou chaux caustique. On l'obtient à l'état de sulfate pur, soit par évaporation en présence d'un excès d'acide sulfurique, soit par précipitation à l'aide d'un sulfate soluble.

On le ramène à l'état de carbonate ou de chaux caustique, en le précipitant à l'état d'oxalate ou de carbonate et en calcinant le précipité obtenu.

Enfin, on peut encore doser le calcium par liqueurs titrées en opérant directement sur la substance à analyser, s'il s'agit de chaux caustique ou de carbonate de chaux, ou bien sur l'oxalate s'il s'agit de tout autre sel de calcium.

Dosage à l'état de sulfate. Tous les sels de chaux à acide volatil et ne contenant pas de substances étrangères fixes, peuvent être ramenés à l'état de sulfate de chaux par évaporation en présence d'un excès d'acide sulfurique. On opère dans une capsule de platine pesée à l'avance; on évapore d'abord au bain-marie, puis en chauffant ensuite avec précautions pour chasser l'excès d'acide; enfin on calcine au rouge le résidu et l'on pèse. Soit *p* le poids trouvé pour le sulfate pur, on aura le poids *x* de calcium correspondant, par la proportion :

$$\frac{x}{p} = \frac{Ca}{CaSO^4} = \frac{40}{136}$$

d'où

$$x = p \times 0{,}2941.$$

Si la substance dans laquelle on veut doser le calcium contenait des acides ou des impuretés fixes, il faudrait opérer par précipitation. Pour cela, on place la solution à analyser dans un vase à précipité et on y ajoute un excès d'acide sulfurique étendu, puis on triple le volume avec de l'alcool concentré; on laisse reposer une nuit, puis on recueille le précipité sur filtre et on le lave complètement avec de l'alcool; on sèche ensuite et on calcine en rouge; on pèse le sulfate formé et on calcule comme ci-dessus le poids de calcium correspondant. Pour que ce procédé soit applicable, il faut évidemment que la substance sur laquelle on opère, ne contienne ni acides, ni impuretés insolubles dans l'alcool.

Dosage à l'état de carbonate de chaux ou de chaux caustique. A l'aide du carbonate d'ammoniaque on peut précipiter le calcium de toutes ses dissolutions neutres; le précipité est recueilli sur un filtre et lavé à l'eau ammoniacale; on le sèche, puis on le calcine avec précautions au rouge très faible, afin de peser à l'état de carbonate.

En général, on préfère cependant précipiter à l'état d'oxalate; dans la solution chaude, renfermée dans un vase à fond plat, on verse un léger excès d'oxalate d'ammoniaqne, puis de l'ammoniaque en quantité suffisante pour que l'on en sente nettement l'odeur; on recouvre puis on laisse reposer une nuit, à une douce chaleur. Le lendemain on fait écouler le liquide clair sur un filtre; on lave le précipité par décantation avec de l'eau chaude et finalement on fait tomber le précipité sur le filtre. On sèche dans l'entonnoir puis on calcine dans un creuset de platine. La calcination doit être faite au rouge très faible et durer 5 à 10 minutes environ. On transforme ainsi l'oxalate en carbonate neutre que l'on pèse après refroidissement pour déduire de là le poids de calcium. Comme vérification, on peut reprendre le creuset et chauffer son contenu au rouge blanc à l'aide d'un chalumeau à gaz, pendant un quart d'heure environ; le carbonate se transforme alors

en chaux caustique. Il est clair que l'on peut passer directement de l'oxalate à l'oxyde sans peser le carbonate ; on pèse l'oxyde et, de son poids p, on déduit celui du calcium correspondant par la proportion.

$$\frac{x}{p}=\frac{\mathrm{Ca}}{\mathrm{CaO}}=\frac{40}{56}$$

d'où

$$x=p\times 0{,}7143.$$

Dosage volumétrique. S'il s'agit de doser le calcium dans la chaux carbonatée ou dans un mélange imparfaitement caustifié, on peut opérer par l'alcalimétrie ; il suffit de dissoudre un poids connu de la substance dans un volume connu et en excès d'acide chlorhydrique normal, puis de mesurer cet excès à l'aide d'une solution alcaline normale ; comme indicateur on peut employer le tournesol, mais l'orangé Poirrier est préférable, surtout si l'on a affaire à la chaux carbonatée. Chaque centimètre cube d'acide normal correspond à 0ᵍ,040 de calcium.

Il est évident que l'on peut doser ainsi le calcium dans tous les sels solubles, puisqu'il suffit de l'en précipiter à l'état de carbonate, de laver celui-ci sur filtre, puis de le redissoudre dans l'acide normal.

On peut encore doser le calcium indirectement en se servant d'une solution normale d'acide oxalique ; on ajoute un excès de cette solution, puis par filtration on sépare le précipité et dans la liqueur filtrée on dose l'acide oxalique en excès à l'aide d'une liqueur oxydante de permanganate de potasse. — H. R.

CALORIE (V. *Dictionnaire*). On distingue la *grande* et la *petite calorie*. La grande calorie, ou calorie proprement dite, est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 0° à 1° *un kilogramme* d'eau. La petite calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 0° à 1° *un gramme* d'eau. Celle-ci est donc 1,000 fois plus petite que la première.

Il est bon de connaître cette distinction, car les auteurs se servent de l'une et de l'autre calorie, quelquefois sans spécifier celle qu'ils emploient, mais, qu'avec un peu d'attention, il sera facile de reconnaître.

CALORIFÈRE. — V. Chauffage.

CALORIMÈTRE. *T. de phys. et de chim.* Instrument destiné à évaluer, en *calories* (V. ce mot au *Dictionnaire*), la quantité de chaleur dégagée ou absorbée dans un phénomène quelconque, physique, chimique ou physiologique. Le calorimètre est employé en physique, pour déterminer la chaleur spécifique des corps solides, liquides ou gazeux, la chaleur latente de fusion, de vaporisation ; en chimie, pour mesurer la chaleur de combinaison des corps simples ou composés, la chaleur de décomposition, de dissociation, de dissolution, etc. ; en physiologie, pour évaluer la chaleur animale.

Les calorimètres les plus usités ont été décrits ou signalés à l'article Calorimétrie. Il convient d'y ajouter le calorimètre de M. Regnault (V. *Dictionnaire*, Chaleur spécifique), celui de Favre et Silbermann (V. Jamin et Bouty, *Cours de physique*, t. II, 2ᵉ fascicule, p. 15) et notamment celui de M. Berthelot, le plus exact, qui va être décrit.

Les grands travaux de ce savant chimiste sur la *thermo-chimie* (V. ce mot) ont été exécutés à l'aide du calorimètre qu'il a imaginé et dont les dispositions sont si intelligemment conçues, qu'en l'employant on élimine les causes d'erreurs et les corrections qu'on ne peut éviter avec les autres calorimètres.

Calorimètre de M. Berthelot. Cet appareil comprend les pièces suivantes (fig. 271) : GG, calorimètre en platine, *c* son couvercle, θθ thermomètre calorimétrique, *aa* agitateur en platine, EE enceinte argentée, *c'* son couvercle, HH, double enceinte en fer-blanc remplie d'eau *c''* son couvercle, AA son agitateur, *tt* son thermomètre ; VV enveloppe de feutre épais sur l'enceinte en fer-blanc.

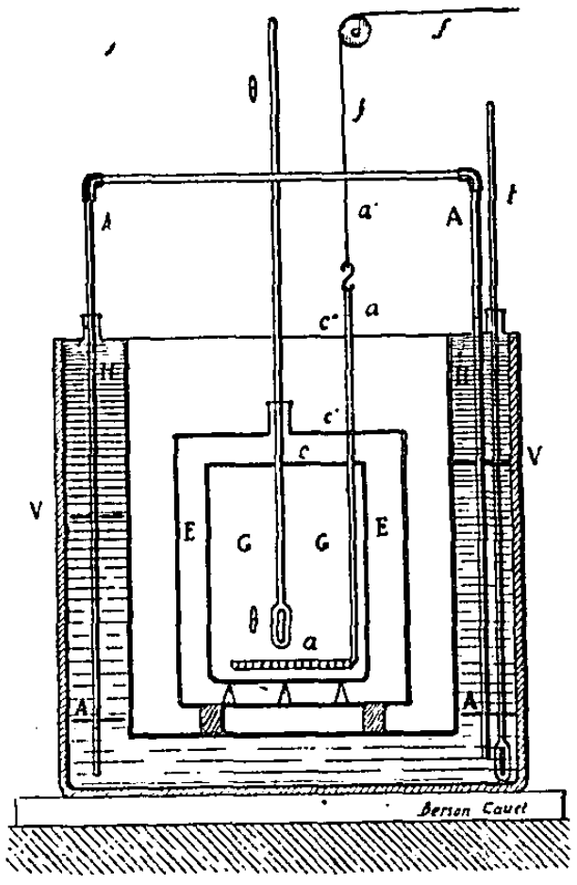


Fig. 271.
Calorimètre de M. Berthelot.

La pièce essentielle, le calorimètre proprement dit, est un vase cylindrique très mince, en platine, de 120 millimètres de hauteur et 85 de diamètre, du poids de 63ᵍ,43 ; il est pourvu d'un couvercle de même métal, agrafé à baïonnette sur les bords du vase et percé de trous pour le passage du thermomètre, de l'agitateur et des tubes abducteurs destinés aux gaz et aux liquides. Le vase est posé sur trois prismes en liège. L'agitateur est un gros fil de platine vertical, recourbé horizontalement en forme de cercle à sa partie inférieure, laquelle est garnie de palettes. Dans certains cas, le vase de platine est remplacé par un mince gobelet en verre, par exemple, quand on opère avec des agents oxydants, chlorurants, sulfurants, etc., capables d'attaquer le platine. On a renoncé au calorimètre en laiton, pour les expériences de précision.

Le thermomètre employé par M. Berthelot, dans ses délicates recherches, avait été soigneusement étudié et indiquait le deux-centième de degré, dans un intervalle de 10 à 15°.

Les corps sur lesquels on opérait étaient exactement pesés ou jaugés à l'aide de fioles vérifiées avec soin par des pesées, mis plusieurs jours d'avance dans la chambre à expériences, afin

qu'ils prissent la température du milieu ambiant, ainsi que l'eau du calorimètre et de ses enveloppes.

Nous ne pouvons entrer dans les détails des manipulations, des calculs et des précautions qu'exige l'emploi judicieux du calorimètre. Nous renvoyons pour cela aux mémoires publiés, par M. Berthelot, dans les *Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. XXIX, p. 108 ; *id.*, 5e série, t. X, p. 447, t. XII, p. 550, t. XIII. p. 5.

En suivant les prescriptions indiquées par M. Berthelot, on élimine les causes d'erreurs portant sur l'estimation des températures et l'on supprime la correction relative au refroidissement, pour toute opération dont la durée ne dépasse pas deux minutes.

M. Berthelot a imaginé et employé d'autres appareils calorimétriques, l'un pour les expériences effectuées sur les gaz (*Annales*, 5e, t. X, p. 450), un autre qu'il nomme *bombe calorimétrique*, pour mesurer la chaleur de combustion des gaz par détonation (V. *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. XXIII, p. 163).

Quant aux applications que M. Berthelot a faites de ses expériences calorimétriques, avec ses divers appareils, elles sont extrêmement nombreuses, non seulement dans l'établissement de ses principes de thermo-chimie, mais encore dans une foule d'autres questions de chimie inorganique et organique : par exemple dans la détermination de la chaleur dégagée par le mélange de l'eau et de l'acide sulfurique; de la chaleur de neutralisation des acides par les bases; de la chaleur de transformation, de dissolution; de la chaleur de formation des composés organiques ou inorganiques ; dans la détermiuation de la chaleur spécifique des corps solides, liquides ou gazeux.

CALORIMÉTRIE (V. *Dictionnaire*). Cette partie de la physique comprend toutes les questions dans lesquelles entre la mesure de la chaleur :

1° Les méthodes calorimétriques : méthode des mélanges, méthode par la fusion de la glace, par comparaison, par refroidissement.

2° Les chaleurs spécifiques des corps solides, liquides ou gazeux, ainsi que les lois qui régissent ces phénomènes.

3° L'équivalence de la chaleur et du travail; la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur; les machines à gaz et à air chaud; le principe de Carnot, la chaleur spécifique de dilatation.

4° Les changements d'état physique des corps : fusion, solidification, surfusion, vaporisation, évaporisation, ébullition, dissolution, sursaturation, condensation, liquéfaction, et lois qui s'y rapportent.

5° Mesure des chaleurs latentes de fusion et de vaporisation.

6° Changements d'états chimiques. Principes fondamentaux de la thermo-chimie.

7° Sources mécaniques de chaleur.

8° Mesure de la chaleur animale. — C. D.

•***CAMBODGE.** — V. INDO-CHINE.

•***CAMPYLOMÈTRE** (de *καμπύλος*, courbé, et *μετρον*, mesure. Petit instrument de poche destiné à donner, après une seule opération et par une simple lecture : 1° la longueur métrique d'une ligne quelconque, droite ou courbe, tracée sur une carte ou sur un plan; 2° la longueur naturelle correspondant à une longueur graphique sur les cartes au 1/80,000 et au 1/100,000 et sur les cartes dont les échelles sont des multiples ou des sous-multiples simples des précédents.

Le campylomètre, construit par le lieutenant Gaumet, a pour principe une propriété de la vis micrométrique. Il consiste en un disque denté dont la circonférence est exactement de 5 centimètres. Les deux faces de ce disque portent chacune un système de divisions, l'un en 40 parties égales, l'autre en 50.

Le disque se meut sur une vis micrométrique dont le pas est de $1^{mm},5$, en regard d'une réglette portant des divisions de longueur égale au pas de la vis. Celle-ci est fixée sur une monture qui porte une pointe servant de guide.

Pour faire usage du campylomètre : amener le zéro du disque en regard du zéro de la réglette, puis placer l'instrument sur la carte dans une position perpendiculaire, la pointe servant de guide, et promener le disque sur la ligne droite ou sinueuse dont on veut avoir la longueur.

Il n'y a plus qu'à lire les divisions parcourues, sur la réglette et sur le disque (Voir pour les détails et les exemples, la *Nature* : 1880, 1er semestre, p. 299).

Ce petit instrument dispense du compas et du double décimètre. Il peut être facilement employé en marche, même à cheval, avantage appréciable pour les officiers montés. La partie essentielle du campylomètre peut être montée à l'extrémité d'un porte-mine. — C. D.

CANAL. Les améliorations réalisées ou projetées pour la navigation des fleuves et des rivières devaient entraîner le perfectionnement des canaux qui les mettent en communication; il a fallu, non seulement les approfondir, mais agrandir les écluses pour leur permettre de recevoir le matériel plus puissant que la batellerie était appelée à faire circuler; il faudra aussi augmenter la rapidité et la régularité du trafic en construisant de nouvelles lignes pour abréger les parcours et compléter le réseau. L'un des principaux obstacles à surmonter est le rachat des grandes chutes que l'on n'a résolu jusqu'à présent qu'au moyen des échelles d'écluses accolées à la suite les unes des autres, avec ou sans intercalation de biefs intermédiaires. Trois nouvelles solutions sont en présence : l'augmentation de hauteur de chute des écluses, l'ascenseur vertical et le plan incliné; les deux premières viennent de recevoir des applications intéressantes; l'application de la troisième aux grands bateaux est encore en projet.

Ecluses à grande chute. L'augmentation de la hauteur de chute des écluses a été réalisée au canal du Centre, comme conséquence de l'agrandissement des sas dont la longueur utile a été portée de 30 mètres à $38^{m},50$, et les radiers ont été abaissés de $0^{m},60$ afin de porter à 80 centi-

mètres la hauteur d'eau sous les bateaux. A Longpendu et à Saint-Julien, où il existait des groupes de sept et de neuf écluses séparées par des biefs très courts (103 et 298 mètres), on a réduit le nombre des écluses en doublant la hauteur de chute que l'on a portée de 2m,60 à 5m,20. On n'a, du reste, fait ces transformations qu'en ayant à l'amont de chaque groupe, soit un réservoir, soit un très grand bief, pouvant fournir la dépense d'eau supplémentaire, et à l'aval, pour emmagasiner les excédents d'eau provenant du doublement des sassées. La tête amont de ces nouvelles écluses est construite sur le type ordinaire. Les portes, à deux vantaux, en fer et tôle de fer galvanisés, ne présentent rien de particulier. Le mur de chute a 5m,20 de hauteur et 1m,60 d'épaisseur minimum avec parement d'aval cintré. Les bajoyers ont 8m,20 de hauteur, 3m,60 d'épaisseur à la base sur 1m,20 au sommet. Les puits des vannes, de 1m,40 de diamètre, descendent verticale-

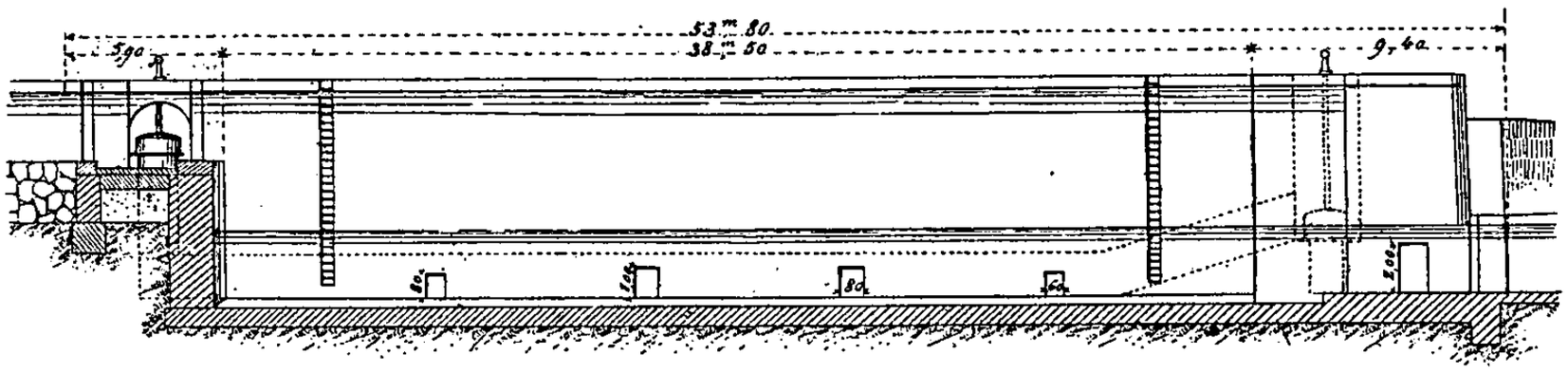


Fig. 272. — *Coupe longitudinale d'une écluse de 5m,20 de chute.*

ment dans les bajoyers sur 4m.95 de hauteur. Du fond de chaque puits, au niveau du busc d'aval, part un aqueduc voûté en plein cintre de 1 mètre de largeur et 1m,70 de hauteur sous clé (fig. 272 et 273). Cet aqueduc longe le sas avec lequel il communique par quatre pertuis rectangulaires également espacés, de 0m,60 sur 0m,80 ou de 0m,80 sur 1 mètre ; les plus grands servent de passage aux ouvriers pour les visites et les réparations. La corde du radier est à 2m,60 en contrebas de la tenue normale de 2 mètres du bief d'aval. La chambre d'aval, qui doit résister à la poussée considérable des grandes portes, a 4m,34 de longueur au couronnement et 6 mètres à la base ; elle se termine par des murs en retour, avec fruit de 1/20, présentant au-dessus du bief d'aval un redan, de 1m,25 de largeur, qui sert de banquette d'embarquement. Un peu à l'amont de l'enclave d'aval, l'aqueduc latéral établi dans chaque bajoyer se relève et débouche dans un puits rectangulaire de 2m,30 de côté et de 6m,25 de hauteur, où se trouve le siège de la vanne de vidange. Celle-ci se trouve ainsi remontée à 0m,65 seulement en contrebas du niveau d'aval, ce qui permet de la visiter avec un faible abaissement du bief inférieur. Au-dessous de chaque vanne se trouve un puits de 1m,40 de diamètre et 1m,95 de haut, du fond duquel part, au niveau du busc d'aval, un aqueduc de fuite de 1 mètre de largeur sur 1m,60 à 2 mètres de hauteur (fig. 272). Cet aqueduc débouche normalement à l'axe de l'écluse, pour éviter que l'eau lancée avec une grande vitesse dans le bief n'y produise des affouillements. L'écluse est munie de quatre vannes cylindriques semblables (V. *Dictionnaire*, Vanne), deux à l'amont pour le remplissage, deux à l'aval pour la vidange. Ces vannes ont 1m,42 de diamètre intérieur et 0m,385 de levée.

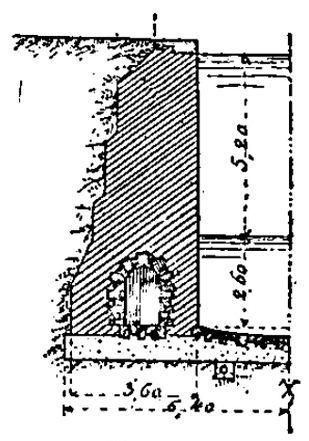


Fig. 273.
Demi-coupe transversale du sas.

Les portes d'aval (fig. 275) ont 8m,16 de hauteur ; elles sont à deux vantaux composés chacun d'un grand cadre renforcé par huit entretoises horizontales et dix entretoises verticales ; ces pièces sont formées d'une âme et de quatre cornières en acier doux dont l'emploi a permis de réduire le poids de l'ossature. Le poteau tourillon, le poteau busqué et les entretoises verticales sont renforcés, sur la face aval, par des bandes de tôle. Le bordé est fait de dix-huit plaques de tôle de fer, embouties, de 7 millimètres d'épaisseur et de 70 millimètres de flèche, rivées sur la face amont de l'ossature. La pression du vantail contre le fond de l'enclave est répartie par sept disques en fonte sur des plaques de friction munies chacune de trois vis de réglage. Le collier est articulé ; chaque vantail est muni d'une ventelle à jalousie pour le cas où l'on serait obligé de maintenir la navigation avec une tenue d'eau assez basse pour laisser émerger le seuil des vannes cylindriques d'aval. Les portes d'aval et d'amont sont manœuvrées à la main à l'aide de treuils.

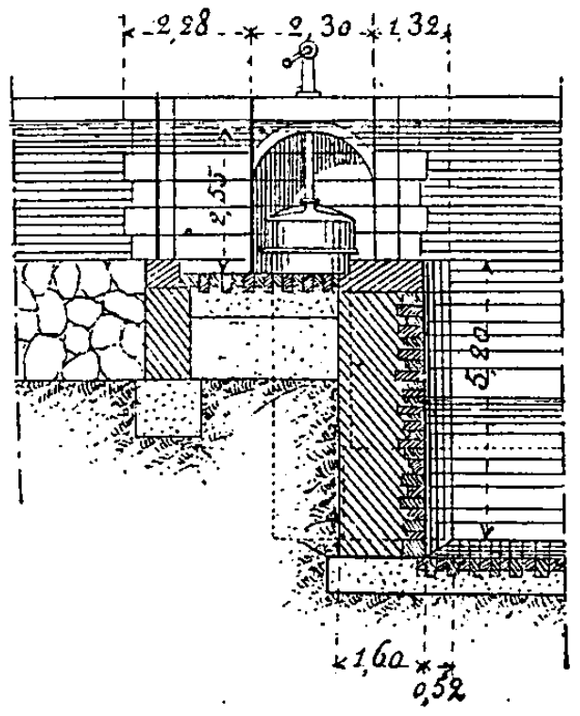


Fig. 274. — *Coupe longitudinale de la tête amont. Vanne de remplissage.*

La sassée est de 1,200 mètres cubes. Le remplissage s'effectue en trois minutes dix secondes, et

la vidange en trois minutes quinze secondes. La durée d'un éclusage est en moyenne de quatorze minutes, dépassant de deux minutes seulement celle des écluses de 2m,60 de chute. Le prix de revient total de ces écluses est de 120,000 francs.

Le succès des écluses à grande chute du canal du Centre ouvre la voie à de nouveaux progrès dans l'emploi d'une solution dont les conditions de simplicité, de rusticité, de facilité de manœuvre et d'entretien compensent bien l'infériorité au point de vue du rendement mécanique.

Le débit considérable des vannes cylindriques permet d'assurer une rapidité suffisante au remplissage et à la vidange des sas. La principale difficulté à surmonter, pour augmenter encore la hauteur de chute des écluses, c'est la consommation d'eau; l'emploi de bassins d'épargne permettrait d'y obvier dans une certaine mesure; on pourrait relever le surplus de l'eau nécessaire à l'aide de machines comme on l'a fait avec succès au canal de l'Est, d'autant mieux que la dépense assez réduite resterait proportionnelle à l'importance du trafic.

Ascenseurs. La deuxième solution, celle des ascenseurs hydrauliques, dont il existait déjà depuis quelques années une application à Anderton, en Amérique (V. *Dictionnaire,* Canal), vient d'être employée sur une échelle beaucoup plus grande, en France, aux Fontinettes, sur le canal de Neuffossé, pour racheter une chute de 13m,13, et en Belgique, à la Louvière, sur le canal en construction de Charleroi à Mons, pour racheter une chute totale de 66m,196 (fig. 276).

L'ascenseur hydraulique des Fontinettes est établi à côté d'une écluse à cinq sas superposés, dont les dimensions étaient devenues insuffisantes pour les bateaux de 300 tonnes, qui circulent depuis quelques années sur les canaux du Nord. En outre, le canal de Neuffossé, qui réunit la Lys et le canal d'Aire à l'Aa, et qui met les ports de Dunkerque, Gravelines et Calais en communication avec le réseau de navigation intérieure, donne lieu à un mouvement annuel d'environ 13,000 bateaux. Le passage des écluses exigeait près de deux heures, et il en résultait des encombrements continuels auxquels il était indispensable de remédier.

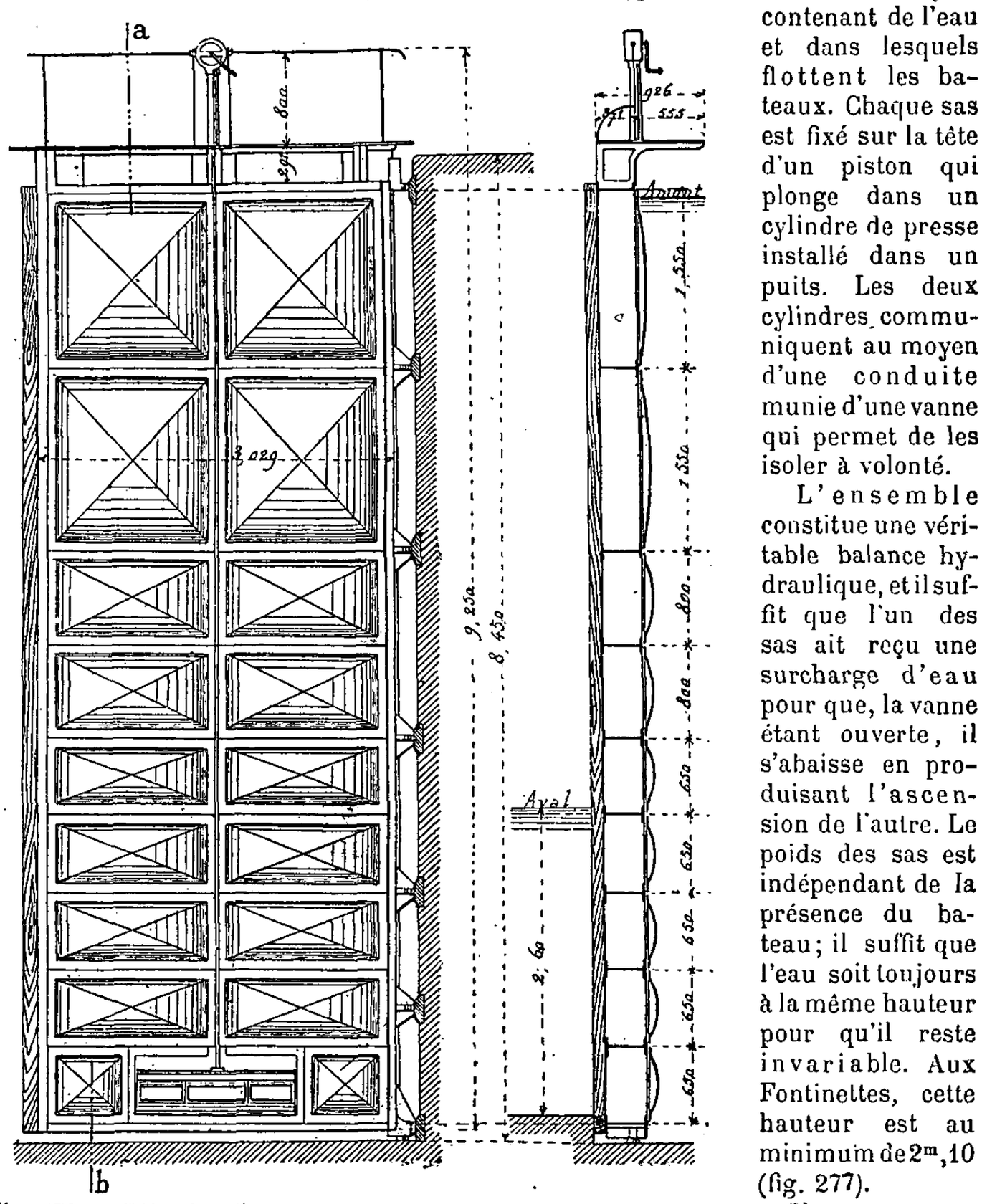


Fig. 275. — *Elévation d'amont et coupe transversale d'une porte d'aval.*

L'ascenseur se compose de deux sas métalliques contenant de l'eau et dans lesquels flottent les bateaux. Chaque sas est fixé sur la tête d'un piston qui plonge dans un cylindre de presse installé dans un puits. Les deux cylindres communiquent au moyen d'une conduite munie d'une vanne qui permet de les isoler à volonté.

L'ensemble constitue une véritable balance hydraulique, et il suffit que l'un des sas ait reçu une surcharge d'eau pour que, la vanne étant ouverte, il s'abaisse en produisant l'ascension de l'autre. Le poids des sas est indépendant de la présence du bateau; il suffit que l'eau soit toujours à la même hauteur pour qu'il reste invariable. Aux Fontinettes, cette hauteur est au minimum de 2m,10 (fig. 277).

Chaque sas a 40m,35 de longueur totale et 39m,50 de longueur utile; il se compose de deux poutres espacées de 5m,60 d'axe en axe et présentant une hauteur de 5m,50 au milieu et de 3m,50 aux extrémités; ces poutres portent en encorbellement des passerelles de service. Elles sont reliées par des entretoises de 0m,525 de hauteur, espacées de 1m,50. Au centre, les entretoises sont remplacées par des sommiers de 1m,50 de hauteur sur lesquels se fixe la tête du piston, évasée en forme de rectangle de 3m,30 sur 3m,10 de côté et renforcée par des nervures. Le bordé en tôle a 10 millimètres d'épaisseur.

Au bas de leur course, les sas se logent dans

une cale sèche en maçonnerie établie en contrebas du bief inférieur, et divisée en deux compartiments fermés, chacun, à l'aval par une porte levante. En haut de sa course, chaque sas s'arrête vis-à-vis de l'extrémité d'un pont canal qui termine le bief supérieur et qui est également fermé par une porte levante.

Le joint entre les extrémités des sas et celles des biefs est formé à l'aide d'une sorte de poche en caoutchouc fixée sur le pourtour des têtes de biefs et protégée par des ressorts. Au moment de lever les portes on gonfle ces poches en y injectant de l'air comprimé à une atmosphère et demie.

Les pistons sont en fonte; ils ont 17m,13 de longueur, 2 mètres de diamètre extérieur et 7 centimètres d'épaisseur; ils sont formés de tronçons de 2m,80 de hauteur, assemblés à l'aide de brides intérieures boulonnées. L'étanchéité

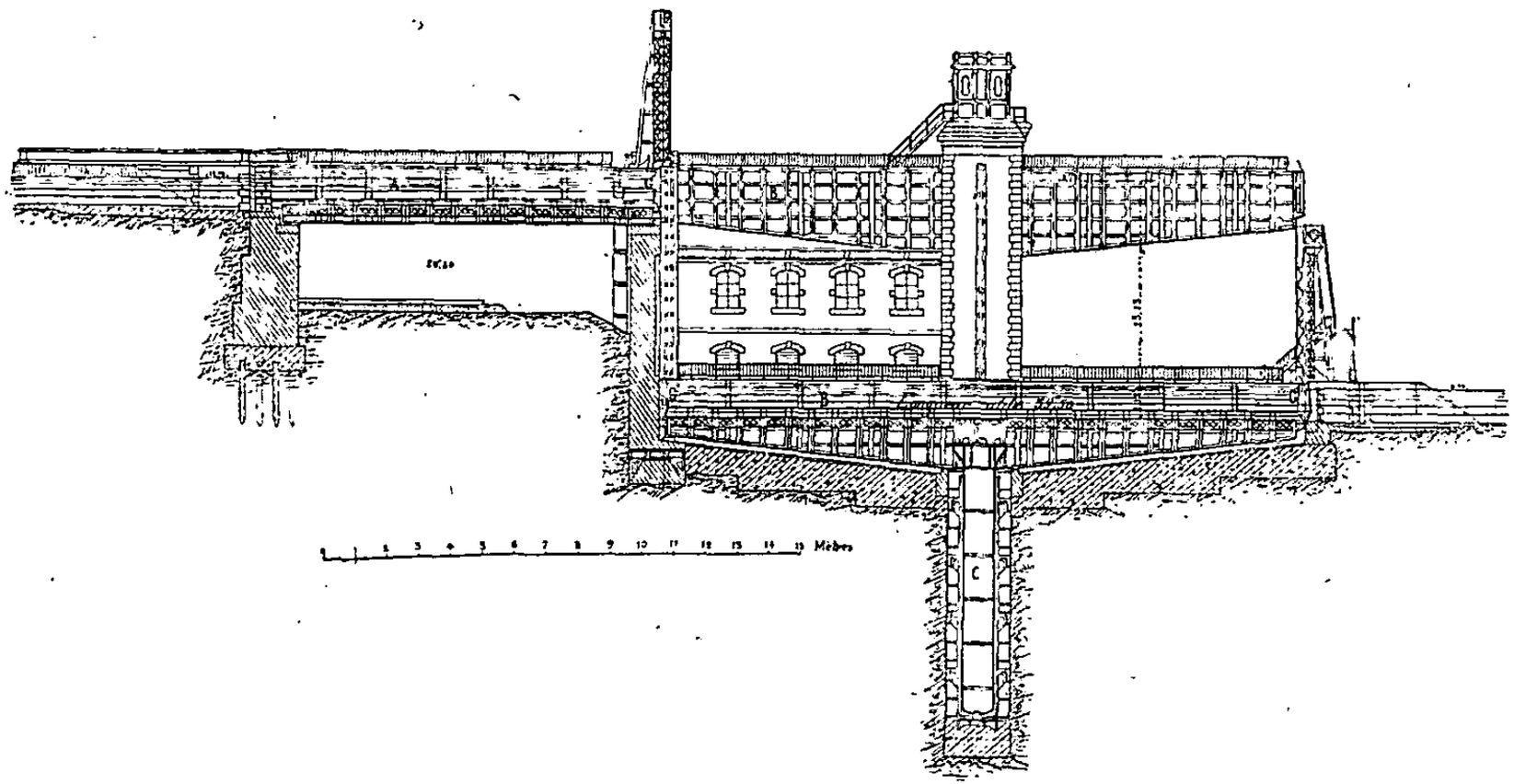


Fig. 276. — *Coupe longitudinale de l'ascenseur des Fontinettes, par l'axe d'un sas.*

ments du bâti. Le joint, au passage du piston, est formé par une bande de caoutchouc garnie d'une feuille de cuivre et logée dans un vide annulaire ménagé dans le couvercle. Cette garniture est retenue par un assemblage à baïonnette.

Les presses communiquent entre elles à l'aide d'une conduite en fer de 0m,25 de diamètre, qui part du fond de chaque cylindre, remonte dans le puits et présente au fond de la cale, entre les deux puits, une branche horizontale au milieu de laquelle se trouve la vanne de communication. Cette branche porte en outre des tubulures munies de distributeurs qui permettent, soit de laisser échapper l'eau de chacune des presses, soit d'y introduire de l'eau sous pression.

Les sas sont guidés à l'amont et au centre. Les guides du centre, qui sont les plus importants, sont formés de glissières en fonte appliquées sur trois tours carrées en maçonnerie très massives, et de forts sabots en acier fixés sur le sas. La chambre de manœuvre est installée au sommet de la tour du milieu. Les tours latérales contiennent des réservoirs en tôle, dits *compensateurs*, qui étaient destinés à économiser l'eau et qui n'ont pas été utilisés, leur emploi ralentissant la manœuvre.

Des portiques métalliques construits à l'amont sur le mur de chute et à l'aval sur les bajoyers du canal de fuite portent, à leur partie supérieure, les appareils hydrauliques à l'aide desquels on soulève simultanément les portes du sas et celles des biefs, portes qui sont, du reste, en grande partie équilibrées par des contre-poids. Les portes levées laissent au-dessus du niveau de l'eau une hauteur libre de 3m,70.

On a installé dans un bâtiment construit en amont de la tour centrale deux turbines actionnées par l'eau du bief supérieur. L'une de ces turbines, de 50 chevaux de force, met en mouvement quatre pompes de compression, à double effet, accouplées deux à deux; ces pompes servent à charger un accumulateur de 1,200 litres de capacité; l'autre turbine, de 15 chevaux seulement, commande un compresseur d'air pour le gonfle-

des joints est obtenue en serrant une feuille de cuivre annulaire entre les tronçons. Les presses ont 15m,682 de hauteur et 2m,078 de diamètre intérieur; elles sont composées d'anneaux en acier laminé sans soudure, de 0m,155 de hauteur et de 6 centimètres d'épaisseur. Ces anneaux sont emboîtés les uns sur les autres, avec un joint à mi-épaisseur de 5 millimètres de hauteur. Une chemise intérieure, en cuivre de 3 millimètres d'épaisseur, battue au maillet, assure l'étanchéité; le fond de chaque presse est constitué par une plaque de blindage de 2m,25 de côté. Les viroles extrêmes sont réunies par des tirants et la rigidité de chaque cylindre est obtenue à l'aide d'un bâti en fer vertical relié en bas à un poutrellage hexagonal établi sous la presse, et en haut à une collerette entourant le cylindre. Les puits ont 4 mètres de diamètre et sont garnis d'un cuvelage en fonte sur lequel s'appuient les entretoise-

ment des poches de joints et une pompe d'épuisement pour la cale. Une petite machine à vapeur permet de continuer l'épuisement quand le bief d'amont est en chômage.

Le poids total à élever, comprenant un piston et un sas rempli d'eau, est d'environ 800 tonneaux. La pression dans les grandes presses est par conséquent d'environ 20 atmosphères. Lors du montage, elles ont été essayées, à l'aide d'une pompe à bras, à la pression de 54 atmosphères. L'étanchéité était parfaite et l'essai a eu pour résultat d'appliquer exactement la chemise en cuivre contre les anneaux d'acier, qui ne sont tournés ni au dedans, ni au dehors. La pression de l'accumulateur est maintenue à 30 atmos-

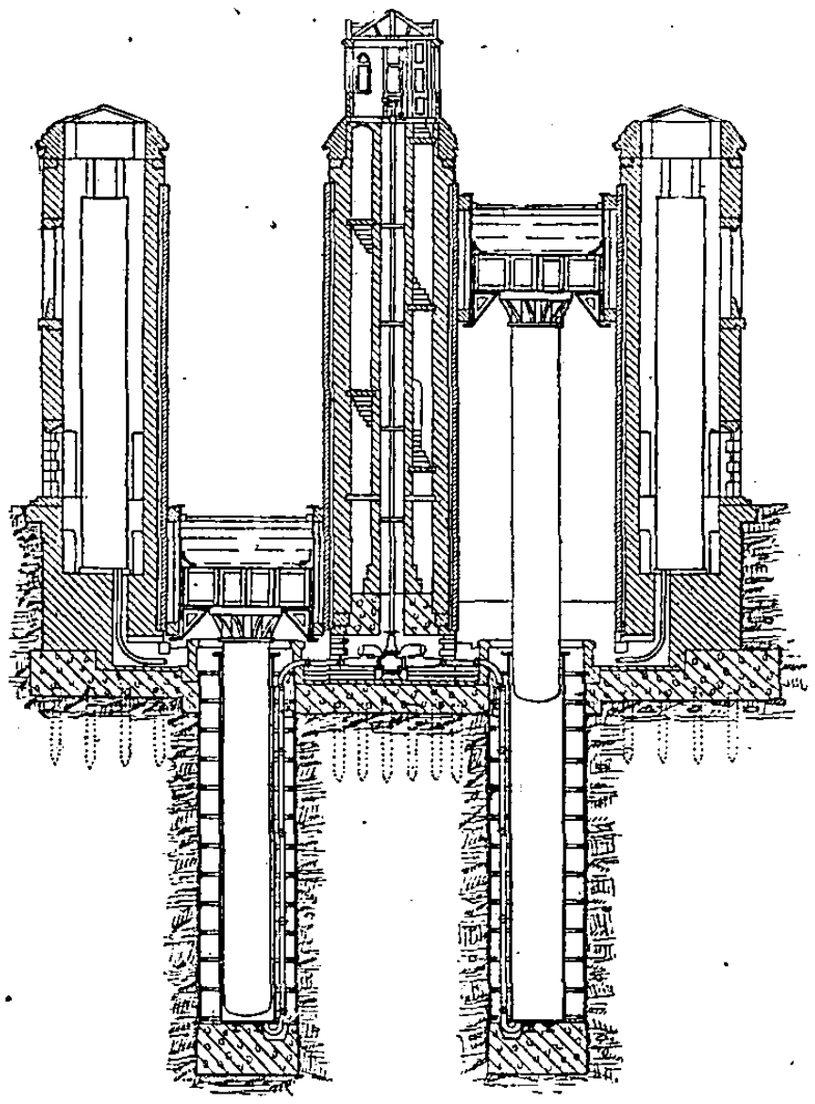


Fig. 277. — *Coupe transversale de l'ascenseur par l'axe des presses de soulèvement.*

phères, pour assurer le fonctionnement des presses de soulèvement des portes.

La manœuvre s'effectue de la façon suivante: l'un des sas étant en haut de sa course et contenant une hauteur d'eau de $2^m,35$, on ferme le joint en ouvrant le robinet d'admission de l'air comprimé dans la poche de caoutchouc fixée sur le pont-canal correspondant. On accroche la porte du sas à celle du pont-canal et l'on remplit d'eau, à l'aide d'une petite ventelle ménagée dans la porte du pont-canal, le vide existant. Les deux portes sont alors soulevées ensemble; un bateau est introduit dans le sas. Puis les portes sont abaissées et décrochées. La ventelle est fermée et la poche dégonflée. Pendant ce temps, les mêmes manœuvres sont exécutées pour le sas inférieur, lequel repose sur des tins en bois et contient une hauteur d'eau de $2^m,10$. Le sas supérieur possède ainsi une surcharge de $0^m,25$ de hauteur d'eau correspondant à 53 tonnes environ. On ouvre alors la vanne de communication entre les presses et le mouvement s'opère régulièrement. On l'arrête en fermant la vanne lorsque le niveau de l'eau dans le sas montant est de $0^m,25$ en contrebas de celui du bief supérieur. A ce moment le niveau du sas descendant se trouve à $0^m,25$ au-dessus de celui du bief inférieur. On ferme les joints et on soulève les portes, d'abord légèrement, puis complètement. Le sas supérieur prend sa surcharge pour la manœuvre suivante et le sas inférieur abandonne son excédent au bief d'aval. Les bateaux peuvent alors sortir et être remplacés par d'autres. La position d'un sas peut être corrigée au

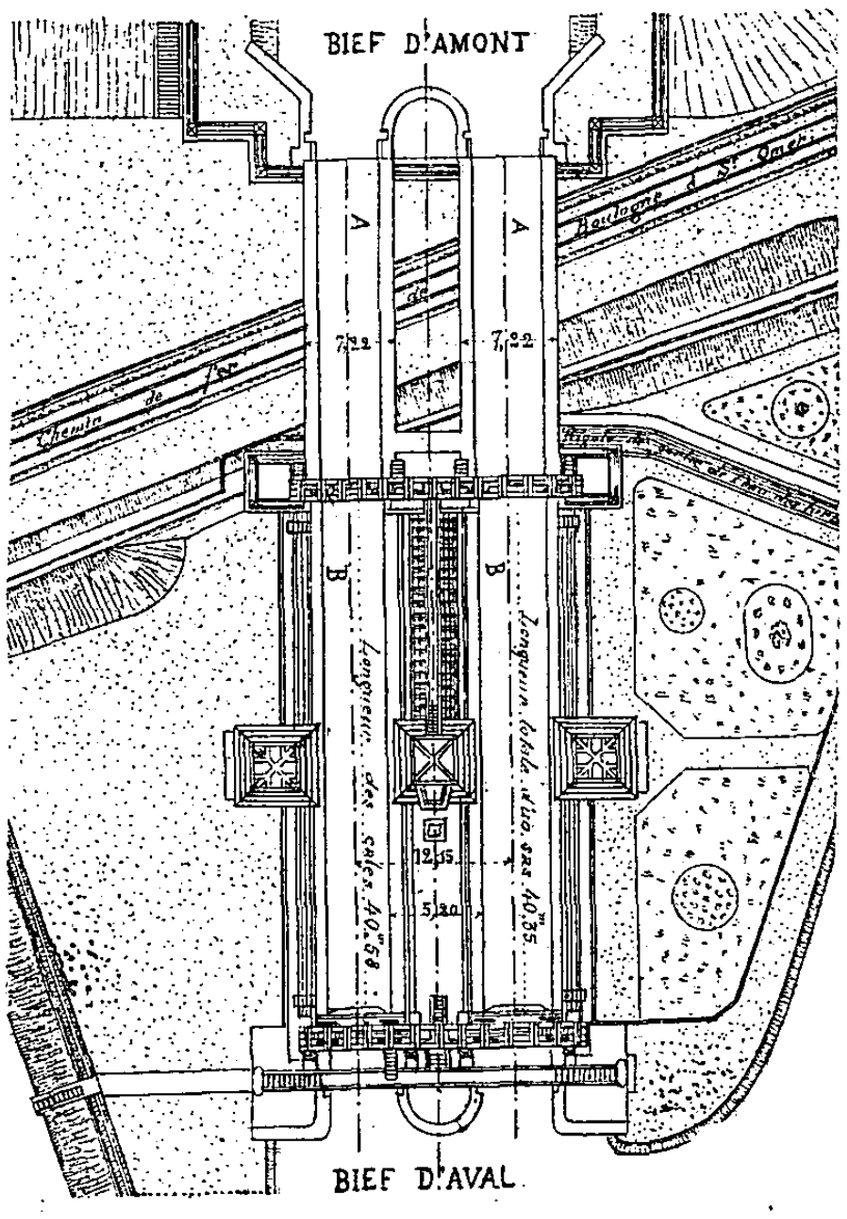


Fig. 278. — *Plan de l'ascenseur des Fontinettes.*

besoin avant l'ouverture des portes en manœuvrant les distributeurs de manière à laisser échapper l'eau de la presse, ou à y introduire de l'eau comprimée fournie par l'accumulateur. Des soupapes de sûreté automatiques empêchent le sas de s'élever accidentellement plus haut que sa course.

Au début de l'opération, la presse du sas supérieur contient 41 tonnes d'eau de plus que celle du sas inférieur, de sorte que la descente est produite au début par un poids total de 94 tonnes. Ce poids diminue à mesure que l'eau de cette presse passe dans l'autre et à la fin de la manœuvre il se trouve réduit à 12 tonnes, chiffre nécessaire pour vaincre les résistances passives et les frottements. Il en résulte que le mouvement se ralentit naturellement et que les sas arrivent à la fin de leur course avec une vitesse presque nulle. La durée moyenne d'une manœuvre est de vingt-cinq minutes dont : huit pour l'entrée des bateaux et la ferme-

ture des portes; cinq pour le mouvement des sas; trois pour la correction de leur position, et dix pour l'ouverture des portes et la sortie des bateaux. Quand on aura installé des cabestans hydrauliques pour accélérer l'entrée et la sortie des bateaux, on pourra gagner cinq minutes et faire passer six bateaux par heure dans les deux sens. La dépense, évaluée à 1,870,000 francs a été majorée par différentes conditions locales. On estime que la construction d'un élévateur analogue sur un canal neuf ne coûterait pas plus de 1,400,000 francs.

L'ascenseur de la Louvière ou de Houdeng, en Belgique, est le premier d'une série de quatre appareils destinés à racheter la chute de 166m,196 sur le canal du Centre. Cet ascenseur est semblable, dans ses parties essentielles, à l'ascenseur français; il n'en diffère que par les dimensions, le poids et les détails de la construction. Les sas qui doivent contenir des bateaux de 300 à 400 tonnes ont 43 mètres de longueur sur 5m,80 de largeur et 3m,15 de hauteur. C'est dans la construction des presses que la différence est complète. En France, on avait renoncé à l'emploi de la fonte pour les cylindres, par crainte d'un accident semblable à celui de l'ascenseur d'Anderton, où la virole supérieure de l'une des presses avait éclaté sous une charge de 240 tonnes et entraîné la chute du sas. On l'a reprise à la Louvière avec des précautions suffisantes pour assurer une sécurité absolue. On a établi les cylindres avec des viroles en fonte, de 2m,06 de diamètre et de 10 centimètres d'épaisseur sur 2 mètres de hauteur, consolidées et reliées entre elles par des frettes en acier jointives de 5 centimètres d'épaisseur et 0m,152 de hauteur moyenne, posées à chaud avec un embattage de 0m,0055. Aux essais préalables une virole semblable en fonte avec frette en acier s'est rompue à 265 atmosphères, soit près de huit fois la pression maximum de service; la fonte seule a cédé sans produire d'éclats et la frette en acier n'a pas été altérée. La communication entre les presses s'opère à la partie supérieure; un distributeur circulaire en fonte est logé entre deux viroles; il a la forme d'un tore creux et communique avec le cylindre par une série d'ouvertures de 5 centimètres. Les distributeurs sont placés vis-à-vis l'un de l'autre et réunis par une tuyauterie spéciale. Avec une surcharge de 30 centimètres d'eau dans le sas supérieur, l'ascension peut se faire en trois minutes et la dépense d'eau est en moyenne de 205 mètres cubes.

Les portes levantes sont analogues à celles des Fontinettes et présentent les mêmes inconvénients de complication des organes et de difficultés dans les manœuvres, notamment pour la fermeture.

Pour les trois ascenseurs qui restent à construire, on a arrêté les dispositions suivantes : pour diminuer le poids des parties mobiles, la charpente et les portes seront faites en acier; les passerelles seront supprimées. Les parties fixes seront en fer. Les appareils hydrauliques des manœuvres accessoires, accrochage des portes, ouverture des ventelles, manœuvre des coins d'arrêt seront supprimés et remplacés par des appareils à main. L'eau sous pression ne sera employée que pour lever les portes et réparer les pertes des conduites. Tous les appareils seront enclenchés par verrous et calages de façon à assurer l'ordre des opérations et à prévenir toute fausse manœuvre. Enfin, les tuyaux, les vannes, les soupapes et les pompes seront mis à l'abri des gelées d'une manière plus efficace que dans les appareils déjà construits.

Les projets d'ascenseurs étudiés en Allemagne présentent plus de difficultés, parce qu'ils doivent servir pour les bateaux de 1,000 tonnes qui circulent sur les voies navigables de ce pays. On a dû renoncer à l'emploi d'une presse unique par sas, attendu que la pression deviendrait trop considérable. Chaque sas sera supporté par deux presses de 2 mètres de diamètre et des dispositions spéciales assureront mathématiquement le mouvement simultané des pistons. En outre, en multipliant les presses on réduit les porte-à-faux des sas, le poids des charpentes métalliques, les diamètres des pistons et l'on répartit plus rationnellement le poids total de la construction sur le sol.

Ascenseurs flottants. Pour éviter l'inconvénient des doubles sas, qui sont indispensables avec le principe de la balance hydraulique et qui ne sont pas toujours justifiés par l'importance du trafic, on a projeté également un type d'ascenseur à flotteurs dont le sas unique est supporté par quatre piles en charpente métallique, terminées chacune par un flotteur cylindrique en tôle. Ces flotteurs se meuvent dans autant de puits, maçonnés ou cuvelés, remplis d'eau. L'ensemble est établi de façon que le poids des parties mobiles et de l'eau contenue dans le sas présente un léger excédent sur la poussée de bas en haut que l'eau des puits exerce sur les flotteurs. Cet excédent doit être vaincu par le piston d'une presse hydraulique logée sous le milieu du sas. Le diamètre de cette presse et la pression qu'elle doit supporter peuvent donc être aussi réduits que l'on veut, ce qui permet d'alimenter la presse avec l'eau d'un réservoir placé à une hauteur suffisante. L'accumulateur est supprimé et les pompes de compression sont remplacées par de simples pompes élévatoires pour relever l'eau dans le réservoir. Le guidage est parfaitement assuré à l'aide de deux équipages de galets fixés, les uns sur l'ossature du sas et les autres au bas des flotteurs. Quatre petites pompes servent à épuiser l'eau qui pourrait s'infiltrer accidentellement dans les flotteurs et nuire à la régularité de leur action. Les extrémités du sas et les têtes des deux biefs sont fermées par des portes tournantes, à axe horizontal, ce qui supprime les inconvénients des portes levantes et permet de faire passer les bateaux avec leur mât ou avec des chargements très élevés, comme ceux qui transportent du foin ou du bois. Dans le cas où le trafic exige l'emploi de deux sas, ils sont indépendants et en cas d'avarie à l'un d'eux, le passage des bateaux n'est pas complètement interrompu.

Plans inclinés. La troisième solution proposée pour mettre en communication deux biefs consé-

cutifs d'un mêmecanal, mais de hauteurs différentes, consiste à faire mouvoir le sas mobile sur un plan incliné, comme on l'a fait au canal Morris, au canal de Monkland et à Georgetown (V. *Dict*,, Canal). L'application de ce système au passage de bateaux de 300 tonnes a donné lieu à deux projets qui ne sont pas exécutés, mais qu'il convient d'examiner pour compléter l'étude du problème. Le premier était destiné à racheter sur le canal du Centre une chute de 18 mètres à l'aide d'une rampe de 180 mètres de longueur inclinée au 1/10. L'appareil se compose d'un sas en tôle de 45 mètres de longueur sur $5^m,20$ de largeur et $2^m,50$ de hauteur, fermé aux extrémités par des portes à rabattement horizontal. Le poids du sas, en service normal, est de 690 tonnes ;il est porté sur 116 roues par l'intermédiaire d'un châssis triangulaire en fer qui le maintient horizontal. La charge sur chaque paire de roues est inférieure à 12 tonnes. Des ressorts intercalés entre les essieux et les longerons du châssis assurent la répartition de la charge sur les roues et atténuent les vibrations pendant la marche. Les roues circulent sur quatre fils de rails en acier, formant deux voies symétriques de 1 mètre de largeur, espacées de $5^m,20$ d'axe en axe et maintenues par des traverses de 3 en 3 mètres; ces voies sont supportées par deux murs longitudinaux de $1^m,50$ de largeur, percés de voûtes. Le mécanisme de propulsion consiste en un piston mobile dans un long tube logé entre les rails et fendu suivant une génératrice pour le passage de la barre d'attelage reliée au piston. Le tube est alésé sur toute sa longueur et la fente est fermée par une soupape constituée par une bande flexible en acier. Les mouvements d'abaissement et de relèvement de cette soupape, au passage du piston, sont réglés par une série de galets guides fixés le long de la tige du piston et sur son prolongement en avant de la barre d'attelage. Le piston-moteur est mû par de l'eau comprimée au moyen de quatre accumulateurs dont les presses communiquent entre elles et avec l'intérieur du tube. Ces accumulateurs font constamment équilibre au sas roulant. La force motrice est fournie par l'eau empruntée au bief d'amont; à cet effet, les cuves des accumulateurs reçoivent une charge fixe (en béton) et un lest additionnel d'eau que l'on peut faire entrer ou sortir à volonté. Quand le sas monte, les accumulateurs descendent en refoulant l'eau dans le tube. A la descente le sas devient moteur et refoule l'eau du tube dans les accumulateurs convenablement allégés. Pour les lignes de grand trafic, on pourra établir une double voie et remplacer les accumulateurs par un second sas faisant équilibre au premier. Le système pourrait alors être considéré comme l'adaptation à une rampe du principe de la balance hydraulique des ascenseurs.

Le second projet doit racheter, sur le canal de l'Escaut à la Meuse, près du Cateau, une différence de niveau de 48 mètres, à l'aide d'un plan incliné de 1 kilomètre de longueur, incliné au 1/20. Le sas de $28^m,50$ sur 5 mètres et $1^m,80$ de hauteur pèse, en charge normale, 600 tonnes. Pour assurer la répartition de ce poids sur les roues, l'auteur du projet a imaginé de fractionner le sas en cinq tronçons de 120 tonnes, portés chacun par quatre trucs à quatre roues. La charge sur chaque roue est ainsi de 7 tonnes et demie. Les tronçons sont reliés solidement les uns aux autres par des tendeurs, des chaînes de sûreté et des tampons élastiques analogues à ceux en usage dans les chemins de fer. L'étanchéité des joints est obtenue au moyen d'une feuille de tissu caoutchouté posée sur les bords des tronçons, et offrant de 20 à 30 centimètres de jeu dans les deux sens. Ces joints n'ont, du reste, qu'une faible pression à supporter. La traction, évaluée à 55 kilogrammes par tonne, est du système funiculaire. Deux câbles plats en fil d'acier galvanisé sont fixés aux extrémités d'un balancier articulé sur l'avant du sas, à la façon d'un palonnier de voiture; la tension est ainsi également répartie entre les câbles qui sont, en outre, capables de supporter chacun tout l'effort de traction. Le sas roule sur deux voies de 1 mètre d'écartement avec $4^m,50$ d'entrevoie. Il est équilibré par un train de ballast formant contrepoids. Dans le cas d'un trafic considérable, le contrepoids serait formé par un second sas; mais alors le mouvement, au lieu d'être obtenu par une surcharge d'eau, serait donné par un moteur, turbine ou machine à vapeur, placé en haut du plan incliné et actionnant une poulie de 8 mètres de diamètre sur laquelle passeraient les câbles. Les plans inclinés offrent l'avantage de permettre de racheter d'un seul coup une chute plus importante que ne le pourrait un ascenseur vertical. L'emploi de la traction funiculaire exige une inclinaison plus faible et par suite une plus grande longueur de plan; mais cette longueur remplace une quantité égale de canal dont le parcours est acquis pour le bateau en même temps qu'a lieu l'ascension ou la descente.

Canal de Tancarville. Parmi les travaux exécutés en France dans ces dernières années, il convient de citer le canal de Tancarville au Havre, pour éviter aux bateaux de la navigation intérieure les dangers que présente la traversée de l'estuaire de la Seine. Ce canal qui part du cap de Tancarville, à 96 kilom. en aval de Rouen, et débouche dans le bassin de l'Eure, au Havre, a une longueur de 25 kilomètres. Il n'a qu'un seul bief terminé à chaque extrémité par un sas éclusé. Afin de pouvoir faire passer les bateaux à toutes les hauteurs de la marée, chaque sas est muni de portes métalliques se fermant dans un sens et dans l'autre. Ces portes sont d'un type nouveau, à un seul vantail de construction analogue à celle des bateaux-portes des formes de radoub. Elles ont $18^m,75$ de long sur $4^m,02$ de largeur. Les hauteurs varient de $9^m,85$ à $9^m,25$ pour les portes de flot et de $7^m,85$ à $7^m,25$ pour les portes d'ébe. La partie inférieure forme une caisse étanche contenant le lest qui assure l'équilibre et maintient la porte flottante, quelle que soit la hauteur de l'eau ambiante. Chaque porte est munie d'un tourillon et d'une crapaudine et garnie de fourrures en bois pour-

établir le contact avec les feuillures et le seuil de l'écluse.

Canaux maritimes. *Canal de la Basse-Loire.* Ce canal est destiné à assurer l'accès du port de Nantes aux navires de 5m,50 de tirant d'eau; il part de la Martinière, à 18 kilomètres en aval de Nantes, longe la rive gauche du fleuve et débouche au Carnet, à 7 kilomètres au-dessus de Paimbœuf, après un parcours de 15 kilomètres. Il comprend : à chaque extrémité une écluse de 100 mètres de longueur de sas avec deux têtes de 18 mètres d'ouverture, munies de portes d'èbe et de flot; un barrage éclusé à l'embouchure du canal de Buzay; une écluse de petite navigation mettant le canal maritime en communication avec la Loire, à peu près au milieu de sa longueur et destiné aux embarcations qui fréquentent le canal de Buzay; un barrage à vannes destiné, soit à écouler en Loire le trop plein du canal, soit à introduire au besoin, pendant la haute mer, l'eau du fleuve pour alimenter le canal; un siphon qui permettra d'irriguer les prairies de la rive gauche, qui étaient, avant l'exécution du canal, couvertes par le débordement du fleuve à l'époque des grandes marées. Ce canal si important pour l'avenir du port de Nantes sera probablement terminé vers la fin de 1891.

Canal de Corinthe (fig. 279). Ce canal a pour but d'éviter aux navires de faire le tour de la presqu'île de Morée et de doubler le cap Matapan, que les grosses mers et les rafales très violentes dans ces parages, rendent souvent dangereux. Il diminuera d'environ 342 kilomètres le trajet des navires venant de l'Adriatique, et de 178 kilomètres celui des provenances de la Méditerranée. L'idée du percement de l'isthme de Corinthe remonte, du reste, à une époque très ancienne et avait même reçu un commencement d'exécution sous le règne de Néron, en l'an 66 de l'ère chrétienne. L'ouvrage commencé consiste en un canal à niveau, tracé en ligne droite et à ciel ouvert; sa longueur totale est de 6,342 mètres. La section transversale est la même qu'au canal de Suez, 22 mètres au plafond sur 8 mètres à 8m,50 de profondeur au-dessous des basses mers. Mais comme l'inclinaison des talus est beaucoup plus faible, la largeur à la ligne d'eau n'est que de 23m,60. Cette réduction est fâcheuse, parce qu'elle rendra difficile le dégagement de l'eau au passage des navires, en augmentant les dangers de corrosion du plafond et des berges ainsi que la force à dépenser pour la traction. Aux débouchés on trouve les eaux profondes à 2 ou 300 mètres du rivage. Les chenaux d'accès auront 100 mètres de largeur au plafond et seront protégés par des jetées de blocs. La hauteur maximum de la tranchée atteint 86m,79; la hauteur moyenne est de 58 mètres sur 4,200 mètres de longueur. La route de Corinthe à Athènes et le chemin de fer d'Athènes à Kalametta franchiront le canal à l'aide d'un pont métallique de 80 mètres d'ouverture, élevé à 43 mètres au-dessus du niveau de l'eau. On a reconnu la nécessité de construire un revêtement en maçonnerie sur une grande partie du canal où la cuvette est creusée dans la marne bleue et dans le sable, revêtement couronné par une banquette de 2 mètres, ce qui entraîne le recoupement des talus et augmente le cube des déblais. L'exploitation doit se faire par touage sur chaîne, permettant le passage en convois. La durée du trajet sera d'une heure.

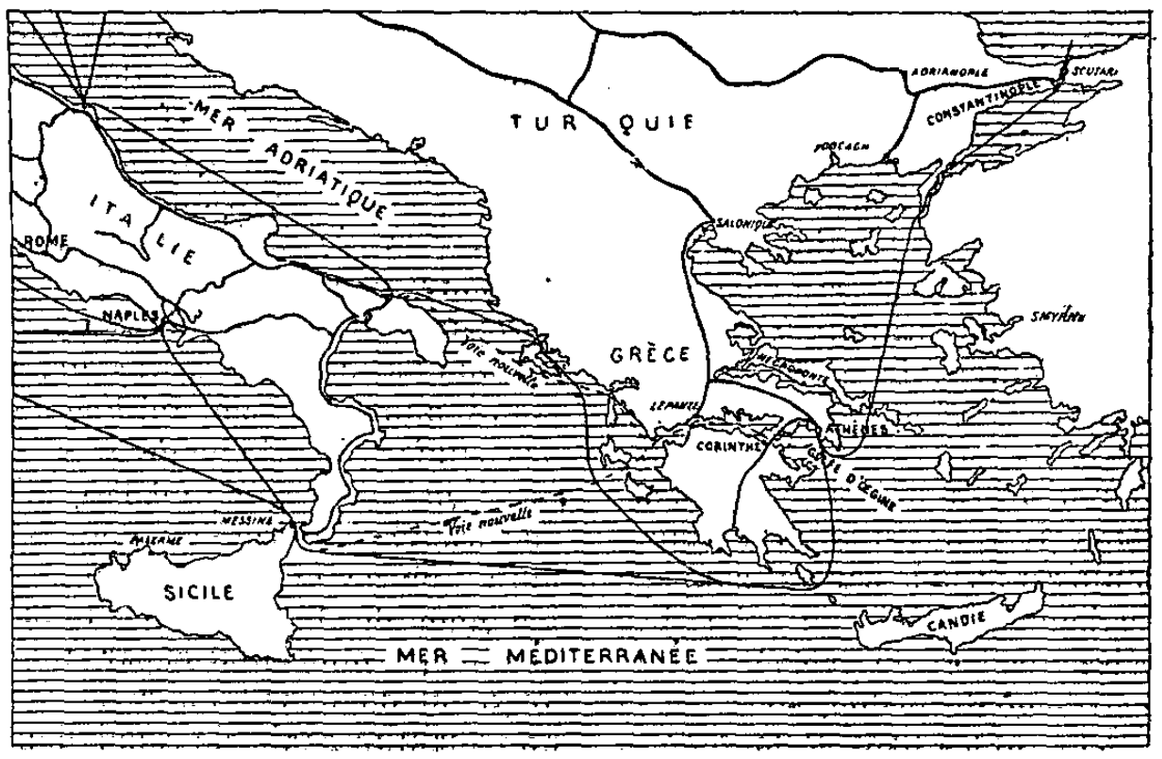


Fig. 279. — *Tracé de la voie nouvelle ouverte aux navires par le canal de Corinthe.*

Canal de la mer du Nord à la Baltique (fig. 280). Ce canal qui coupe la presqu'île du Schleswig est un des ouvrages les plus importants que l'on ait entrepris dans ces dernières années, moins pour les difficultés d'exécution que pour les résultats considérables qu'il procure à la marine allemande. La jonction des deux mers avait été réalisée une première fois, en 1398, par le canal de Steekenitz, construit aux frais de la ville de Lubeck. Sa profondeur n'était que de 2 mètres. On en construisit un nouveau, en 1550; son ensablement rapide obligea de revenir à l'ancien. En 1797, Christian VII, roi de Danemark, fit creuser le canal de l'Eider qui aboutit à Holtenau, dans la baie de Kiel, à 2 kilomètres du port de ce nom. Le tirant d'eau était limité à 3 mètres et l'Allemagne avait besoin d'un canal maritime à grande section pour relier ses deux grands ports militaires, Wilhemshaven et Kiel, et pouvoir concentrer d'une façon rapide et sûre sa flotte militaire dans l'une des deux mers.

Le nouveau canal, dont l'exécution a été inaugurée solennellement en juin 1887, a son point de départ à Bransbüttel, près de l'embouchure de l'Elbe; il traverse le lac Kunden, débouche dans l'Eider, contourne Rendsburg, traverse le lac d'Aadorf et se termine à Holtenau. Sa longueur est de 98 kilomètres; sa largeur de 58 mètres à la ligne d'eau et 22 mètres au plafond. Sa profondeur est de 8 mètres. Il se terminera dans la baie de Kiel par une écluse de 126 mètres de longueur et 25 mètres de largeur. Du côté de l'Elbe,

il y aura deux écluses, une grande comme la précédente et une de 84 mètres sur 12m,50. A cette extrémité, l'entrée sera protégée par deux jetées circulaires convergentes formant avant-port. Dans la baie de Kiel les jetées sont droites et dans le prolongement du canal. Des ponts tournants et des bacs à vapeur rétablissent les voies de com-

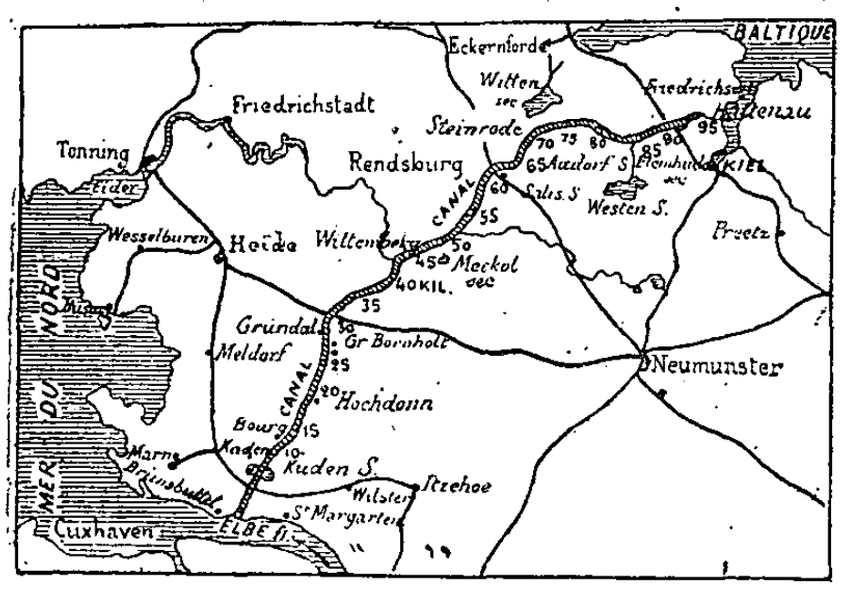


Fig. 280. — *Canal de la mer du Nord à la Baltique.*

munication coupées par le canal. En évitant de doubler la pointe du Jutland et de passer par le Cattégat et le Sund, ce canal abrégera de 722 kilomètres le trajet entre la Baltique et les embouchures de l'Elbe et du Weser, et de 370 kilomètres entre la Tamise et la Baltique. Le gain sera de vingt-quatre heures environ pour les vapeurs et de trois à quatre jours pour les voiliers. La dépense est évaluée à 195,000,000 de francs, dont 60,500 francs à la charge de la Prusse. On a prévu les taxes suivantes par tonneau de jauge :

	Vapeurs	Voiliers
Navires sur lest.	0 fr. 625	0 fr. 437
Navires chargés de bois ou de charbon..	0 fr. 750	0 fr. 625
Navires chargés de marchandises diverses.	1 fr. 200	0 fr. 750

Les frais d'exploitation étant évalués à 1,332,000 francs et les recettes pour un trafic normal à 7,134,000 francs, le bénéfice serait de 5,802,000 francs, de sorte qu'en outre de ses avantages stratégiques, ce canal deviendrait une excellente affaire.

Canal à écluses de Panama (fig. 281). Les craintes manifestées par quelques-uns des membres du Congrès de 1879 se sont malheureusement réalisées. L'achèvement du canal à niveau exigerait beaucoup trop de temps et d'argent et il a fallu reprendre le projet d'un canal à écluses, grâce auquel on pouvait réduire le cube restant à extraire à 40,000,000 de mètres au lieu de 105,000,000. L'ancien tracé est conservé avec quelques déplacements d'axe pour utiliser les déblais déjà exécutés; le niveau reste celui de l'Océan, à Colon, depuis la baie de Limon jusqu'au kilomètre 22,7 où se trouvera une première écluse de 8 mètres de chûte. Une deuxième écluse semblable sera construite au kilomètre 37,2; puis viendront deux écluses de 11 mètres de chûte aux kilomètres

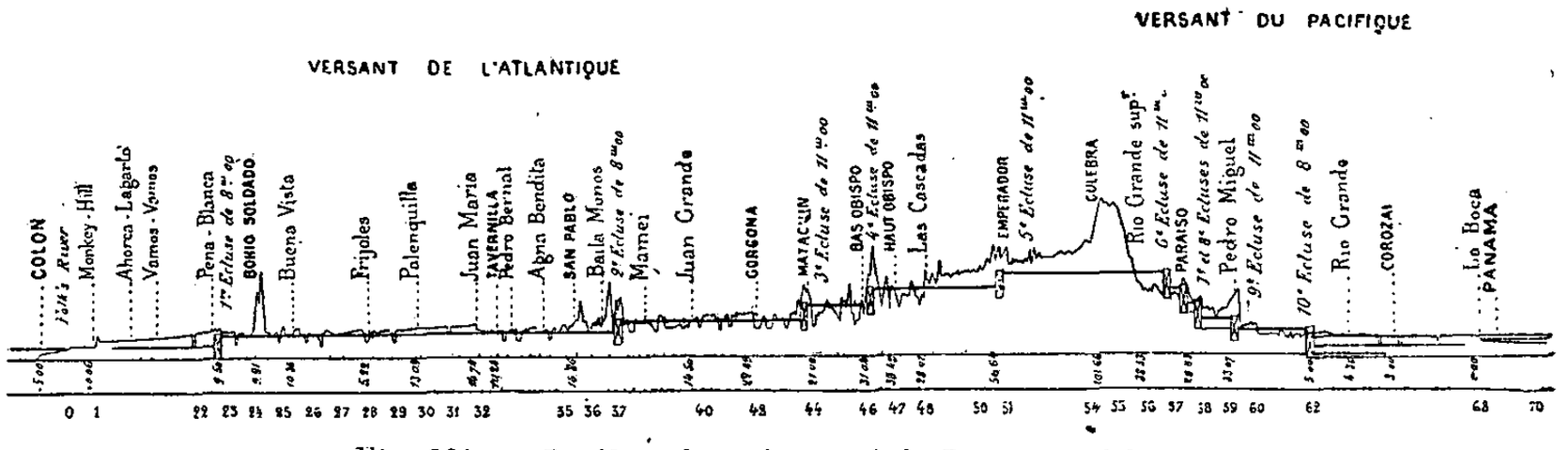


Fig. 281. — *Profil en long du canal de Panama à écluses.*

43,8 et 46,3, soit en tout quatre écluses pour atteindre le bief de partage dont l'altitude sera à + 38 mètres. Sur le versant du Pacifique, pour descendre de la cote + 38 à la cote — 3, qui est celle des basses mers de vive eau à Panama, on emploie également quatre écluses; trois de 11 mètres de chute aux kilomètres 57,2, 57,8 et 61,8, et une de 8 mètres au kilomètre 59,1. On pourrait au besoin relever le bief supérieur à la cote + 49, au moyen de deux écluses de 11 mètres placées aux kilomètres 49,5 (versant de l'Atlantique) et 56,7 (versant du Pacifique). Les écluses auront 180 mètres de longueur utile et 18 mètres de largeur aux portes (fig. 282). Du côté de Colon, l'entrée aura, sur une longueur de 3 kilomètres, une largeur de 180 mètres; du côté de Panama, la largeur de l'entrée sera de 50 mètres. De la Boca à Naos, le chenal en mer aura 70 mètres de largeur. Avec une vitesse de 10 kilomètres à l'heure dans les grands biefs et de 3km,60 dans les biefs courts, et en comptant une heure pour chaque sassement, on évalue la durée de passage à 17 heures 28 minutes pour les navires isolés, et à 28 heures 25 minutes pour les convois. La capacité de trafic du canal pourrait être de 10 navires par vingt-quatre heures, soit environ 25,000 tonnes. L'alimentation du canal doit être empruntée aux bassins du Chagres, de l'Obispo et du Rio-Grande. Il n'y aurait que dans le cas du relèvement à + 49 du bief de partage qu'il faudrait relever l'eau de 10 mètres, ce qui exigerait une force motrice d'environ 3,600 chevaux. La disposition qui a permis d'élever à 8 mètres et à 11 mètres la hauteur de chute des écluses repose sur le système de portes roulantes à un seul vantail, proposé par M. Eiffel. Chacune de ces portes est constituée par un cais-

son métallique creux, équilibré et mobile perpendiculairement à l'axe du canal. Ce caisson est suspendu sous un chariot à galets qui roule sur une voie ferrée dont une partie, fixe, est établie au-dessus de la chambre de la porte; l'autre partie mobile, au-dessus du canal, est portée par un pont tournant. La suspension de la porte sous le chariot est obtenue au moyen de galets transversaux qui permettent au vantail de s'appuyer sur la tête du sas pour former une fermeture étanche et d'être décollé et reculé en arrière, au moment de l'ouverture, de façon qu'il ne frotte pas sur le bajoyer de la chambre. Ce système offre l'avantage de maintenir hors de l'eau tout le mécanisme mobile et d'en faciliter l'entretien (fig.283). Les dimensions des portes des écluses de 11 mètres de chute seront : pour les portes d'aval, 21 mètres de hauteur sur 4 mètres de largeur et 21m,60 de longueur ; pour les portes d'amont, 10 mètres, 3 mètres et 21m,60. Les bajoyers des chambres seront construits au moyen de caissons en tôle remplis de béton.

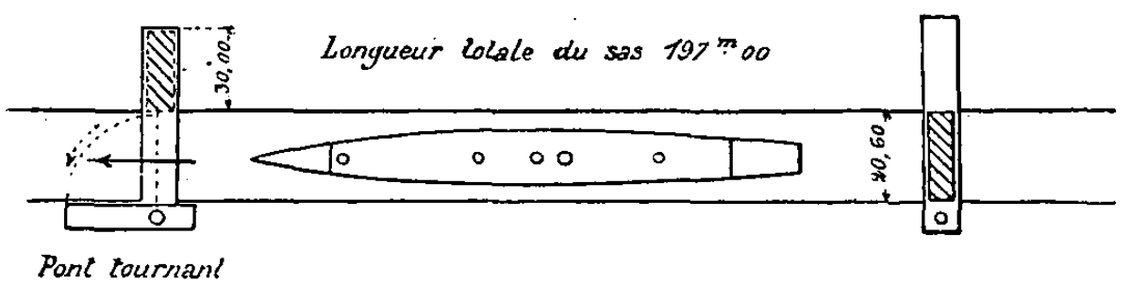


Fig. 282. — *Dispositif d'une des écluses du canal de Panama.*

Canal français de l'Océan à la Méditerranée ou *Canal des deux mers*. Il y a déjà une vingtaine d'années que l'on a conçu le projet d'ouvrir à la navigation maritime la voie navigable constituée actuellement par la Gironde, une partie de la Garonne, le canal latéral à la Garonne et le canal du Midi. Le succès du canal de Suez, les percements d'isthmes entrepris à Corinthe, dans le Schleswig et à Panama, l'adoption pour ce dernier passage d'un canal à écluses ont apporté des arguments nouveaux en faveur du projet dont la concession a été demandée au gouvernement en 1885 et 1887 (sans subvention ni garantie d'intérêts) et qui mérite d'être examiné en raison de l'importance stratégique et commerciale qu'on lui attribue.

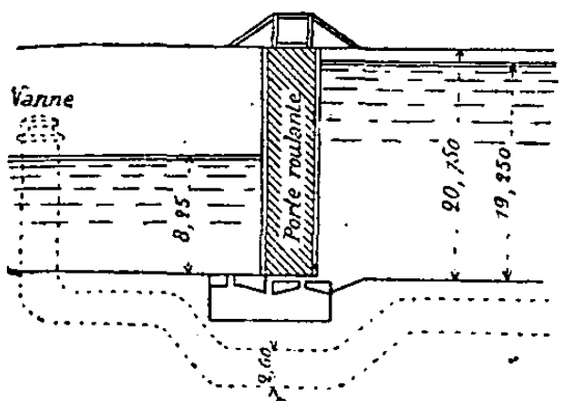


Fig. 283. — *Coupe longitudinale d'une tête d'écluse.*

Il convient de rappeler que, dans la voie actuelle, le canal latéral à la Garonne n'a qu'un versant dont la pente est rachetée par cinquante-trois écluses. Le canal du Midi est à point de partage avec dix-sept écluses sur le versant de l'Atlantique et quarante-huit écluses sur le versant de la Méditerranée, soit pour l'ensemble cent-dix-huit écluses.

Le canal projeté part de Bordeaux, passe par Marmande, Agen, Toulouse, Castelnaudary et Carcassonne pour aboutir à Narbonne. Dans ce trajet de 401 kilomètres, dont 352 en déblais, le point le plus bas du faîte de séparation des deux bassins se trouve fort heureusement sur la ligne la plus courte, au col de Naurouse dont l'altitude est de 900 mètres et où la tranchée atteindra 45 mètres de profondeur. La section moyenne du canal doit avoir 24 mètres de largeur au plafond, 44 mètres à la ligne d'eau et 7m.60 de profondeur. Cette dernière dimension, trop faible pour le passage des cuirassés, devrait être portée à 8m,50.

La pente de chaque versant doit être rachetée par trente-huit écluses avec des chutes variant de 7 à 9 mètres; sur ces écluses il y en aura onze doubles, neuf triples et une quadruple. Elles auront 25 mètres de largeur sur 200 mètres de longueur, ce qui permettra d'écluser à la fois quatre navires de 950 tonnes.

Avec une chute de 9 mètres et une profondeur de 7m,60, les portes d'aval devront avoir de 18 à 19 mètres de hauteur.

La longueur totale du canal sera donc répartie en 8 kilomètres d'écluses et 393 kilomètres de biefs de longueur variable, dans lesquels seront ménagés dix-sept croisements, 6 dans le bief de Bordeaux, quatre dans celui d'Agen, deux dans celui de Naurouse et un dans cinq autres biefs.

L'alimentation est prévue au chiffre de 30 mètres cubes par seconde, dont 25 pour les éclusées, près d'un mètre pour l'évaporation et le surplus pour les infiltrations et les fuites aux portes. Une partie de ce volume doit être empruntée à la Garonne, dont l'altitude auprès de Carbonne est à peu près la même qu'au col de Naurouse, avec une distance de 36 kilomètres entre la prise d'eau et le canal. Toutefois la rivière ne peut fournir tout le volume nécessaire que pendant les crues, dont la durée totale est en moyenne de soixante-cinq jours. Dans les eaux moyennes, qui durent environ deux-cent-trente-huit jours, le débit de la rivière est réduit à 70 mètres cubes sur lesquels on n'en peut prélever que 20. Pendant les basses eaux le débit, réduit à 38 mètres, ne peut rien fournir. Le supplément, soit environ 500,000,000 de mètres cubes, devra donc être demandé à de grands réservoirs que l'on construira dans les Pyrénées et dont les eaux devront franchir une distance assez considérable. Le prix de revient de cet approvisionnement est évalué à 13 centimes le mètre cube.

Le projet comporte en outre des écluses de garde pour les grands biefs, quelques ponts canaux, des déversoirs et 161 ponts mobiles pour rétablir les voies de communication. Le remorquage projeté doit être fait par des locomotives, une sur chaque voie latérale, avec une vitesse moyenne de 11 kilomètres.

La dépense totale est évaluée par la société d'études à 600,000,000 de francs (2,400,000 francs par kilomètre). La commission d'examen du projet l'a portée à 1,465,000,000 (3,660.000 francs par kilomètre). Le premier chiffre est sans doute trop faible et le second paraît excessif. En tout cas la dépense atteindra probablement de 900,000,000 à 1,000,000,000. Cette somme ne comprend pas les frais de construction des travaux de défense et de protection aux entrées de cette voie navigable, si son importance stratégique était justifiée.

Pour les navires transitant d'une mer à l'autre l'abréviation du parcours, entre Ouessant et Malte, sera d'environ 964 milles marins; entre Ouessant et Marseille elle s'élèverait à 1,259 milles. La durée de la traversée du canal est estimée à quatre-vingt-trois heures un quart ou trois jours et demi, ce qui répond, pour 487 kilomètres, à une vitesse de 5,8 milles à l'heure ou 3,1 nœuds.

L'avantage serait donc considérable pour les voiliers, moindre pour les vapeurs à vitesse modérée et nul pour les paquebots à grande vitesse. Le prix proposé pour le passage serait de 3 fr. 75 par tonne de jauge. Le trafic actuel par Gibraltar est évalué à 20,000,000 de tonnes, dont les trois quarts au moins appartiennent à la marine anglaise et dont il faudrait retrancher tout ce qui provient des côtes américaines et de la côte d'Afrique, de sorte qu'en admettant que 10,000,000 prennent la voie du canal, on arrive à une recette de 40,000,000 de francs dont il faudrait défalquer environ 37,000,000, soit : 10,000,000 pour les frais d'entretien et d'administration, 4,500,000 pour les frais d'exploitation et 22,500,000 pour l'intérêt du capital obligations (500,000,000 à 4,5 0/0). Peut-on assurer que le trafic atteindra 40,000,000 de tonnes comme on l'a annoncé? En tout cas il paraît indispensable de chercher à diminuer la dépense et surtout d'étudier la construction et l'exploitation, de façon à réduire la durée du trajet tout en assurant la liberté complète des communications entre les rives du canal. — J. B.

Canal de Suez. Depuis la publication du *Dictionnaire*, le canal de Suez a vu s'accroître d'une façon à peu près continue le nombre et l'importance des navires qui le fréquentent.

Le tableau ci-dessous donne, depuis l'origine, jusqu'à 1889, le nombre de navires, leur tonnage brut et net; les recettes du transit et le tonnage net moyen.

Années	Nombre de navires	Tonnage brut	Tonnage net	Recettes	Tonnage net moyen
		tonnes	tonnes	fr. c.	
1869	10	10.557 61	6.576 00	54.460 80	657
1870	486	654.915 02	436.609 37	5.159.327 22	898
1871	765	1.142.200 46	761.467 05	8.993.732 87	995
1872	1.082	1.744.481 32	1.160.743 54	16.407.591 42	1.071
1873	1.173	2.085.072 61	1.367.767 82	22.897.319 18	1.166
1874	1.264	2.423.672 22	1.631.650 14	24.859.383 »	1.290
1875	1.494	2.940.708 45	2.009.984 09	28.886.302 27	1.345
1876	1.457	3.072.107 01	2.096.771 61	29.974.998 74	1.439
1877	1.663	3.418.949 72	2.355.447 69	32.774.344 22	1.416
1878	1.593	3.291.535 38	2.269.678 31	31.098.229 18	1.425
1879	1.477	3.236.942 32	2.263.332 19	29.686.060 81	1.532
1880	2.026	4.344.519 89	3.057.421 88	39.840.487 64	1.509
1881	2.727	5.794.491 19	4.136.779 77	51.274.352 95	1.517
1882	3.198	7.122.125 68	5.074.808 88	60.545.882 08	1.586
1883	3.307	8.051.307 30	5.775.861 79	65.847.812 16	1.746
1884	3.284	8.319.967 36	5.871.500 92	62.378.115 54	1.787
1885	3.624	8.985.411 80	6.335.752 98	62.207.439 21	1.748
1886	3.100	8.183.313 15	5.767.655 84	56.527.390 58	1.860
1887	3.137	8.430.043 20	5.903.024 09	57.862 370 71	1.881
1888	3.440	9.437.957 32	6.640.834 44	64.832.273 20	1.930
1889	3.425	9.605.745 48	6.783.187 12	66.167.579 14	1.951

Les 3,425 navires qui ont transité en 1889 se répartissent dans les catégories suivantes :

Steamers de commerce	2.565
— postaux	645
— de commerce sur lest	11
Transports militaires	107
Canonnières	15
Avisos	19
Corvettes et croiseurs	30
Cuirassés	3
Yachts	6
Torpilleurs	10
Frégates à vapeur	1
Goëlette	1
Remorqueurs et drague	11
Voiliers	néant
Total égal (navires)	3.425

Au point de vue de la nationalité, ils se répartissent ainsi (V. le tableau de la p. 470).

Travaux d'amélioration. Jusqu'à présent le canal de Suez a une section normale de 22 mètres de large au plafond, une profondeur assurée de 8 mètres et des talus dont la pente varie de 2 à 3 pour 1, suivant la nature des terrains. Il y a des garages espacés de 10 en 10 kilomètres environ, présentant une section moyenne de 35 mètres de large au plafond. C'est seulement dans ces garages ou dans les lacs Amers que les croisements peuvent s'effectuer. Quand deux navires marchant en sens contraire se trouvent, l'un au nord l'autre au sud, d'un même garage, le premier qui y arrive s'amarre à la rive pour laisser le passage libre et ne reprend sa route que lorsque le navire allant

	Navires	Tonnage brut	Tonnage net
Grande-Bretagne	2.611	7.478.369 540	5.352.886 280
France	168	547.602 307	361.812 812
Allemagne	194	463.225 950	289.268 240
Hollande	146	359.722 490	262.460 040
Italie	103	270.331 560	187.055 290
Autriche-Hongrie	54	168.707 550	116 568 000
Espagne	33	101.792 750	71.718 950
Norwège	48	90.046 230	66.138 570
Russie	23	57.254 520	34.229 120
Turquie	22	36.376 390	25.916 070
Egypte	8	6.743 380	4.425 080
Japon	3	5.680 640	4.063 640
Belgique	2	3.071 620	2.080 580
Etats-Un. d'Amérique	5	3.805 810	1.909 390
Chine	1	1.413 530	1.007 780
Danemark	1	1.236 760	846 690
Portugal	3	1.364 460	800 590
	3.425	9.605.745 487	6.783.187 122

dans l'autre sens l'a dépassé. C'est une route à une voie: Or, par suite de l accroissement de la circulation dans le canal, cette voie unique imposait à la navigation des pertes de temps de plus en plus prolongées.

L'idée du creusement d'un autre canal parallèle fut d'abord mise en avant. Mais à l'étude, on reconnut qu'il convenait mieux d'élargir le canal actuel de façon à y permettre le croisement en un point quelconque, et même en marche. En outre de cette facilité de croisement, l'élargissement présentait encore l'avantage de diminuer le rapport de la section immergée du navire à la section du canal et par suite de permettre une plus grande vitesse de marche et une meilleure gouverne. La question étudiée par une commission d'ingénieurs de tous les pays d'Europe aboutit aux résolutions suivantes :

1° Elargissement pur et simple du canal, de la mer Méditerranée à la mer Rouge :

A 65 mètres dans les parties rectilignes ; à 75 mètres dans les courbes d'un rayon de plus de 2,500 mètres ; à 80 mètres, dans les courbes de 2,500 mètres et au-dessous ; entre Port-Saïd et les lacs Amers ;

A 75 mètres dans les parties rectilignes ; à 80 mètres dans les courbes; entre les grands lacs Amers et Suez ;

2° Approfondissement actuel du canal jusqu'à $8^{m},50$, avec prévision d'un approfondissement final à 9 mètres, dernière phase d'exécution des améliorations projetées.

L'exécution de ce programme fut répartie en trois phases : la première comportait la mise à largeur à 37 mètres, et l'approfondissement à $8^{m},50$.

C'est celle qui est actuellement en cours d'exécution. Au 1er janvier 1890 l'élargissement à 37 mètres était effectué sur 27 kilomètres dont 15 continus à l'entrée du canal du côté de Port-Saïd. Au 1er avril l'approfondissement à $8^{m},50$ sur toute l'étendue du canal était terminé. Les navires y étaient admis, à partir de cette même date, avec un tirant d'eau de $7^{m},80$ au lieu du maximum de $7^{m},50$ qui était la règle depuis 1869.

Cette dernière amélioration est d'autant plus appréciable pour la navigation que la tendance est de faire des navires non seulement d'un tonnage de plus en plus grand, mais encore d'augmenter la profondeur de leur immersion. C'est ainsi qu'en 1889, la proportion des navires calant plus de 7 mètres était de 30 0/0, tandis qu'elle n'était que de 2 0/0 en 1875.

Transit de nuit à l'aide de la lumière électrique. En même temps qu'on procédait à l'élargissement, la Compagnie s'organisait pour éclairer le canal de façon à permettre le passage de nuit. Des feux de direction, visibles à 7 milles, étaient placés à chaque gare ; les courbes étaient signalées par des bouées à feu Pintch dont les colorations étaient distinctes aux sommets et aux points de tangence; et distinctes aussi suivant le sens de la courbure. Dans le canal ainsi balisé pour la nuit, les navires furent admis à marcher de nuit, à condition d'éclairer leur route en avant par des projecteurs électriques d'une portée d'au moins 1,200 mètres. Cette amélioration a eu les résultats les plus importants. Actuellement 81 0/0 des navires transiteurs marchent ainsi de jour et de nuit, sans arrêts, autres que ceux imposés par les croisements. La durée de leur séjour tota dans le canal est en moyenne de 23 heures 40.

On prévoit que lorsque la première phase d'élargissement sera terminée, la durée moyenne pourra être réduite à 16 heures.

Institutions patronales. Ce n'est pas seulement de l'amélioration matérielle de la grande voie ouverte à la navigation que se préoccupe la Compagnie de Suez. L'amélioration des conditions d'existence de son personnel lui tient au cœur à un degré encore plus grand. Par ses soins, des édifices consacrés au culte des différentes confessions ont été élevés. Elle en subventionne au besoin le clergé.

Elle patronne, aide et crée quand il le faut, des écoles de garçons et de filles. Elle vient de construire aux bords du lac Timsah, à 4 kilomètres d'Ismaïlia, un hôpital et un sanitorium, dans un lieu élevé, présentant les conditions les plus favorables d'aération et de salubrité.

Retraites, pensions, secours, participation aux bénéfices. Une disposition statutaire réserve 2 0/0 sur les bénéfices pour secours, pensions et gratifications aux employés.

Grâce à cette ressource, la Compagnie assure, sans retenue préalable sur les traitements, des pensions ou des secours annuels et renouvelables, suivant les cas, à toutes les catégories d'employés. A trente ans de service, la pension ne peut pas être inférieure à un tiers du dernier traitement. Pour les durées de service moindres que trente ans, le montant de la pension est réduit proportionnellement. Mais grâce à l'importance des répartitions éventuelles, provenant de la part de bénéfices réservée aux employés, la pension est en réalité près de deux fois et demie égale à ce minimum.

Les veuves et les orphelins, et même dans certains cas réservés à l'appréciation de la Compagnie, toutes les personnes dont le décédé était le soutien, ont droit à la moitié de la pension qui eut été allouée au décédé.

Les employés classés ont seuls droit à la retraite.

Les employés non classés, les pilotes, les ouvriers, les gens de service sont soumis, quand ils quittent le service

pour raison d'âge ou de santé au régime des secours annuels et renouvelables, exposé dans le règlement qui figurait à l'Exposition d'économie sociale.

Après trente ans de service, l'ouvrier célibataire ou sans charges de famille, retiré dans l'Europe occidentale reçoit une pension ou un secours annuel et renouvelable calculé sur la base ci-dessous :

Appointements et salaires pendant la dernière année	Montant de la pension annuelle ou du secours après 30 ans de services
Au-dessous de 5 fr. par jour.	900 fr.
De 5 fr. 00 à 6 fr. par jour exclusiv.	1.000
De 6 fr. 50 à 8 fr. par jour exclusiv.	1.100
De 8 fr. 50 à 10 fr. par jour exclusiv.	1.200
De 10 fr. 00 à 11 fr. par jour exclusiv.	1.300
Au-dessus de 12 fr. par jour.	1.400
Pilotes.	1.800

Ces chiffres sont diminués de 25 0/0 pour les Européens résidant dans l'Europe orientale, en Asie et en Egypte, et de 50 0/0 pour les indigènes.

La pension ou le secours sont diminués proportionnellement au temps de service, dans les cas où celui-ci est moindre que trente ans. On n'y est pas admis quand on a moins de trois ans de services effectifs, sauf les cas exceptionnels.

Enfin, pour tenir compte des charges de famille, la pension est augmentée de 20 à 50 0/0 suivant les cas.

CANALISATION DE L'AIR. — V. DISTRIBUTION DE L'AIR.

CANALISATION DE L'EAU. — V. DISTRIBUTION DE L'EAU.

CANALISATION DE L'ÉLECTRICITÉ. — V. DISTRIBUTION DE L'ÉLECTRICITÉ.

CANALISATION DU GAZ. — V. DISTRIBUTION DU GAZ.

CANALISATION DES RIVIÈRES. — V. NAVIGATION INTÉRIEURE.

CANON. *T. d'artill.* Lors de l'adoption définitive en 1881 d'un canon court de 155 millimètres (V. *Dictionnaire*), le canon de 155 millimètres modèle 1877 a reçu le nom de *canon de 155 millimètres long;* enfin le système de bouches à feu en acier de l'artillerie de terre a été complété par l'adoption d'un canon de 220 millimètres de siège et place et la mise en service de quelques canons de 240 millimètres destinés à la défense des côtes. Toutes ces bouches à feu sont en acier et frettées, elles sont munies d'un mécanisme de culasse système de Bange.

La marine a de son côté adopté un nouveau système d'artillerie modèle 1881 qui comprend des bouches à feu en acier des calibres de 65, 90 millimètres, 10, 14, 16, 24, 27 et 34 centimètres, puis un second du modèle 1884 comprenant des canons également en acier de 10, 14, 16, 24, 27 et 34 centimètres.

Pour chaque calibre les bouches à feu des deux modèles diffèrent surtout l'une de l'autre et aussi de celles du modèle 1875 par leur mode de construction. — V. BOUCHE A FEU.

Pour les différents calibres, les projectiles employés sont généralement les mêmes quel que soit le modèle de la bouche à feu ; obus en fonte ordinaire pour tous les calibres, obus à mitraille pour le 65, le 90 millimètres et le 10 centimètres, obus en acier pour les calibres de 14 centimètres et au-dessus.

Il nous reste maintenant à dire quelques mots des différents systèmes d'artillerie, canons et affûts, construits par l'industrie privée. Pendant longtemps il a été admis en principe que Krupp en Allemagne, Armstrong et Withworth en Angleterre, étaient les seuls fournisseurs capables de livrer aux différentes nations militaires des canons de tous calibres avec leurs affûts et munitions.

Jusqu'à ces dernières années le premier fournissait encore des canons à la plupart des nations européennes, et ses produits se répandaient un peu sur tous les points du globe ; les seconds livraient des bouches à feu principalement à l'Amérique du Sud et aux pays de l'extrême Orient. Mais cet engouement devait bientôt tomber ; les produits de ces usines étrangères, généralement surfaits par une réclame à outrance, confectionnés le plus souvent à la hâte et sans contrôle sérieux, donnèrent lieu à de nombreux mécomptes. C'est justement à ce moment que parut la loi du 25 août 1885 qui a fait tomber toutes les entraves apportées jusque-là par notre ancienne législation à la fabrication et au commerce des armes et de leurs munitions. Grâce à cette loi bienfaitrice, nos usines françaises purent concourir, elles aussi, pour la fabrication et la fourniture du matériel de guerre et lutter non sans succès contre leurs puissants rivaux.

Dans ces dernières années, Krupp n'a guère augmenté la puissance de ses canons ni la valeur de ses affûts. Le grand constructeur allemand, vivant sur sa renommée, s'est contenté de faire soutenir dans les journaux à sa dévotion que la fermeture de ses canons était la meilleure et que ses aciers étaient les premiers du monde. La concurrence qui s'est établie en France a donné tort à toutes ces assertions et aujourd'hui bon nombre de ses anciens partisans sont obligés de reconnaître que, par exemple, la fermeture à vis d'invention toute française est de beaucoup supérieure à la fermeture à coin et que l'obturateur plastique dépasse, comme bon fonctionnement, tous les obturateurs métalliques préconisés par les artilleurs allemands. Nos industriels, au contraire, obligés de se soumettre aux sévères et parfois pénibles exigences des cahiers des charges qui leur étaient imposés par nos comités techniques des artilleries de terre ou de mer, ont dû sans cesse perfectionner leurs modes de fabrication et rendre de plus en plus rigoureux leurs moyens de contrôle.

Les *anciens établissements Cail*, dont le colonel de Bange venait de prendre en main la direction, ont été les premiers à fournir à l'étranger, après concours avec le constructeur allemand, plusieurs batteries de campagne et de montagne. Les premiers également, ces mêmes établissements ont envoyé en 1885, à l'Exposition internationale d'Anvers, plusieurs spécimens de bouches à feu

de tous calibres avec leurs affûts et en particulier un canon de 340 millimètres sur affût de côte.

En 1889, voulant montrer à l'étranger le travail de notre industrie plutôt que présenter un système nouveau, ils ont de nouveau exposé des bouches à feu des divers calibres du système de Bange. Comme nous avons déjà eu occasion de le faire remarquer, ces bouches à feu se distinguent par leur grande légèreté ; leur mécanisme de culasse, à la fois simple et solide, peut, quel que soit le calibre, être aisément manœuvré à la main. Pour les pièces de gros calibre l'affût en col de cygne est construit de façon à permettre le tir dans des limites d'angles très étendues; la forme cintrée des plaques leur permet de travailler par flexion au moment du tir, au lieu de travailler par compression comme dans les affûts à flasques droits, d'où une diminution notable des réactions de l'affût sur le châssis ou la plate-forme.

La *Société des forges et chantiers de la Méditerranée* a été également une des premières à créer un service spécial d'artillerie; à proximité de ses ateliers du Havre, elle a installé le champ de tir du Hoc dans lequel elle fait exécuter les tirs et expériences d'artillerie que nécessitent l'étude et la fabrication du matériel. Elle aussi a fait figurer à l'Exposition de 1889 des bouches à feu de tous calibres et de toutes dimensions, depuis le canon de montagne jusqu'aux pièces les plus puissantes de l'artillerie navale.

Nous avons déjà parlé au mot Bouche a feu du mode de construction des canons du système Canet, du nom du principal ingénieur de l'usine ; il ne nous reste plus à dire qu'un mot sur leur mécanisme de culasse et leurs affûts.

Pour les gros calibres en particulier, le mécanisme de fermeture, qui est à vis et à console, est disposé de façon à substituer à la manœuvre directe à la main, qui serait lente et pénible, un mouvement de rotation continu ; de plus le mécanisme de mise de feu s'arme automatiquement. Dans les canons à tir rapide, dont il sera question un peu plus loin, l'ouverture de la culasse s'obtient à l'aide d'un seul et unique déplacement imprimé à un levier; elle se produit, en outre, automatiquement lorsque la pièce revient en batterie après le recul.

Comme affûts, la Compagnie des forges et chantiers de la Méditerranée avait exposé un affût élastique, dans lequel l'inventeur, M. Canet, a eu pour but à la fois de diminuer la fatigue dans les réactions du tir et de limiter le plus possible le recul. Au lieu d'être fixés directement sur l'essieu les flasques sont articulés avec ce dernier et reliés par l'intermédiaire d'un frein hydraulique, constituant ainsi un triangle articulé dans lequel deux côtés ont une longueur fixe et le troisième, formé par le frein et sa tige, peut prendre une longueur variable. Les autres affûts pour canons de siège, côte et marine, construits en vue de diminuer le plus possible les percussions sont également basés sur l'emploi de freins hydrauliques à contre-tige centrale (V. Frein(dont l'idée est due à M. Canet.

A l'Exposition de 1889 figuraient encore des bouches à feu, affûts et tourelles, qui sont la propriété de la *Compagnie des Hauts Fourneaux, Forges et aciéries de la Marine et des Chemins de fer* à Saint-Chamond, et ont été exécutés d'après les études faites par ses ingénieurs. Parmi les spécimens de canons et affûts figurait un canon de 120 sur affût à éclipse à plate-forme roulante pouvant se déplacer rapidement le long d'une voie ferrée établie à couvert derrière un épaulement qui dérobe le personnel et le matériel aux vues de l'ennemi (fig. 284).

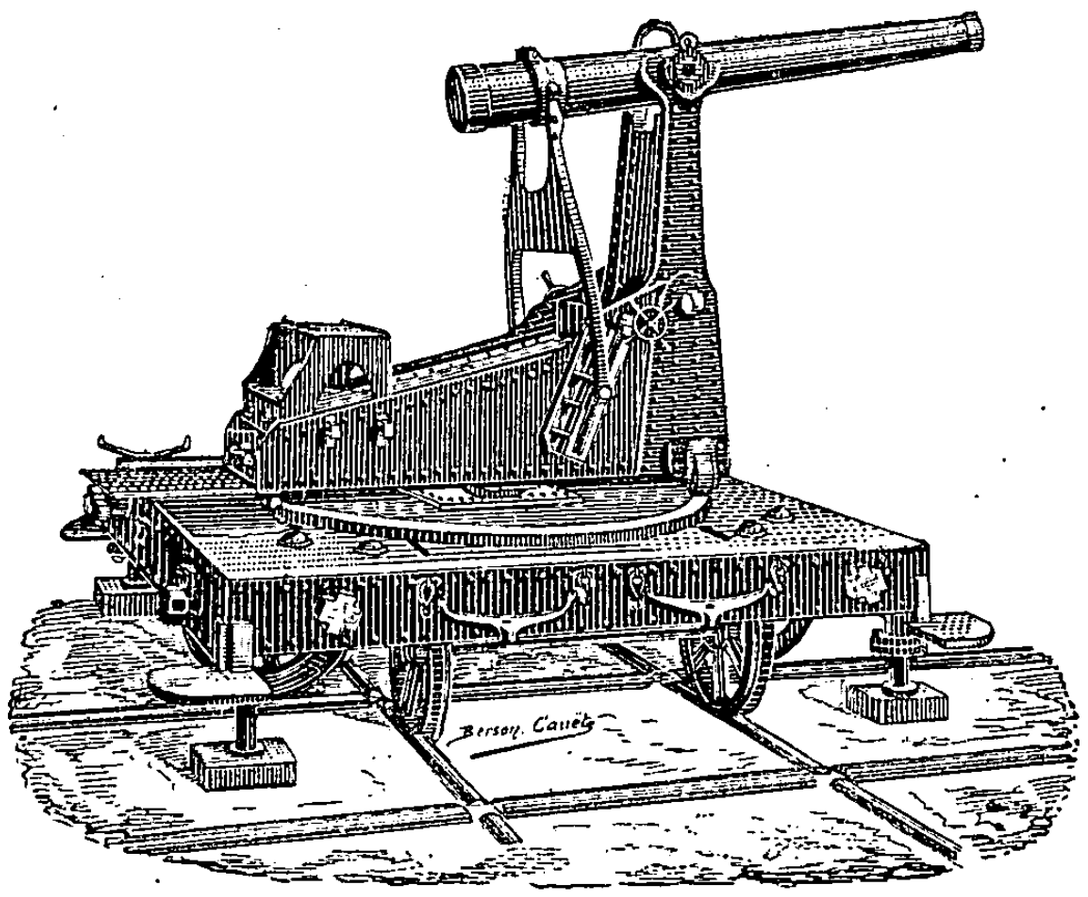


Fig. 284. — *Canon de 120 sur affût à éclipse sur plate-forme roulante (syst. Mongin).*

Tel a été le résultat de l'élan qui a été donné en France à la fabrication du matériel de guerre, mouvement qui n'est encore qu'à son début.

Il nous reste maintenant à dire quelques mots des *canons à tir rapide*, que l'on confond quelquefois à tort avec les mitrailleuses ou canons-révolvers qui sont de véritables armes à répétition. Le canon à tir rapide, au contraire, est une arme à tir coup par coup, dont on a cherché à perfectionner le mécanisme de culasse et le mode de chargement en adoptant une gargousse métallique, de manière à ce que la charge puisse se faire avec la plus grande rapidité possible. Dans la lutte entre le navire et le torpilleur, le canon-révolver, vu son petit calibre, était devenu bientôt insuffisant et, étant donné l'accroissement d'épaisseur des plaques destinées à protéger le torpilleur, la marine dut demander aux constructeurs de créer une arme nouvelle, dite *canon à tir rapide*, d'un calibre assez fort pour posséder

la puissance nécessaire pour atteindre les torpilleurs jusque dans leurs organes essentiels: machines et chaudières.

Les premiers canons à tir rapide expérimentés par la marine française en 1884 étaient des systèmes Hotchkiss et Nordenfelt, leur calibre était de 47 millimètres; à la suite de ces essais qui durèrent jusqu'en 1887 la marine adopta le canon du système Hotchkiss.

En 1888, l'inventeur anglais **Maxim** proposa à la marine un canon à tir rapide, semblable à quelques dispositions de détail près, à la mitrailleuse déjà réalisée par lui pour le tir des cartouches de fusil. Dans son premier canon dit *automatique*, la force du recul était utilisée pour produire automatiquement les différents mouvements de la charge, mais pour le calibre de 47 millimètres on avait été conduit à donner à la partie mécanique du système, par suite de la grande longueur de la cartouche, des dimensions trop considérables. Aussi, l'inventeur lui-même proposa-t-il bientôt un nouveau dispositif mécanique auquel il avait pu donner une simplicité beaucoup plus grande, en ne cherchant plus à obtenir un fonctionnement entièrement automatique.

Dans ce nouveau canon, dit *semi-automatique*, on utilise la force de recul pour produire automatiquement, au départ du coup, l'ouverture de la culasse, ainsi que le rejet et l'extraction de la douille vide; une partie de la force est, en outre, emmagasinée pour produire ultérieurement la fermeture de la culasse. Mais la cartouche est introduite à la main et c'est son introduction même qui détermine le mouvement de fermeture (fig. 285). La mise de feu est laissée à la volonté du pointeur qui provoque le départ du coup, quand il le juge opportun, en agissant sur la détente d'un pistolet de tir placé sous sa main, à l'arrière du

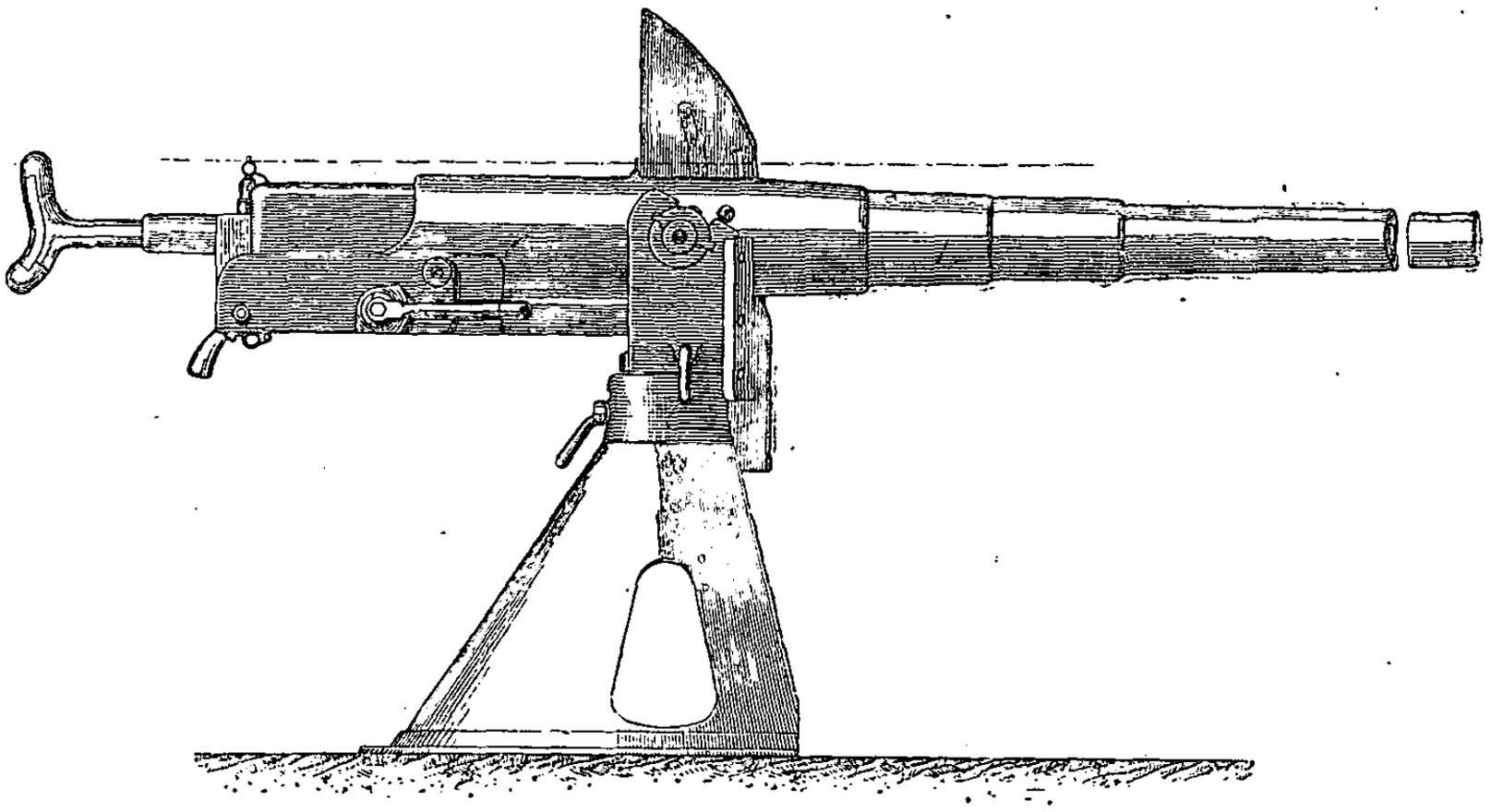


Fig. 285. — *Canon semi-automatique Maxim.*

canon. On peut d'ailleurs, en maintenant le doigt appuyé sur la détente, faire déterminer la mise de feu par le mouvement même de fermeture du bloc de culasse.

De son côté l'usine Krupp a construit des canons à tir rapide d'un calibre beaucoup plus fort 8c,4 et 10c,5; l'usine Armstrong a proposé des canons à tir rapide des calibres de 63 millimètres, 12 et 13 centimètres; enfin l'usine Grüson a établi un canon de campagne à tir rapide du calibre de 5c,3. La Compagnie des Forges et Chantiers de la Méditerranée a exposé en 1889, et fait essayer actuellement, des canons à tir rapide, de 10 et 12 centimètres système Canet; de même des canons à tir rapide à grande puissance système Hotchkiss figuraient à l'Exposition.

Actuellement les canons à tir rapide de petit calibre font partie de l'armement normal de la plupart des vaisseaux de guerre; mais on peut se demander si les résultats obtenus dans ces derniers temps avec les canons de plus gros calibre, n'amèneront pas les marines de guerre à adopter, dans un avenir peu éloigné, les canons à tir rapide de gros calibre pour une partie de l'armement de leurs vaisseaux. Peut être aussi verrons-nous bientôt les canons à tir rapide faire leur apparition dans la guerre de campagne; plus d'une fois déjà bon nombre d'artilleurs ont exprimé le desideratum de voir tout au moins l'artillerie à cheval pourvue de canons à tir rapide, assez puissants pour que leurs projectiles soient suffisamment meurtriers contre les troupes et puissent au besoin être utilisés pour démolir les obstacles. Jusqu'ici, pour l'artillerie de campagne la question de l'affût sans recul, indispensable pour assurer le bon fonctionnement du mécanisme, n'a pu être résolue, tandis que, à bord des bâtiments et sur les côtes le problème était plus facile à résoudre, grâce à l'adoption de l'affût à pivot et à crapaudine du système dit *à crinoline*, qui est relié invariablement au sol ou au plancher de l'embarcation.

CAOUTCHOUC. *Caoutchouc manufacturé.* Le matériel employé dans les fabriques de caoutchouc

n'a été modifié qu'au point de vue de la puissance des outils. Les compositions ou mélanges se sont enrichis de l'emploi de quelques produits chimiques, mais qui n'y entrent que dans de faibles proportions.

Mélange feutre pour vapeur. Haute pression.

Caoutchouc (para ou autre)	1.000
Chiffons de coton broyés	500
Blanc de Meudon	1.000
Minium	1.000
Fleur de soufre	50

Mélange pour tapis.

Caoutchouc (Madagascar)	1.000
Coton caoutchouté broyé (déchets)	300
Blanc de Meudon	1.500
Litharge	500
Fleur de soufre	50

On peut multiplier ces combinaisons à l'infini en faisant varier les proportions des éléments; mais en principe on y retrouve : la gomme de provenance quelconque, du soufre de 3 à 10 0/0 et des matières inertes dites *charges*, qui viennent dans les mélanges faire du volume ou augmenter la densité de ces derniers et modifier la couleur suivant l'emploi des poudres noires, blanches, rouges, grises. De cette façon, on fabrique des objets qui flottent, c'est-à-dire dont la densité est inférieure à celle de l'eau comme les tampons de wagons, les tuyaux pour acides, etc., ou bien les qualités commerciales des tuyaux à gaz, des joints pour conduites d'eau ou de vapeur, etc., où l'on n'est pas surpris d'y trouver 1,500 à 2,000 de densité.

Machine à faire les tuyaux sans soudure. La pièce principale de cette machine est une grosse vis à pas rapide, ayant de quatre à six filets,

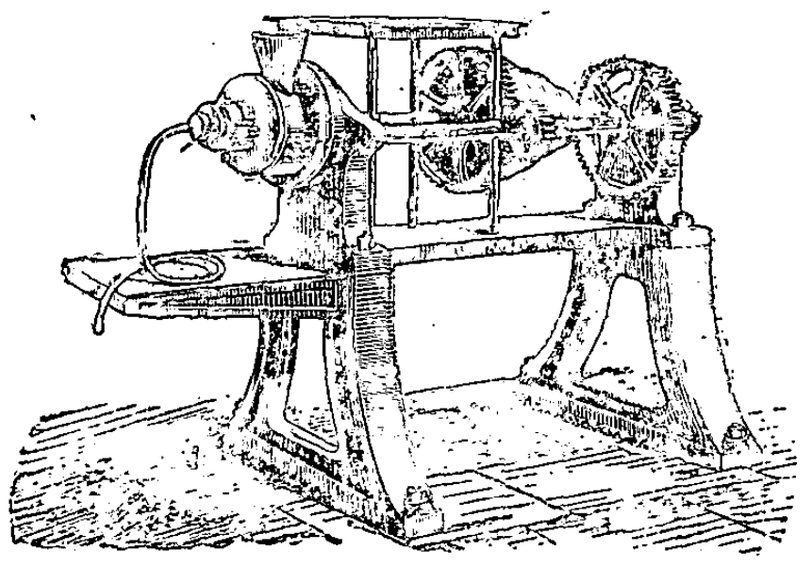


Fig. 286. — Presse à tuyaux en caoutchouc.

faisant 150 à 200 tours à la minute dans une boîte chauffée à la vapeur mais qui peut aussi être refroidie par un courant d'eau (fig. 286).

A l'extrémité des filets, on a ménagé un orifice dont on peut varier le diamètre au moyen de filières. La gomme ramollie et mise en pâte par le travail de la vis et contre les parois de la boîte dans laquelle elle doit passer, est poussée vers l'orifice ; en sortant, on obtient des cylindres pleins qu'on transforme en corde de vélocipède, ressorts, bandes de billards, etc... Mais vient-on à placer une tige pleine dans l'appareil au centre de la sortie, aussitôt le boudin s'évide et l'on produit un tuyau sans soudure.

La pièce qui porte la tige a la forme d'un barillet de révolver ou de mitrailleuse, et c'est ce dernier nom qui est usité dans les usines pour désigner la machine.

Presse à vapeur. Pour fabriquer des objets plats tels que joints, clapets, etc., on emploie la presse à vapeur. Les plateaux mus par vis ou piston hydraulique sont creux et on y fait passer la vapeur ; un manomètre indique la température afin d'obtenir une vulcanisation uniforme.

La pièce à cuire, maintenue dans un cadre en fer ou en fonte est serrée par les plateaux. Elle reste pendant un temps variable, suivant les mélanges, à une température qui est réglée par les robinets sur l'indication des manomètres.

Courroies de transmission. Les courroies de transmission en caoutchouc sont des courroies mixtes formées de plusieurs plis de toile superposés et collés ensemble au moyen du caoutchouc.

Le tissu, qui n'est autre chose que de la grosse toile de coton très résistante, est enduit sur ses deux faces de caoutchouc mélangé avec 40 à 60 0/0 de matières étrangères.

La pièce de toile ainsi préparée est étendue sur une table, puis repliée sur elle-même trois, quatre, cinq, dix fois et on obtient ainsi des courroies, trois, quatre, cinq, dix plis qui adhèrent tous ensemble. La courroie peut être recouverte sur ses deux faces et sur ses tranches avec une feuille de caoutchouc de 1/2 à 1 millimètre d'épaisseur. On peut, sans inconvénients, supprimer cette robe en caoutchouc; on diminue ainsi le prix de revient.

Au lieu de procéder comme il vient d'être indiqué, on peut, au lieu de replier sur elle-même une toile caoutchoutée sur ses deux faces, superposer des toiles indépendantes en les faisant passer entre les cylindres chauds d'un laminoir. On obtient ainsi une large bande qui est ensuite découpée avec un couteau mécanique.

On fabrique ainsi soit des courroies dites *extérieur tissu*, soit des courroies *extérieur caoutchouc*.

Vulcanisation des courroies. La cuisson se fait sous la presse à vulcaniser; la courroie est cuite par fraction, ce qui permet de fabriquer des courroies de longueur illimitée.

Pour faciliter la manœuvre du moule dans lequel est placé la courroie, on se sert d'un chariot à crémaillères comme le montre la figure 287.

Résistance des courroies en caoutchouc, comparaison avec les courroies en cuir. Voici les conclusions formulées par M. Tresca à la suite de ses expériences :

1° On reconnaît que les courroies en cuir présentent les allongements les plus variables, ce qui tient sans aucun doute, à ce qu'on est obligé de les soumettre avant leur emploi à des tensions préalables, afin d'éviter que le même effet ne se produise pendant leur fonctionnement.

2° En moyenne, le cuir s'allonge d'un dixième

de sa longueur primitive, pou une charge de 0k,77 par millimètre carré, les courroies en caoutchouc et toile pour 0k.70.

3° Mais un allongement double, qui est produit sur le cuir par une charge de 1k,66 exige 2k,52 par millimètre carré avec le tissu de caoutchouc et de toile.

4° L'industrie a donc imité, avec avantage, la propriété que possède le cuir de donner lieu à des allongements qui croissent beaucoup moins rapidement que les charges.

5° Cette propriété caractéristique et très intéressante au point de vue de l'usage, est certainement due, dans un cas comme dans l'autre, aux obstacles qui s'opposent au redressement des fibres longitudinales, savoir : les fils de chaîne dans les tissus, les matières agglutinées dans les alvéoles, pour les cuirs.

6° Ces deux sortes de courroies peuvent être employées sous une charge habituelle de 1 kilogramme par millimètre carré.

7° Les courroies en caoutchouc sans tissu ne doivent pas être soumises à un effort supérieur à 0k,25 par millimètre carré. A la température de 20°, le caoutchouc se rompt à 0k,40.

8° Le caoutchouc vulcanisé se détériore surtout par le défaut d'usage, et devient très cassant; l'emploi du tissu rend son usage plus certain et plus prolongé.

9° Ce mode de fabrication se prête facilement à des dimensions que le cuir ne comporte pas et c'est surtout pour les transmissions à grand effort qu'il convient de le réserver, en ne portant jamais la tension au-delà de 0k,50 par millimètre carré.

Voici le résultat des expériences de M. L. Ogier :

1° La résistance à la traction des courroies caoutchouc et toile, par millimètre carré de section, est au moins égale à celle des courroies cuir, prises dans les mêmes conditions de solidité.

2° Cette résistance est indépendante des dimensions, longueur, largeur et épaisseur; condition, il est inutile de l'expliquer, qu'on ne saurait réaliser avec les courroies en cuir. Il y a donc intérêt à donner la préférence aux courroies caoutchouc et toile, toutes les fois que les conditions de l'effort à transmettre entraînent l'emploi de courroies d'une grande longueur et d'une forte épaisseur.

3° Les courroies en cuir étant généralement regardées comme pouvant, dans de bonnes conditions de marche, supporter une charge de 0k,250 par millimètre carré de section, on peut, en toute sécurité, appliquer ce chiffre au calcul de la section d'une courroie toile et caoutchouc, quelles que soient ses dimensions.

4° Sous une même charge, l'allongement élastique des courroies cuir est double de l'allongement des courroies caoutchouc et toile. L'emploi des courroies caoutchouc et toile, convenablement cousues, amène à l'usage de poulies grossièrement tournées et même brutes de fonte, lorsqu'elles sortent de bons ateliers de fonderie. Ces poulies, spécialement adaptées aux courroies caoutchouc et toile, doivent présenter une convexité très faible.

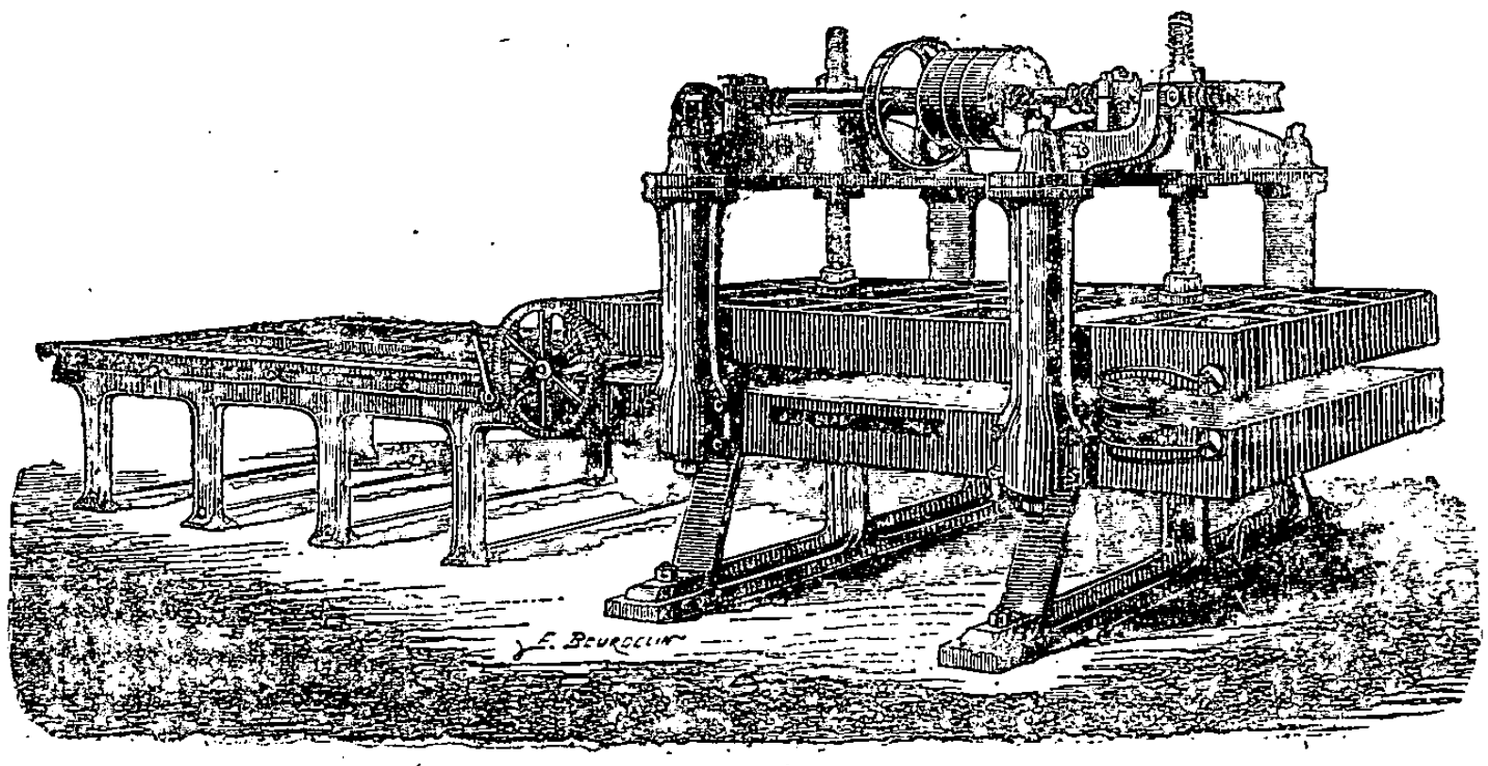


Fig. 287. — *Presse à vulcaniser.*

Dans l'état actuel de l'industrie des cuirs et du caoutchouc, on peut dire qu'à effet égal, le prix d'installation d'une courroie caoutchouc et toile est le même que celui d'une courroie en cuir.

Restent comme avantage des courroies caoutchouc et toile, les dépenses d'entretien qui sont insignifiantes et ne présentent aucun rapport avec les dépenses d'entretien exigées par les courroies cuir de grandes dimensions.

Calcul des courroies en caoutchouc. Pour calculer les courroies en caoutchouc, on suit la même marche que pour calculer les courroies en cuir. Il y a lieu d'envisager deux éléments principaux : l'adhérence à la surface des poulies et la résistance à la traction. On prend ordinairement pour coefficient de frottement $f=0{,}20$. Lorsqu'il s'agit de poulies dont la surface est brute de fonte ou grossièrement tournée, la valeur de f peut atteindre 0,60 à 0,80. C'est l'inverse de ce qui se passe pour le cuir. Mais, généralement, on se

sert de poulies à surfaces lisses, c'est pour cela qu'il est bon d'adopter pour *f* la valeur 0,20.

En ce qui concerne la résistance à la traction, on adopte comme charge de sécurité $R = 0^k,250$, de sorte que la courroie travaille à peine au dixième de sa charge de rupture.

Essai du caoutchouc vulcanisé. Le poids spécifique d'un caoutchouc manufacturé donne déjà une indication qui permet d'établir sa valeur. Le caoutchouc d'une densité de 1,3 à 1,8 peut être considéré dans la plupart des cas comme défectueux, car il ne contient pas moins de 30 à 50 0/0 de substances minérales qui en diminuent la valeur. Quelquefois, l'emploi d'un caoutchouc très chargé est nécessaire; ainsi, le caoutchouc pour joints peut contenir jusqu'à 60 0/0 de matières étrangères; celui pour boyaux de freins à air en renferme 36 0/0.

La détermination des substances minérales peut être réalisée, soit par l'incinération d'un poids connu de caoutchouc, soit en l'attaquant par l'acide nitrique bouillant. Ce dernier procédé permet de déterminer en même temps le soufre qui se trouve ainsi transformé en acide sulfurique que l'on précipite par l'addition d'une dissolution de chlorure de baryum. Le précipité de sulfate de baryte formé est jeté sur un filtre, puis séché et calciné. 100 parties de sulfate de baryte représentent 13,5 parties de soufre. Il est important que la proportion de soufre dans un caoutchouc normal ne dépasse pas 4 0/0; l'excès de soufre, avec le temps, le rend cassant.

Souvent, en dehors de la charge minérale, le caoutchouc peut contenir de l'huile de lin préalablement chauffée avec du soufre ou du chlorure de soufre; on peut aussi y incorporer des déchets ou poudrette, résultat du broyage de caoutchouc vulcanisé hors d'usage. Dans ces conditions, le caoutchouc ainsi composé peut présenter une élasticité convenable qui ne tarde pas à disparaître. L'essai chimique ne donne plus alors d'indications suffisantes et on a recours aux essais physiques.

Les essais physiques consistent :

1° Dans la détermination de la densité;
2° Essais à la traction jusqu'à la rupture;
3° Essais à la compression.

Epreuve d'allongement. Morceaux de 300 millimètres de long. Allongement exercé sur 150 millimètres égal à quatre fois cette longueur, plus un allongement supplémentaire de huit fois 150 millimètres répété cent fois, à raison de 20 à 25 mouvements par minute.

Epreuve de compression. Aplatissement pendant cinq minutes, l'échantillon essayé doit reprendre après 30 minutes de repos sa forme primitive, sans avarie.

Rondelles de choc, 8,000 kilogrammes d'écrasement, épaisseur restante 2/3 de hauteur.

Rondelles de traction, 5,500 kilogrammes d'écrasement, épaisseur restante 2/3 de hauteur.

Valeur commerciale des caoutchoucs bruts. Le prix des caoutchoucs bruts varie continuellement; toutes les gommes suivent le mouvement du Para qui est le régulateur du marché. Les variations de cours sont très grandes, ainsi de l'année 1881 à l'année 1889, les prix du Para et du Sernamby ont varié dans les limites ci-après :

Para, de 12 fr. 75 à 6 fr. 25 le kilogramme.
Sernamby, de 8 francs à 4 fr. 50 le kilogramme.

On trouve actuellement dans le commerce une très grande variété de caoutchoucs; voici le prix de quelques-uns d'entre eux, d'après les cours cotés sur les différents marchés au mois de septembre 1889 :

	Prix au kilogr. fr. c.		fr c.
Para	7 30	à	7 50
Sernamby	4 50	à	5 »
Colombie, filaments fermes	5 »	à	6 80
Pérou	4 20	à	4 80
Nicaragua, filaments	4 60		» »
— feuilles	4 40		» »
Guayaquil	4 20		» »
Mozambique, boules rosées	4 50	à	5 »
— fuseaux	4 50	à	4 80
— boules blanches	4 »	à	4 30
— inférieur, poisseux	1 10	à	2 »
Madagascar, blanc rosé	5 50	à	6 05
— noir	4 »	à	4 50
Sénégal, Gambie	4 80	à	5 »
— boules ordinaires	3 80	à	4 20
Sierra-Léone, boules	2 80	à	4 20
Congo, boules	3 50	à	4 20
— petites boules	3 20	à	3 30
— langues	3 20	à	3 50
— blocs poisseux	1 70	à	1 80

***CARACTÉRISTIQUE.** M. Marcel Deprez a donné ce nom à la courbe qui représente la force électro-motrice que développe une machine d'induction, en fonction de l'intensité du courant qui traverse l'armature actionnée à une vitesse constante. — V. *Dictionnaire*, Distribution de l'électricité et Machine électrique.

CARBONATE. *T. de chim.* (V. *Dictionnaire*). Dosage de l'acide carbonique dans les carbonates. On dose en général l'acide carbonique libre, ou plutôt son anhydride CO^2 qui est gazeux, en lui faisant traverser un appareil d'absorption composé d'une série de tubes à potasse et en cherchant quelle a été l'augmentation de poids de cet appareil lorsque le passage est terminé; mais lorsque l'acide carbonique est combiné, on arrive à le doser bien plus rapidement et d'une façon

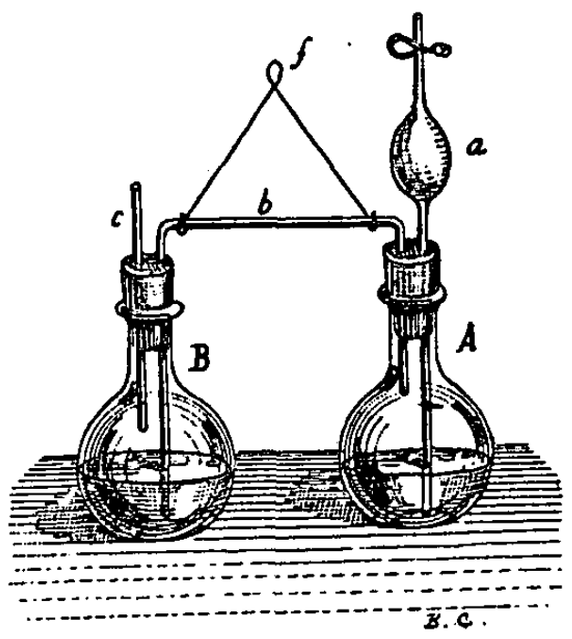


Fig. 288.

A Ballon contenant la substance pesée, mouillée d'eau distillée. — *B* Ballon contenant de l'acide sulfurique concentré. — *a* Pipette effilée à la partie inférieure et fermée à la partie supérieure par un tube de caoutchouc et une pince de Mohr; cette pipette contient l'acide (nitrique ou chlorhydrique) destiné à décomposer le carbonate. — *b* Tube destiné à faire passer l'anhydride carbonique de *A* en *B* à travers l'acide sulfurique qui en retient l'humidité. — *c* Tube d'échappement de l'anhydride sec. — *f* Fil de fer pour suspendre l'appareil sous le plateau de la balance.

tout aussi exacte en le dégageant de sa combinaison, soit par la chaleur, soit par un acide fort (sulfurique, azotique ou chlorhydrique). On recherche alors la perte de poids, c'est-à-dire le poids même de l'anhydride carbonique qui s'est échappé, ou bien on recueille cet anhydride gazeux dans un vase convenable et on en mesure le volume en observant la pression et la température.

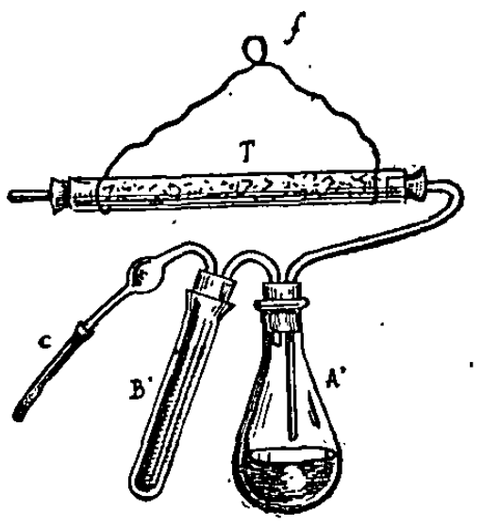


Fig. 289.

A' Fiole conique contenant le carbonate pesé, mouillé d'eau distillée. — *B'* Tube contenant de l'acide (nitrique ou chlorhydrique) destiné à décomposer le carbonate. — *T* Tube à chlorure de calcium destiné à dessécher l'anhydride carbonique avant de le laisser échapper dans l'atmosphère. — c Tube de caoutchouc par lequel on souffle légèrement pour faire passer l'acide de *B'* dans *A'*. — *f* Fil de fer pour suspendre l'appareil sous le plateau de la balance.

Dosage par perte de poids. S'il s'agit d'un carbonate perdant facilement et d'une façon complète son acide carbonique au rouge (carbonates des métaux lourds [en général, carbonate de magnésie]), on prend dans un creuset de platine ou de porcelaine, un poids connu de la substance et on calcine au rouge; la perte de poids représente l'acide carbonique seul, si la substance était anhydre, ou bien l'acide carbonique et l'eau d'hydratation si elle était hydratée; dans ce cas il suffit de doser cette eau à l'aide d'un appareil d'absorption à chlorure de calcium et de la déduire de la perte de poids totale observée.

S'il s'agit au contraire d'un carbonate fixe ou difficilement décomposable par la chaleur comme les carbonates alcalins et alcalino-terreux, on opère par voie humide. On a imaginé un grand nombre de petits appareils disposés de façon plus ou moins ingénieuse pour contenir séparément le carbonate à analyser et l'acide qui doit en opérer la décomposition et pour permettre de les mettre en contact après la pesée; le dosage sera d'autant plus exact que l'appareil sera plus léger et plus facile à peser avec précision. Les figures 288 et 289 représentent deux appareils de ce genre, ce sont les plus simples et les moins coûteux; on peut aisément les monter avec la verrerie ordinaire de laboratoire.

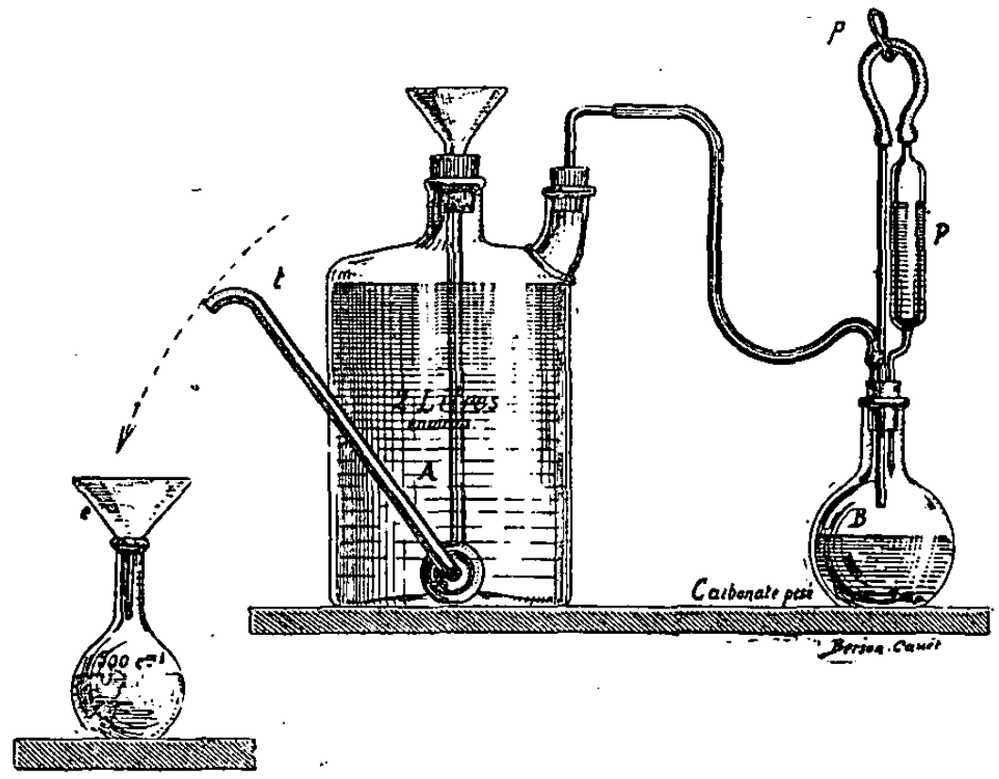


Fig. 290. — *Appareil de Mohr.*

Dosage par mesure du volume gazeux. Appareil de Mohr. On remplit le flacon A d'une solution saturée de sel marin; puis dans le ballon B on met la substance contenant le carbonate, après l'avoir pesée et on ajoute un peu d'eau, puis on ferme avec le bouchon de caoutchouc *b*, soutenant la pipette P remplie d'acide chlorhydrique dilué (fig. 290). On abaisse alors le tube *t* au dessus de l'entonnoir *e*; si l'appareil est bien monté il ne doit rien s'écouler et on peut commencer l'attaque du carbonate. Pour cela, il suffit de desserrer la pièce *p*; l'acide s'écoule dans le ballon B et attaque aussitôt le carbonate; un fort dégagement de gaz carbonique se produit et vient déplacer la solution saline qui s'écoule par le tube *t* dans le ballon jaugé de 500 centimètres cubes. Quand l'écoulement est terminé, on mesure facilement le nombre *n* de centimètres cubes restés libres dans le ballon, en achevant de le remplir de solution saline à l'aide d'une burette graduée. Le volume V d'acide carbonique gazeux fourni par le poids *p* de carbonate est évidemment égal à (500 — n) C^{m3}. On peut facilement en déduire son poids.

CARBONE. *T. de chim.* (V. *Dictionnaire*). Parmi les éléments chimiques, le carbone est de beaucoup le plus important de tous; à l'état libre il se rencontre dans la nature et dans les arts sous une infinité de formes: combiné avec les autres corps simples et particulièrement avec l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, il forme l'immense série des composés, dits *composés organiques*, dont l'étude est devenue en quelques années la branche la plus importante de la chimie générale.

Le carbone est tétravalent; il peut donc se combiner au maximum avec quatre atomes d'hydrogène et l'hydrocarbure CH^4 est celui qui de tous est le plus hydrogéné; il ne présente aucune valence libre, il est, comme l'on dit, *saturé*. Le gaz des marais, CH^4, n'est pas le seul hydrocarbure saturé possible; il en existe tout une série. Il arrive, en effet, que 2, 3, 4...*n* atomes de carbone peuvent se souder ensemble, se *condenser*, en échangeant tout ou partie de leurs valences. Le nombre de ces valences ainsi perdues est au minimum égal au double du nombre des atomes de carbone moins deux; la capacité de saturation d'un groupe C^n sera donc au maximum

$$4n-(2n-2)=2n+2$$

et on pourra considérer comme *saturés* tous les carbures répondant à la formule générale

C^nH^{2n+2}.

L'étude de ces carbures a montré qu'ils ont tous mêmes fonctions chimiques et que leurs formules peuvent être déduites les unes des autres par addition ou soustraction de la même quantité constante CH^2; on les a donc rangés en une série que l'on a appelée *série homologue saturée*.

Dans les carbures saturés, les liaisons des atomes de carbone entre eux sont forcément simples; on conçoit très bien que pour d'autres carbures, elles puissent au contraire devenir doubles ou triples; l'expérience a montré que dans ce cas, les carbures formés sont susceptibles de s'unir directement, par voie de simple addition, avec le chlore, le brome, etc..... On les distingue donc sous le nom générique de *carbures non saturés* et, selon que les liaisons multiples ont entraîné la perte de 2, 4, 6..... atomes d'hydrogène, on les classe en carbures diatomiques, tétratomiques, hexatomiques, etc..... répondant aux formules générales C^nH^{2n}, C^nH^{2n-2}, C^nH^{2n-4}, *etc.....*, qui représentent autant de séries homologues.

Si, comme ci-dessous, nous dressons le tableau de toutes ces séries homologues, nous constatons que dès la troisième série C^nH^{2n-2}, le premier terme possible est du carbone pur C :

Hydrocarbures saturés	Hydrocarbures non saturés							
C^nH^{2n+2}	C^nH^{2n}	C^nH^{2n-2}	C^nH^{2n-4}	C^nH^{2n-6}	C^nH^{2n-8}	C^nH^{2n-10}	C^nH^{2n-12}	»
CH^4	CH^2	C	»	»	»	»	»	»
C^2H^6	C^2H^4	C^2H^2	C^2	»	»	»	»	»
C^3H^8	C^3H^6	C^3H^4	C^3H^2	C^3	»	»	»	»
C^4H^{10}	C^4H^8	C^4H^6	C^4H^4	C^4H^2	C^4	»	»	»
C^5H^{12}	C^5H^{10}	C^5H^8	C^5H^6	C^5H^4	C^5H^2	C^5	»	»
C^6H^{14}	C^6H^{12}	C^6H^{10}	C^7H^8	C^6H^6	C^6H^5	C^6H^2	C^6	»
C^7H^{16}	C^7H^{14}	C^7H^{12}	C^8H^{10}	C^7H^8,	C^7H^6	C^7H^4	C^7H^2	C^7

Les premiers termes des séries suivantes sont aussi constitués par du carbone pur, mais ce carbone est de plus en plus condensé; $C, C^2, C^3, \ldots C^n$ ne doivent pas être absolument identiques et nous pouvons penser que les carbones qu'ils représentent pourront bien avoir des propriétés physiques, peut-être même des propriétés chimiques différentes; le diamant sera l'un d'eux, le graphite un autre, le charbon de bois un autre encore; tous, en tous cas, proviendront de la condensation plus ou moins complète d'un même élément C, carbone atomique, qu'il a été impossible d'isoler jusqu'ici. Ce carbone inconnu, véritable élément de tous les autres, doit être gazeux; la synthèse de l'acétylène, par union directe du carbone et de l'hydrogène dans l'arc voltaïque est une première preuve de l'existence, au moins momentanée, du carbone gazeux. Depuis longtemps d'ailleurs, on sait que le carbone se volatilise sous l'influence des températures extrêmes développées par l'arc électrique; Despretz en exposant un morceau de charbon de sucre dans le vide, à la température développée par une batterie de 496 éléments Bunzen, a pu le sublimer sous forme de dépôt noir sur les parois du verre. Tout le monde sait aujourd'hui, que les lampes électriques à incandescence, se ternissent à la longue, ce qui ne peut guère s'expliquer que par la condensation sur la surface interne de l'œuf, du carbone du fil volatilisé par la chaleur intense que produit le courant.

On a même songé à utiliser cette volatilité du carbone pur, pour arriver à la reproduction artificielle du diamant. M. Despretz, en faisant passer dans le vide un courant électrique très puissant entre un cylindre de charbon pur et un balai de fils de platine, a obtenu, au bout d'un mois, de petits octaèdres brillants mêlés à une poudre noire. Ce mélange, délayé dans l'huile, était susceptible de polir le rubis.

Bien des savants ont tenté de reproduire artificiellement le carbone cristallisé. Il est certain que ce difficile problème a déjà été résolu de plusieurs façons différentes, mais, jusqu'ici, tous les procédés employés n'ont donné que des résultats très imparfaits et toujours beaucoup plus coûteux que ceux de la recherche des produits naturels. Pour mémoire, nous citerons les essais de M. Marsden, par dissolution du charbon de sucre dans l'argent fondu, et ceux de M. Hannay, fondés sur la décomposition par le sodium, à haute température et sous forte pression, de divers carbures d'hydrogène du genre de la paraffine. — H. R.

***CARTES ET PLANS EN RELIEF.** Au point de vue de l'étude de la géographie, soit élémentaire, soit dans ses détails, comme pour examiner et apprécier un projet de tracé de route, de canal, de chemin de fer, etc., les reliefs sont des moyens de vulgarisation que l'on reconnaît utiles, presque indispensables.

Dans toutes les expositions spéciales de géographie, dans les expositions universelles, la tendance à multiplier les reliefs est très marquée. En dernier lieu, à l'Exposition universelle de 1889, les reliefs apparaissent partout comme un excellent moyen de démonstration scientifique : au pavillon du canal de Suez, au pavillon Eiffel, au palais de la République Argentine, dans les galeries de l'exposition d'agriculture, au pavillon des Travaux publics, etc., etc. et surtout dans la Section XVI (sciences géographiques). Les plus beaux spécimens qui nous aient frappés étaient certainement ceux des principaux ports de France, exposés dans le pavillon des Chambres de commerce françaises.

Non seulement les amis des connaissances géographiques aiment à étudier un relief qui décrit

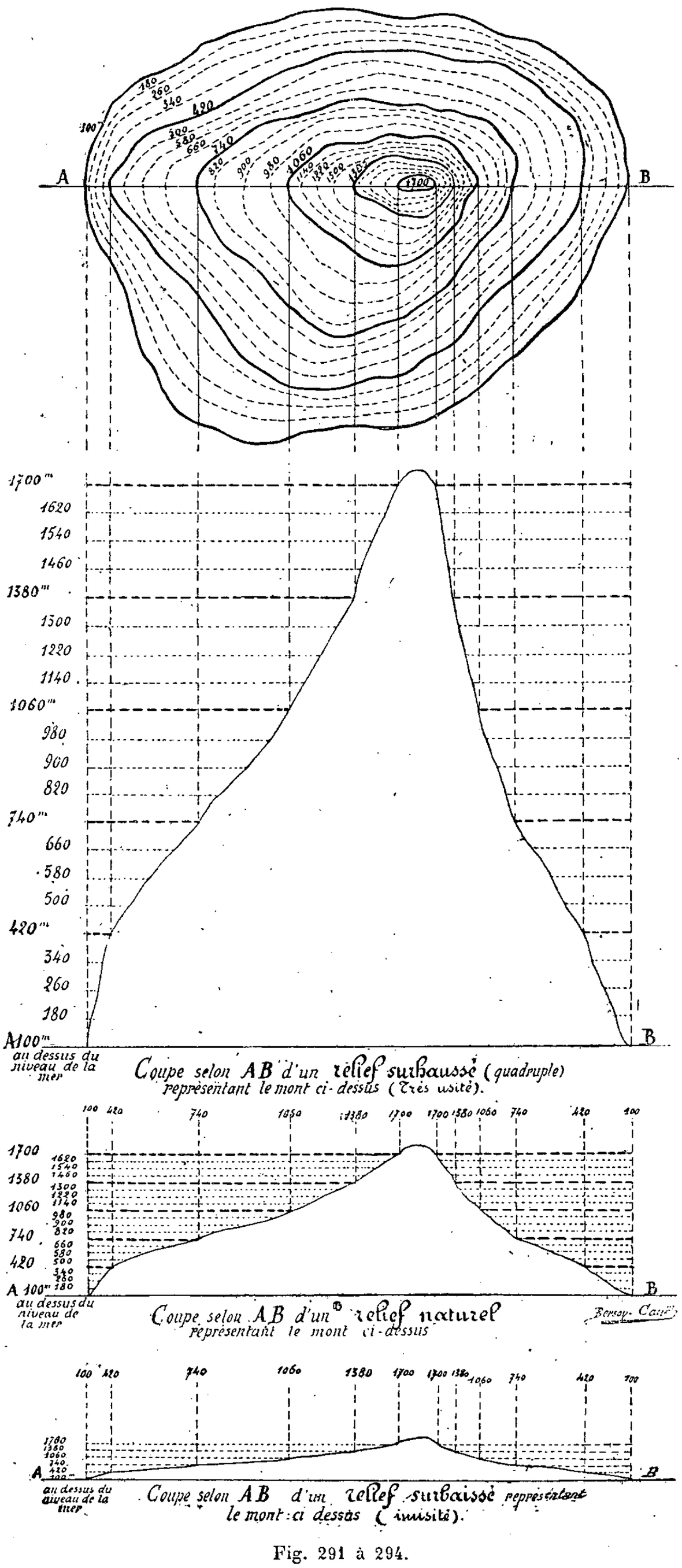


Fig. 291 à 294.

une grande ou une petite surface du globe, mais les industriels, les agronomes, les agriculteurs préfèrent de beaucoup le relief au plan; les enfants des écoles saisissent mieux la démonstration du maître sur un relief, qui dit quelque chose à leurs yeux, que sur un inextricable enchevêtrement de signes conventionnels difficiles à apprendre.

Bien que les reliefs aient une tendance à se développer, ils ne sont pas assez répandus en raison de leur prix élevé : quelques privilégiés seulement étant initiés à leur confection; il est donc utile de connaître la manière la plus simple de les exécuter. Nous nous proposons d'en expliquer les diverses opérations.

Pour qui sait les lire, les cartes ou plans topographiques sont préférables à cause de leur précision plus grande; mais nous n'hésitons pas à dire que, pour la majeure partie de ceux qui ont à les consulter, ils peuvent être accompagnés avantageusement de leur relief; l'étude comparée de l'image vraie à l'image conventionnelle de la carte ou du plan se trouve ainsi facilitée.

S'il s'agit d'enseignement nous nous abritons derrière la haute compétence de M. le professeur Levasseur, membre de l'Institut, qui a fait éditer par la maison Delagrave un grand nombre de reliefs; ils sont les auxiliaires utiles des cartes et ils en expliquent, *de visu*, les signes conventionnels.

D'autres maisons s'occupant de géographie ont fait également établir des *reliefs*, même de tout élémentaires, pour l'enseignement primaire.

Selon que les surfaces sont restreintes ou développées, on désigne les reliefs sous le nom : 1° de *plans en relief* ou 2° de *cartes en relief*.

Les uns et les autres peuvent être *surhaussés*, *naturels* ou *surbaissés* suivant que les hauteurs sont

à une échelle *plus grande*, *égale* ou *inférieure* à celle des surfaces : les *reliefs surhaussés* s'emploient surtout pour la confection des cartes géographiques sur lesquelles les formes du terrain gagnent beaucoup en clarté à être représentées par une échelle des hauteurs double, triple, quadruple,..., décuple de celle des surfaces (fig. 291 à 294).

Les reliefs procèdent de cartes ou plans dont les altitudes sont connues et représentées par des *cotes* ou par des *courbes de niveau* comme sur la grande *carte de l'Etat-major français*.

On appelle *courbes de niveau* des tracés très variables en leurs formes que laisseraient, sur la surface du sol, des plans imaginaires le coupant à des distances égales entre elles et parallèles au niveau de la mer (V. *Dictionnaire*, CARTES ET PLANS). L'*équidistance des courbes* ou *équidistance naturelle varie* suivant l'échelle, alors que l'*équidistance graphique est constante* pour toutes les échelles : *ainsi chaque gradin ou équidistance graphique constante est de 1/4 de millimètre* pour toutes les cartes de l'Etat-major publiées par le Ministère de la Guerre ; pour celles publiées par les autres grandes administrations publiques telles que le Ministère de l'Intérieur et le Ministère des Travaux publics ; il représente des courbes de niveau d'une *différence de hauteur naturelle*.

De	1m,25	lorsqu'on emploie	l'échelle	du	1/5,000e
De	2m,50	—	—	—	1/10,000e
De	5m,00	—	—	—	1/20,000e
De	10m,00	—	—	—	1/40,000e
De	20m,00	—	—	—	1/80,000e
De	25m,00	—	—	—	1/100,000e
De	80m,00	—	—	—	1/320,000e

etc., etc.

L'équidistance graphique constante étant de 1/4 de millimètre ou 250/1,000 ou 0,00025.

A l'échelle du 1/5,000e (0,0002).

10	mètres	de hauteur	seront	représentés	par une équidistance graphique de	0,002
100	—	—	—	—	—	0,02
1.000	—	—	—	—	—	0,2

A l'échelle de 1/10,000e (0,0001).

10	mètres	de hauteur	seront	représentés	par une équidistance graphique de	0,001
100	—	—	—	—	—	0,01
1,000	—	—	—	—	—	0,1

A l'échelle de 1/20,000e (0,00005).

10	mètres	de hauteur	seront	représentés	par une équidistance graphique de	0,0005
100	—	—	—	—	—	0,005
1,000	—	—	—	—	—	0,05

A l'échelle de 1/40,000e (0,000025).

10	mètres	de hauteur	seront	représentés	par une équidistance graphique de	0,00025
100	—	—	—	—	—	0,0025
1,000	—	—	—	—	—	0,025

A l'échelle de 1/80,000e (0,0000125).

10	mètres	de hauteur	seront	représentés	par une équidistance graphique de	0,000125
100	—	—	—	—	—	0,00125
1,000	—	—	—	—	—	0,0125

A l'échelle de 1/100,000e (0,00001).

10	mètres	de hauteur	seront	représentés	par une équidistance graphique de	0,0001
100	—	—	—	—	—	0,001
1,000	—	—	—	—	—	0,01

A l'échelle de 1/320,000e (0,000003125).

10	mètres	de hauteur	seront	représentés	par une équidistance graphique de	0,00003125
100	—	—	—	—	—	0,0003125
1,000	—	—	—	—	—	0,003125

etc., etc.

Si l'on désire avoir un *relief surhaussé*, les chiffres précédents seront conservés pour les *distances planimétriques*, et l'on emploiera pour représenter les *distances altimétriques* des *équidistances graphiques doubles*, *triples*, *quadruples*..... Ainsi :

					Equidistance		
					double	triple	quadruple
A l'échelle du 1/5,000e (0,0002).							
10	mètres	de hauteur	seront	représentés par des gradins de. . .	0.004	0.006	0.008
100	—	—	—	— . . .	0.04	0.06	0.08
1,000	—	—	—	— . . .	0.4	0.6	0.8
A l'échelle du 1/10,000e (0,0001).							
10	mètres	de hauteur	seront	représentés par des gradins de. . .	0.002	0.003	0.004
100	—	—	—	— . . .	0.02	0.03	0.04
1,000	—	—	—	— . . .	0.2	0.3	0.4

	Equidistance		
	double	triple	quadruple
A l'échelle du 1/20,000e (0,00005).			
10 mètres de hauteur seront représentés par des gradins de. . .	0.001	0.0015	0.002
100 — — — — . . .	0.01	0.015	0.02
1,000 — — — — . . .	0.1	0.15	0.2
A l'échelle du 1/40,000e (0,000025).			
10 mètres de hauteur seront représentés par des gradins de. . .	0.0005	0.00075	0.001
100 — — — — . . .	0.005	0.0075	0.01
1,000 — — — — . . .	0.05	0.075	0.1
A l'échelle du 1/80,000e (0,0000125).			
10 mètres de hauteur seront représentés par des gradins de. . .	0.00025	0.000375	0.0005
100 — — — — . . .	0.0025	0.00375	0.005
1,000 — — — — . . .	0.025	0.0375	0.05
A l'échelle du 1/100,000e (0,00001).			
10 mètres de hauteur seront représentés par des gradins de. . .	0.0002	0.0003	0.0004
100 — — — — . . .	0.002	0.003	0.004
1,000 — — — — . . .	0.02	0.03	0.04
A l'échelle du 1/320,000e (0,000003125).			
10 mètres de hauteur seront représentés par des gradins dè. . .	0.0000625	0.00009375	0.000125
100 — — — — . . .	0.000625	0.0009375	0.00125
1,100 — — — — . . .	0.00625	0.009375	0.0125

Les échelles étant adoptées, tant pour la planimétrie que pour l'altitude, l'opérateur calque ou relève *séparément,* sur du papier transparent, dit *végétal*, chaque courbe ou bande de hachures de la partie de la carte à représenter, en prenant quelques points de repère de la courbe ou de la bordure de la bande de hachures immédiatement supérieure; puis il reporte qu décalque ce dessin sur une feuille de carton choisie de l'épaisseur indiquée par le tableau, précédent; nous recommandons d'opérer de la même façon pour chaque courbe de niveau en ayant soin de prendre des repères et d'indiquer par les cotes, *sur le calque* et *sur le décalque*, les courbes qui correspondront aux gradins (fig. 295 à 300).

La première courbe, avec ses repères, ne sera pas découpée dans le carton, mais tracée sur le cadre en bois qui est destiné à recevoir le relief.

Le carton étant ainsi tracé devra être coupé, très soigneusement, avec un canif ou des ciseaux; il fournira cinq surfaces ou petits cartons qui seront superposées et fixées au moyen de colle et de pointes fines; on obtiendra donc le relief dont une coupe indiquée par la figure 301.

Dans cet exemple il est bon de remarquer que *le relief naturel est à la même échelle que la planimétrie,* au 1/80,000e, et que l'on a calqué puis découpé les courbes maîtresses ou courbes de 4 en 4. La différence entre chaque courbe maîtresse est de (80×4=) 320 mètres. Or, à l'échelle de 1/80,000e, 100 mètres de hauteur sont représentés par *un gradin* ou épaisseur de carton de 0m,00125; 320 mètres seront représentés par une épaisseur de carton de (3,20 fois plus forte, ou 0m,00125×3,2=) 0m,004 (*4 millimètres*).

Si, au lieu de prendre les courbes maîtresses comme base d'opérations, on eut pris les courbes, à l'échelle, distantes les unes des autres de 80 mètres, les gradins auraient eu l'aspect indiqué par la figure 302 et une épaisseur de 1/8e de millimètre (0m,00125).

Cette superposition de cartons forme des gradins que l'on peut considérer comme l'ossature du relief; pour compléter le relief du terrain, il faut remplir les creux avec de la cire à modeler, amollie entre les doigts, et mélangée avec un peu de suif; à cet effet, on se sert d'une spatule ou d'un couteau à papier humecté pour empêcher l'adhérence de la cire. Le fini de l'opération dépend de l'habileté de l'opérateur, habileté de main et de coup d'œil, qui s'acquière facilement avec de la patience et de l'habitude.

Là peut s'arrêter l'opération du relief que l'on enduit d'une couche de peinture sur laquelle seront reproduits tous les *détails planimétriques* de la carte.

Du plâtre plus ou moins liquide remplace avantageusement la cire pour remplir les vides des gradins, si l'on ne veut point passer par le moulage intermédiaire dont il va être parlé : lorsque le plâtre est solidifié, on le retouche avec un canif, puis l'on passe au dessin planimétrique.

Si l'on désire obtenir un relief plus soigné il est nécessaire de faire un moule ou matrice en plâtre, dans lequel le relief définitif sera coulé.

Pour établir le moule, il faut entourer la planche sur laquelle repose le *relief en cire* de quatre petites planchettes de la longueur de ses côtés et d'une hauteur égale à celle du relief, fixées à l'aide de ficelle et dont les interstices sont bouchés avec de la cire à modeler; on huile le tout avec un pinceau très doux; le plâtre devra être gâché un peu plus dur pour le *moule en creux* que pour le *relief;* à cet effet on le verse dans de l'eau pure, on le remue et après un moment de repos on le verse lentement sur le *relief original en cire* en commençant par les parties les plus basses; lorsque la surface est entièrement recouverte, on verse le reste du plâtre jusqu'à ce que le moule ait une certaine épaisseur, et, dès que le plâtre devient chaud, il est utile de jeter, avec les doigts trempés dans de l'eau froide (comme font les blanchisseuses), et à plusieurs

reprises, quelques gouttelettes d'eau qui pénètrent la masse de plâtre et qui produisent ainsi entre le *moule* et le *relief en cire* une couche hydraulique qui aide beaucoup à les séparer quelques minutes après. Pour disjoindre le *moule* de l'*épreuve*, on les place de champ et on introduit entre eux successivement, sur chaque côté, un petit coin en bois mouillé en le frappant légèrement et à petits coups secs. Le tout est replacé avec précaution sur la table, puis on soulève le *moule* très lentement, en maintenant le *relief en cire* avec deux doigts.

On a ainsi une *matrice* dans laquelle un certain nombre de *reliefs* pourront être reproduits après lui avoir fait subir l'opération préparatoire du savonnage; à cet usage on se sert de savon noir liquide ou dissous dans un peu d'eau tiède; après refroidissement cette dissolution est étendue sur la surface du moule; on frotte légèrement à l'aide d'un pinceau doux; la mousse du savon s'enlève avec le même pinceau et l'on s'assure, par le toucher et le miroitement, que la surface entière est bien imprégnée et légèrement brillante.

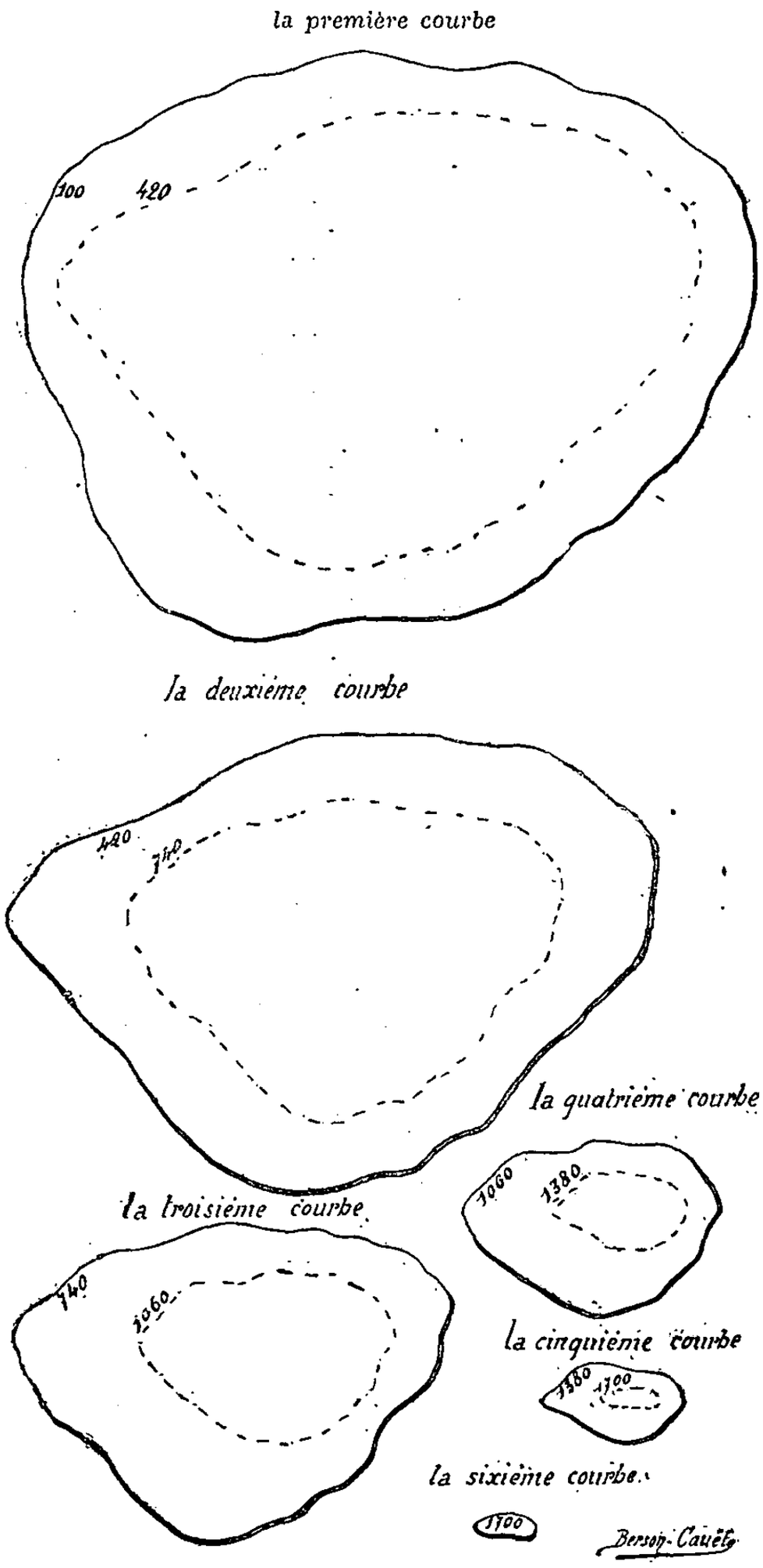


Fig. 295 à 300.

C'est aussitôt après ce savonnage que l'on doit couler le plâtre, comme on l'a fait pour fabriquer la matrice, en ayant soin qu'il soit un peu plus liquide et en lui donnant une moindre épaisseur. On procèdera de la même façon que précédemment pour séparer le *relief* du *moule*.

On obtient ainsi un relief identiquement semblablé au relief en cire et sur lequel il n'y a plus qu'à indiquer la planimétrie, lorsqu'il est bien sec.

Nous mentionnons seulement les autres procédés de construction :

1°) *Par profils*, qui consiste à découper des planchettes ou des cartons selon plusieurs *profils* d'une surface donnée; à les fixer verticalement sur la planche qui sert de base, suivant les directions correspondant aux sections de la carte; puis à remplir les vides, soit avec de la terre à mouler, soit avec du plâtre, jusqu'à ce que la matière affleure les courbes de tous les profils; enfin à retoucher comme le précédent.

2°) *Par points*, qui consiste à fixer sur la planche servant de base, et en des endroits identiquement semblables à ceux de la carte ou du plan, des tiges verticales d'une hauteur égale aux cotes relevées sur la carte ou autrement dit égales à l'altitude de différents *points* choisis par rapport au plan servant de base, puis à procéder au remplissage et à la retouche, comme précédemment.

3°) *Par sondes*, qui consiste à creuser dans un bloc de plâtre, de la hauteur égale à la plus haute altitude, et en des points correspondants à chaque cote, des *trous* d'une profondeur égale à la différence entre chacune de ces cotes et celle qui est le plus élevée, puis à enlever toute la partie du plâtre dans laquelle tous ces *petits puits* ont été creusés.

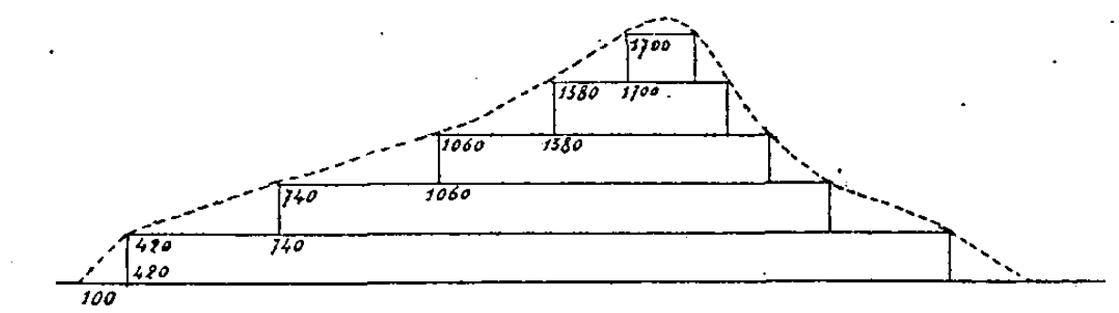
4°) *Sur le terrain*. Nous ne donnons ce procédé qu'à titre de renseignement; il consiste à opérer sur une grande surface du sol (selon le procédé de la construction du relief par points) en déterminant les cotes par des piquets, et en remplissant de terre, que l'on affermit, les parties élevées jusqu'au

sommet des piquets, puis à dessiner les principaux renseignements planimétriques (ce procédé est avantageusement employé pour apprendre aux jeunes élèves de nos écoles des champs, les éléments de la topographie et de la géographie physique).

Les dessins planimétriques à reproduire sur le relief en plâtre se font lorsque celui-ci est bien sec, soit : avec des crayons de différentes couleurs, soit à l'aquarelle, soit avec des couleurs à l'essence sur plâtre cru, ou bien avec des couleurs à l'huile sur plâtre recouvert d'une mince couche d'huile légèrement teintée (une dissolution de 2/3 d'essence et de 1/3 d'huile fine dans laquelle on délaye de la terre de Sienne brûlée en y ajoutant une pointe de noir pour obtenir la teinte conventionnelle des terres labourables). Les eaux sont, dans tous ces cas, recouvertes d'une couche de vernis.

Voici les teintes conventionnelles :

1° Toutes les *constructions* sont représentées en *rouge ;*
2° Les *eaux* en *bleu ;*
3° Les *prairies* en *vert tendre ;*
4° Les *bois* en feuillées de couleur *vert jaune ;*
5° Les *courbes de niveau* en *bistre ;*
6° Les *chemins*, les *routes* et les *écritures* en *noir.*



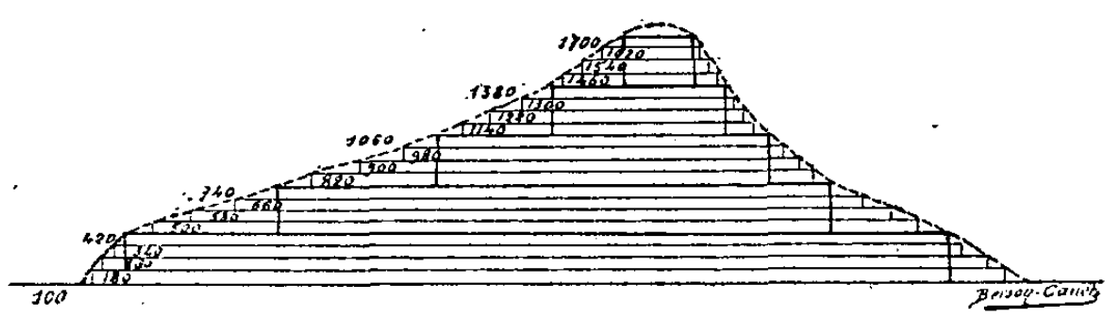


Fig. 301 et 302.

Nous connaissons plusieurs entrepreneurs de reliefs qui sont parvenus à imiter la végétation et qui donnent à leurs travaux un aspect de réalisme très saisissant et très estimé de la grande industrie; nous signalerons, en terminant, un genre spécial au département de la Guerre et dont les plus beaux spécimens sont exposés, à certaines époques de l'année, dans les combles de l'Hôtel des Invalides. — M. M.

CARTON. Le carton est un produit parallèle à celui du papier, il s'obtient par la trituration des mêmes pâtes à papier ou de déchets provenant de cette fabrication, paille, bois, etc., etc. Sa composition varie à l'infini et suivant les objets auxquels il est destiné, il est fait de paille pure ou mélangé avec des pâtes plus fortes et souples, de déchets de papiers et enfin de papiers superposés et collés, formant ainsi la carte connue sous le nom de *bristol*. La fabrication du carton diffère essentiellement suivant ses diverses utilisations, mais en général le carton employé par la reliure et par la fabrication des boîtes se fabrique à la machine ronde dont nous donnons le dessin (fig. 303).

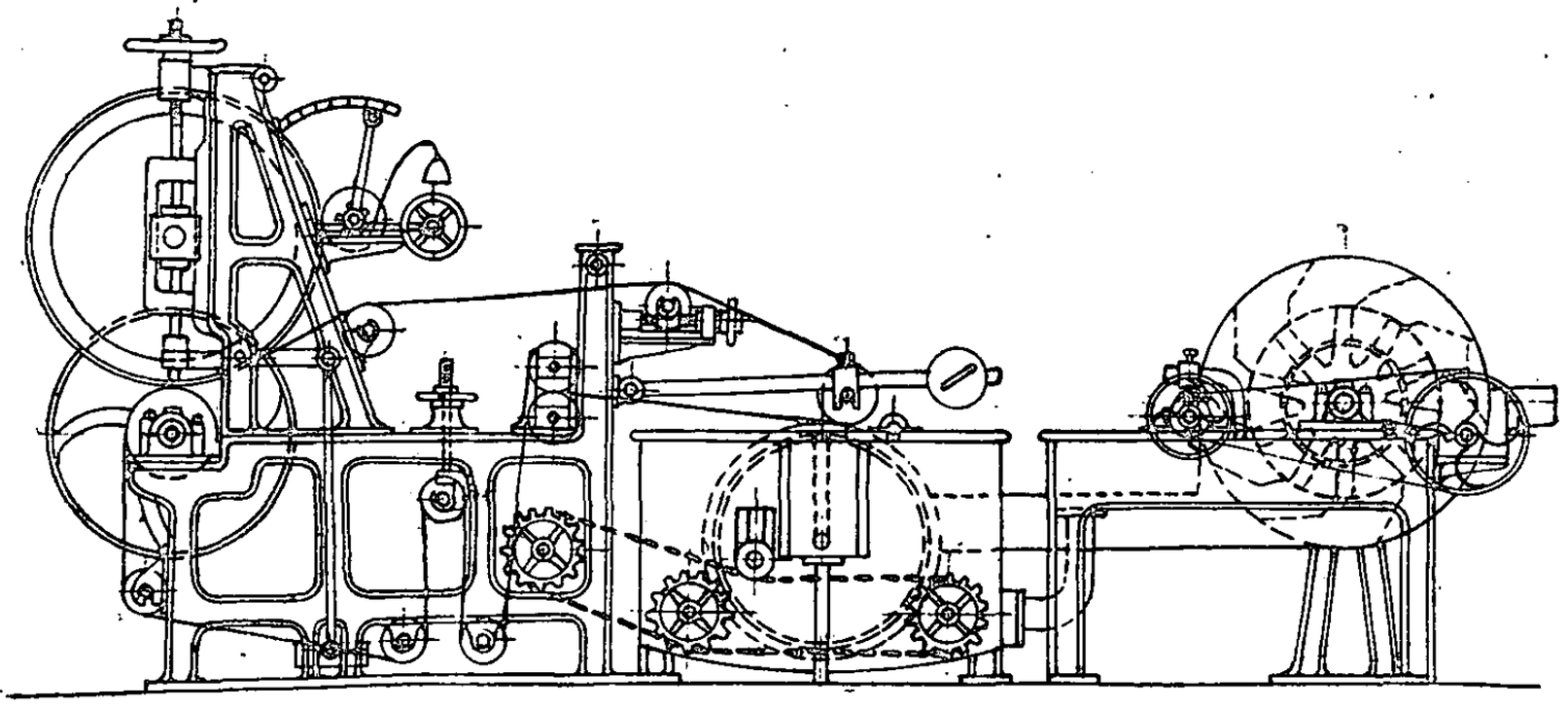


Fig. 303. — *Machine ronde pour la fabrication du carton.*

La pâte est au préalable triturée dans les meuletons qui servent à la désagrégation des pâtes de bois ou de paille servant à la fabrication du papier; puis de là est raffinée dans les piles raffineuses ordinaires de la fabrication et enfin conduite aux cuviers de la machine ronde qui finit à la première presse. A ces machines, le rouleau presseur supérieur, en fonte ou en bois, a un

développement de circonférence égale à la dimension de une ou deux feuilles de carton, il est ainsi divisé en une ou deux parties égales par une ou deux rainures parallèles à l'axe. Sur ce cylindre s'enroule la feuille humide venant de la forme jusqu'à ce qu'elle ait atteint l'épaisseur voulue. Chaque couche enroulée augmente l'écart entre les deux rouleaux et soulève celui du haut de l'épaisseur du papier, jusqu'à ce qu'il soit assez élevé pour qu'une de ses extrémités touche un galet. Celui-ci tourne aussitôt et, agitant une sonnette par un ressort, avertit ainsi l'ouvrier que le carton doit être retiré. Cette disposition, très simple, est fixée à l'un des bâtis de façon à ce que le petit galet ne vienne en contact qu'avec l'extrémité non couverte du rouleau. L'épaisseur est réglée par la position de la fourchette dans laquelle se meut le galet et qui peut être relevée ou abaissée par une vis de réglage. A l'appel de la sonnette, l'ouvrier engage un fort couteau dans la rainure et coupe ainsi, suivant la longueur du rouleau, les cartons enroulés qui sortent alors de la presse et arrivent sur une table attenante; de là ils sont portés sur le plateau inférieur d'une presse hydraulique, jusqu'à ce qu'ils forment une pile atteignant le plateau fixe et dans laquelle des couches de plusieurs feuilles, suivant l'épaisseur de celles-ci, alternent avec des feutres. La pression est donnée jusqu'à ce qu'il ne s'échappe presque plus d'eau de la pile, sans cependant être amenée au point d'écraser les cartons.

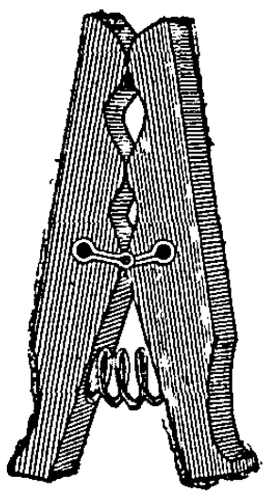


Fig. 304. — *Pince en bois pour le séchage des cartons.*

Une machine de ce genre peut fabriquer de 1,000 à 1,500 kilogrammes et même 2,000 kilogrammes de cartons par vingt-quatre heures.

Les feuilles sont ensuite séchées à l'air, épinglées avec des pinces en bois (fig. 304), soit à l'air libre pour de petites productions, soit dans des locaux *ad hoc* pour des établissements plus importants.

Avec ces sortes de machines, l'épaisseur des cartons peut varier de 1/2 millimètre à 15 millimètres d'épaisseur.

Cartons pour apprêt. Les cartons pour apprêt ou cartons lustrés se distinguent des autres en ce qu'ils sont plus solides et plus résistants et ont des surfaces plus glacées. Il est donc nécessaire que les matières qui les composent aient des fibres aussi fortes et aussi pures que possible. On se sert d'une machine plate ou ronde pour leur fabrication qui ne se distingue du reste de celle des autres cartons que par les opérations ultérieures du séchage et du satinage. Le séchage peut se faire au moyen de cylindres sécheurs des machines à papier. Mais ces cylindres doivent être très grands de diamètre pour éviter les courbes inévitables à l'entrée et à la sortie du sécheur. Le glaçage se fait au moyen d'un rouleau satineur à friction suspendu dans un lourd pendule en bois d'environ 3 mètres de longueur et actionné par une tige manivelle; ce rouleau passe et repasse sur la feuille et lui donne le brillant nécessaire. La table sur laquelle repose la feuille de carton est recouverte d'une feuille de tôle d'acier poli sur laquelle le carton est lentement déplacé par une ouvrière, jusqu'à ce que le rouleau d'acier en ait satiné chaque partie.

Cartons paille. Ces cartons sont fabriqués avec de la paille lessivée à la chaux, dans des cuves ouvertes ou dans des lessiveurs rotatifs comme on procède pour le papier d'emballage jaune, puis raffinée dans les piles. La fabrication du carton paille peut se faire avec la machine ronde ou avec des machines à table plate; dans ce cas, la table de fabrication a une longueur de toile métallique beaucoup plus grande que celle usitée pour les machines à papier et possède trois fortes caisses aspirantes, les rouleaux de la première presse ont tous les deux un feutre, pour que les cartons puissent abandonner de l'eau des deux côtés, le séchage a lieu par une série de batteries de sécheurs superposés sur 2 rangs, au moyen desquels la marche du carton est conduite de façon à ce qu'il passe alternativement sur un cylindre inférieur et sur un cylindre supérieur.

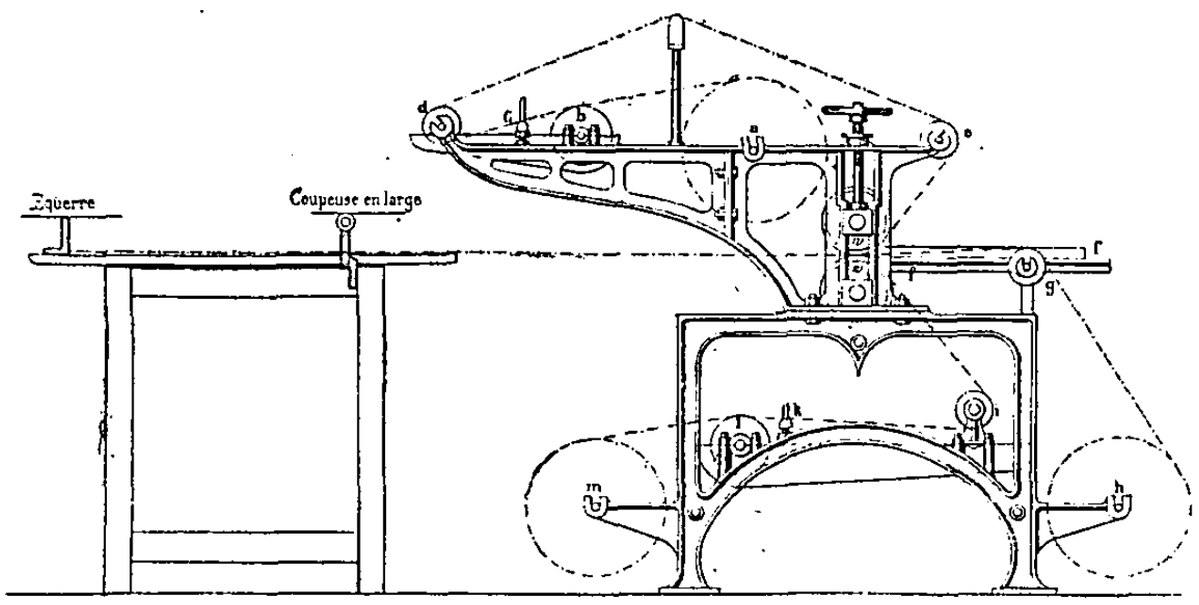


Fig. 305. — *Machine à coller le papier, la carte, le carton, la toile, etc. en feuille continue.*

On peut donner au carton sur ces machines une épaisseur de 3 millimètres, mais la marche est peu rapide et, cependant, une telle machine peut produire de 4 à 7,000 kilogrammes de carton par vingt-quatre heures.

Cartons collés ou couchés. Les cartons employés à la confection des boîtes ou à d'autres usages sont généralement recouverts sur l'une ou sur les deux faces d'une feuille de papier blanc

ou de couleur. Ce recouvrement ou couchage peut se faire à la main ou à la machine. La figure 305 représente une machine pouvant coller trois feuilles en continu.

a) Collage de trois feuilles continues. Dans notre figure 305, le papier est représenté par --------. Les trois rouleaux de papier sont placés sur les supports *ah* et *m*. La bande de papier *a* passant sur le rouleau distributeur *b* est conduite sous les presses *w*, guidée par le rouleau guideur *d*.

La bande de papier *m* est de même amenée sous les presses *w* en passant sous le rouleau distributeur *e*, puis conduite par *k* et le rouleau guideur *i*.

La quantité de colle donnée au papier par les distributeurs est réglée par des guides. La troisième bande de papier *h* est amenée sous les presses *w* par le rouleau guideur G, et se trouve collée entre les deux feuilles de papier continu venant des rouleaux *a* et *m*.

Des presses, le papier collé arrive sur une table avec coupeuse transversale, qui le coupe en feuilles, puis est transporté dans un local modérément chauffé et séché à l'air.

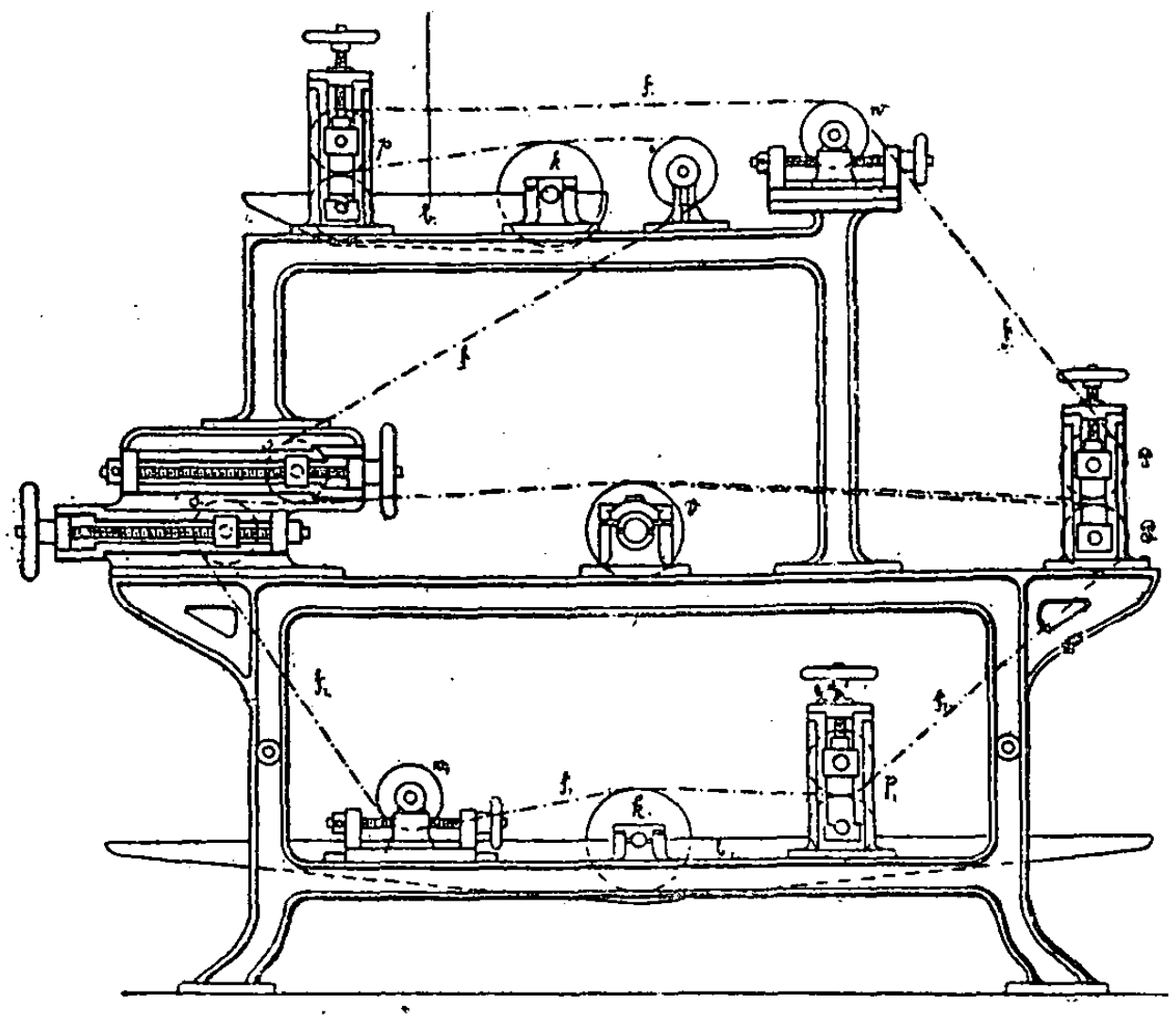


Fig. 306. — *Machine à coller le carton en feuilles.*

b b Bacs à colle d'amidon. — *f f*$_1$ Feutres preneurs de colle. — *k k* Rouleaux distributeurs de colle aux feutres. — *p*$_1$ *p*$_1$ Presses des feutres pour enlever l'excès de colle. — *s s* Rouleaux tendeurs des feutres. — *v* Rouleau de soutien des feutres. — *w w* Rouleaux guides des feutres. — *P P* Rouleaux entre lesquels se fait l'entrée des feuilles à imprégner de colle.

b) Collage de deux feuilles continues. Les deux rouleaux de papier sont placés en *a* et en *m* et amenés sous les presses *w* comme il est dit ci-dessus. Le rouleau *h* est seulement supprimé.

c) Collage de carton continu avec du papier en rouleau. Quand le rouleau de carton, qui a été placé en *h* doit être couvert de papier sur ses deux faces, les rouleaux de papier sont placés en *m* et en *a* et conduits sous les presses *w* comme quand il s'agit de papier continu. Le carton collé est aussi coupé en feuilles et séché à l'air. Si le carton ne doit recevoir de papier que sur une de ses faces, on supprime simplement le deuxième rouleau de papier *m*.

d) Collage de plusieurs feuilles de carton continu. S'il s'agit de coller ensemble trois feuilles de cartons continu, on procède comme pour le papier continu, ainsi qu'il est indiqué au premier paragraphe ci-dessus. En supprimant le rouleau *h* on peut ne coller que deux feuilles de carton continu.

e) Collage de carton en feuilles avec du papier en continu. Le rouleau guideur G est enlevé, remplacé par la table *ff*. Si les feuilles de carton doivent être recouvertes des deux côtés, on place les rouleaux de papier en *m* et en *a*. Ces deux feuilles de papier sont conduites sous les presses *w* exactement comme il est dit ci-dessus. Le carton est poussé de la table *ff* feuille à feuille et à son passage sous les presses *w* entre les deux feulles de papier munies de colle. Les feuilles de carton collées ainsi entre deux feuilles de papier continu sont coupées de nouveau à leur passage sous la coupeuse transversale, puis transportées au séchoir. Si le carton ne doit être collé que sur un côté seulement, on introduit entre le papier continu deux feuilles de carton superposées. La feuille de dessus est recouverte par le papier du rouleau *a* et la feuille de dessous par le papier venant du rouleau *m*.

La production de la machine est, dans ce cas, le double de ce qu'elle livre quand le carton est collé des deux côtés.

La machine produit, à l'aide d'un ouvrier et de deux apprentis, de 8 à 10 mètres par minute. En supposant donc qu'on veuille couvrir de papier blanc une face de carton enroulé, la machine donnera par heure environ deux mille feuilles de carton en format de 55×70, ou mille feuilles de carton blanchi d'un côté.

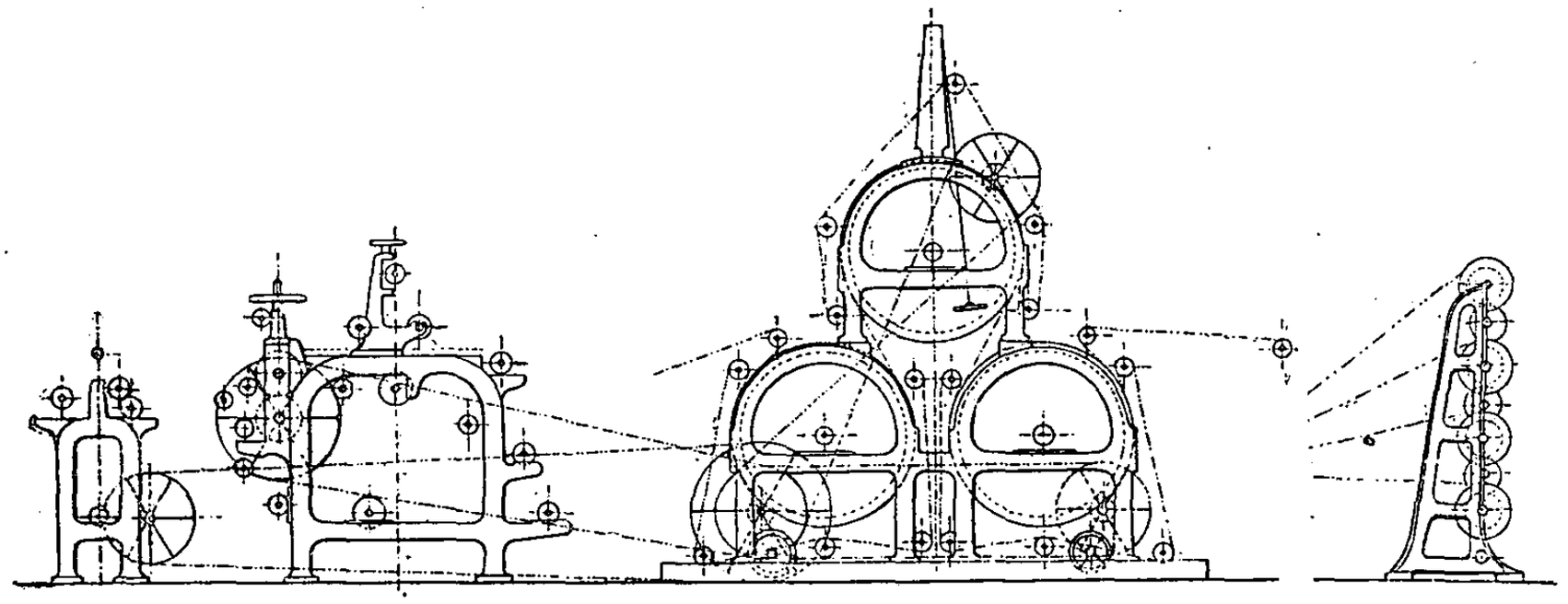
Pour le collage de la carte, du papier doublé, etc., la vitesse est à peu près la même. La largeur de la machine est de 0^{m},80.

Les deux rouleaux extrêmes en se déroulant passent sur un cylindre distributeur de la colle d'amidon, le rouleau central qui est ordinairement le carton à recouvrir, vient s'unir aux deux feuilles précédentes sous la presse qui comprime le tout et le délivre en continu à la table de sortie qui possède un couteau fixe pour couper le carton, encore humide de colle, au format désiré. Cette machine est avantageuse pour des travaux

ordinaires; pour des travaux plus fins et pour la fabrication des cartes bristol on emploie généralement la machine (fig. 306) qui s'alimente à la main, et qui répartit d'une manière très uniforme la colle d'amidon servant à l'union des feuilles à superposer. Cette colle doit être préparée avec les plus grands soins et être d'une propreté absolue, si l'on ne veut pas avoir de gros nuages gris qui apparaissent dans le carton et en déprécient la valeur. En tout cas, que le couchage ait lieu à la main ou par les susdites machines, il faut que le séchage ait lieu à l'air, les cartons étant suspendus au moyen des crochets en bois (fig. 304).

Tout récemment, on est arrivé à opérer ces couchages ou ces superpositions de papiers fins, formant la carte bristol d'une manière continue Les figures 307 à 310 représentent l'ensemble d'une machine complète servant à ce genre de fabrication.

Elévation.



Vue en plan.

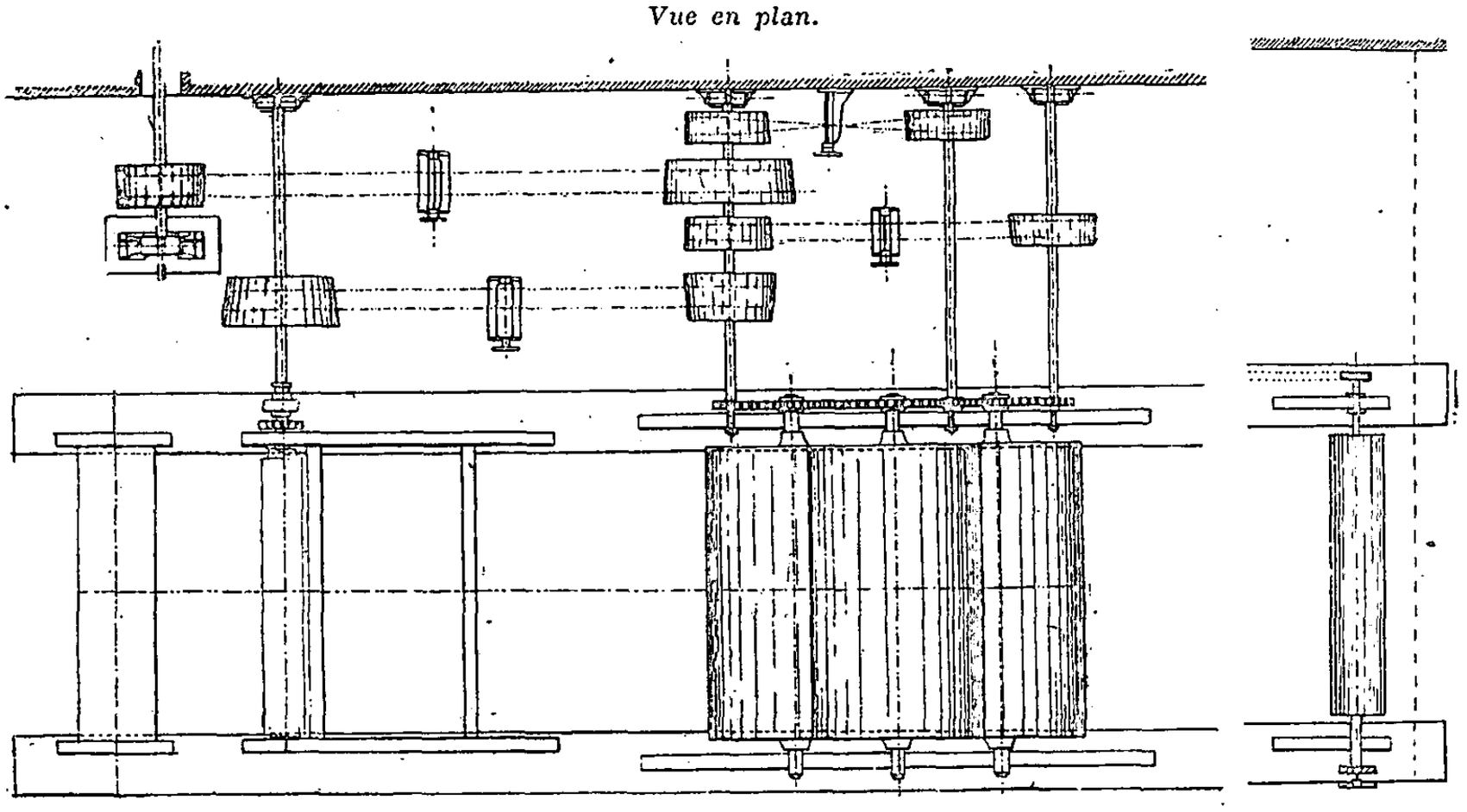


Fig. 307 à 310. — *Machine à coller et à sécher le papier, le carton, la toile en continu.*

La grande difficulté consistait dans l'emploi d'une colle spéciale qui s'affermit au séchage par contact avec les sécheurs à vapeur; la colle d'amidon se désagrégeant immédiatement fut remplacée par une autre colle qui donne d'excellents résultats. Les feuilles à coller passent dans un bain de colle et sont pressées pour être conduites à l'appareil sécheur, et de là, enroulées en bobines qui peuvent se satiner en continu aux mêmes calandres que celles employées pour le satinage des papiers.

Les papiers forts recouverts d'un canevas et qui servent pour l'emballage des soies sont fabriqués de la même manière que ci-dessus. Une telle machine peut fabriquer 2,400 kilogrammes de cartons couchés par vingt-quatre heures, avec un prix de revient sensiblement inférieur à celui des autres systèmes employés. En Allemagne, en Autriche et en Belgique, cette machine est très usitée pour ce genre de fabrication.

Cartons pour construction. Ces cartons sont généralement fabriqués avec de la paille à laquelle on ajoute des déchets de chiffons et vieux papiers. Comme le papier est très mauvais conducteur de la chaleur, il se prête avantageusement au revêtement des habitations pour les protéger contre la chaleur et le froid. L'usine de MM. Adt frères, à Blénod, près Pont-à-Mousson, construite sur les plans de MM. Everling et Kain-

dler, est la plus importante de ce genre qui existe en France, on y fabrique en carton tous les boutons de bottine et tous ces objets appelés *papier mâché*, tels que boîtes de tous genres, brosses, étuis, tables, panneaux, etc., et de tous articles de ce genre avec incrustations de nacre et dessins chinois et japonais; la même maison fait également les roues de vagons en carton, dont l'usage est fort répandu en Amérique; ces cartons comprimés ont trouvé leur application dans la construction des machines électriques du système Desroziers.

Aux Etats-Unis, surtout dans l'Est, le carton est tellement usité dans les constructions, que plusieurs grandes fabriques s'occupent exclusivement de sa production. Comme exemple de son utilité, rappelons qu'après l'incendie de Chicago, en 1871, une usine recouvrit dix mille constructions au prix de 25 francs chacune; ces maisons de 5m,50 de largeur par 7 mètres de profondeur, terminées chacune en un jour, offrirent rapidement un asile aux milliers de personnes sans abri.

CARTOUCHE. Depuis que notre premier article a été publié, les études concernant la confection des cartouches de guerre et leur chargement ont été poursuivies avec le plus grand soin. Dans la fabrication de l'étui on a cherché à réduire autant que possible le nombre de passes correspondant à l'emboutissage, à l'étirage et au bourreletage afin de diminuer la fatigue du métal et d'augmenter la résistance de l'étui, principalement au culot. En rendant de plus en plus parfaits les procédés de chargement on est arrivé à obtenir dans le tir une régularité de plus en plus grande ; pour cela on a perfectionné les machines servant soit au chargement des cartouches soit à leur vérification une fois chargées, et on est arrivé ainsi à pouvoir restreindre de plus en plus les limites de tolérance entre lesquelles pouvait varier le poids de la charge de poudre. Enfin, tandis que les premières cartouches étaient perméables à l'humidité, ce qui amenait une détérioration assez rapide de la poudre et modifiait complètement ses qualités balistiques, on est arrivé aujourd'hui, grâce à l'emploi de la bourre en cire introduite avec un certain serrage dans l'étui, à obtenir une imperméabilité complète.

Les essais et travaux entrepris dans le but de perfectionner la confection des cartouches employées avec l'ancien fusil modèle 1874, ont servi de point de départ aux nouvelles études qui ont dû être entreprises pour l'établissement de la cartouche destinée au nouveau fusil modèle 1886 (Lebel), arme qui est à répétition et dont le calibre n'est que de 8 m/m au lieu de 11 m/m comme était celui du fusil modèle 1874. Cette cartouche, dont nous donnons le dessin (fig. 311 à 313) d'après l'*Instruction sur l'armement et les munitions de l'infanterie* qui est entre les mains des troupes, ne diffère du dernier modèle de cartouche employé avec le fusil d'infanterie modèle 1874 que par ses dimensions qui sont plus faibles, et par quelques modifications, apportées au tracé de l'étui. Pour son chargement on fait usage de la nouvelle poudre, dite « sans fumée », aux lieu et place de l'ancienne poudre à fusil F_1. La balle est à enveloppe métallique, ce qui a permis de supprimer le calepin en papier qui était une cause d'irrégularité dans le tir, ainsi que la graisse qui, dans les anciennes cartouches, recouvrait la surface extérieure de la balle en plomb et était destinée à diminuer l'emplombage du canon. La cartouche chargée pèse environ 29 grammes, sa longueur totale est de 75m/m.

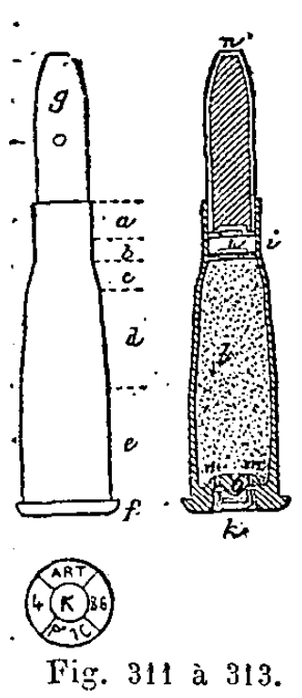


Fig. 311 à 313.
Cartouche du fusil français, modèle 1886.
a Collet. — *b* Etranglement du collet. — *c* Raccordement. — *d*, *e* Cônes. — *f* Bourrelet. — *g* Balle. — *h* Bourre. — *i* Rondelle de carton. — *k* Couvre amorce. — *l* Charge de poudre. — *m* Events. — *n* Méplat de la balle. — *o* Enclume.

L'Allemagne a adopté pour son nouveau fusil modèle 1888, également à répétition et du calibre de 7 m/m, 9, une cartouche (fig. 314 et 315) dont l'étui diffère par son tracé des autres étuis employés jusqu'ici dans tous les pays pour la confection des cartouches métalliques.

Le bourrelet, cette partie saillante du culot qui en venant buter contre la tranche de culasse maintient la cartouche dans la chambre et sert à donner prise à la griffe de l'extracteur pour retirer l'étui après le tir, a été supprimé ; la cartouche est simplement arrêtée dans la chambre par le raccordement de l'étui et du collet. Sur le pourtour du culot est creusée une gorge pour donner prise à la griffe de l'extracteur. La charge, qui est de 2g,5 environ, est également composée d'une nouvelle poudre en lamelles qui donne beaucoup moins de fumée que l'ancienne. La balle, du poids de 14g,5, est formée d'une enveloppe en acier recouverte d'un dépôt de maillechort, ou entièrement en maillechort, dans laquelle est comprimé un noyau en plomb durci ; elle est séparée de la poudre par une simple rondelle en carton. La cartouche complète pèse environ 27 grammes, elle a 82m/m de longueur.

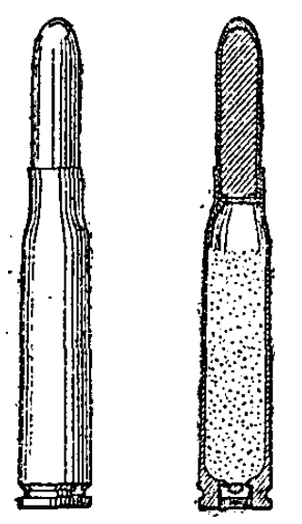


Fig. 314 et 315.
Cartouche du fusil allemand, modèle 1888.

La Belgique a également donné la préférence à la cartouche à gorge sans bourrelet pour le fusil Mauser à répétition qu'elle a adopté au mois d'octobre 1889 pour son nouvel armement.

CATHÉTOMÈTRE. *T. de phys.* Instrument fréquemment employé pour déterminer avec une très grande précision, la différence de niveau de deux colonnes liquides, la différence de hauteur de deux points, situés ou non sur la même verticale, ou plus généralement pour mesurer la distance de deux plans horizontaux dont la différence

de niveau ne dépasse guère 1 mètre. Il a été imaginé par Dulong et Petit, à l'occasion de leurs recherches sur la dilatation des liquides. Pouillet en a démontré l'utilité générale et lui a donné le nom de *cathétomètre* (καθητος, perpendiculaire). Regnault en a fait un très fréquent usage, Gambey a donné à l'instrument divers perfectionnement; M. Pereaux, par d'ingénieuses modifications, l'a rendu plus précis encore.

Le cathétomètre se réduit à une règle verticale sur laquelle glisse une lunette horizontale tournant librement autour d'un axe vertical. Sur un pied en fonte très lourd s'élève verticalement une tige solide en fer forgé de 1m,30 de longueur, sur laquelle s'emboîte et tourne la règle avec la lunette.

Pour faire usage de l'instrument, on le dispose bien verticalement, au moyen des niveaux qu'il porte; on vise successivement les deux points dont on veut comparer les hauteurs. La course de la lunette entre les deux stations mesure la différence de hauteur.

L'instrument bien gouverné est très commode et donne des indications très précises qu'on n'obtiendrait pas avec d'autres moyens de mesure; mais s'il est mal conduit, il peut induire en erreur. Il exige, avant de s'en servir, une série de vérifications relatives à la lunette et au niveau à bulle d'air, et un réglage du support de la lunette et de l'axe de rotation; soins minutieux, mais indispensables si l'on veut éviter les erreurs (V. pour la description, le réglage, les vérifications de l'instrument Jamin, *Cours de physique de l'Ecole Polytechnique*, t. I, p. 36; Witz, *Cours de manipulation de physique*, p. 9). — C. D.

• **CATOPTRIQUE**. *T. de phys.* (du grec κατόπτρον, miroir). Partie de l'optique qui s'occupe de l'étude de la réflexion de la lumière et des effets produits par les miroirs. — V. *Dictionnaire*, MIROIR.

• **CAUSTIQUE**. *T. de phys.* Imaginons qu'un faisceau de rayons parallèles ou divergents vienne se réfracter ou se réfléchir sur une certaine surface. Les rayons émergents ne seront plus en général ni concourants ni parallèles. Il existera dans l'espace une surface telle que chacun de ses points sera la position limite du point de rencontre de deux rayons infiniment voisins, surface qui sera par conséquent plus éclairée que tout l'espace environnant. C'est cette surface qu'on nomme *caustique*. On distingue les caustiques par réfraction et les caustiques par réflexion; mais le second cas se ramène au premier en considérant l'indice de réfraction de surface réfléchissante comme égal à — 1. Pour bien comprendre la formation des caustiques, considérons d'abord le cas simple de rayons émanés d'un point A, et situés dans un même plan, qui viennent se réfracter sur une courbe C. la caustique sera la courbe *enveloppe* des rayons réfractés.

Dans l'espace, la question est plus complexe parce que les rayons réfractés n'ont pas d'enveloppe. On démontre en s'appuyant sur la loi de proportionnalité des sinus que si les rayons incidents sont normaux à une même surface, les rayons réfractés seront aussi normaux à une autre surface. On remarquera que les rayons parallèles sont normaux à des plans parallèles et les rayons convergents normaux à des sphères concentriques. Il en résulte qu'après un nombre quelconque de réfractions, les rayons primitivement parallèles ou convergents sortiront normaux à une certaine surface qu'on a nommée l'*anticaustique*. Or les rayons qui traversent cette surface tout le long d'une ligne de courbure forment une surface développable et ont une enveloppe qui est l'arête de rebroussement de cette développable. La *caustique* est le lieu décrit par cette arête de rebroussement quand on fait varier la ligne de courbure de l'anti-caustique. Comme il y a sur chaque surface deux systèmes rectangulaires de lignes de courbure, la caustique se composera de deux nappes correspondant à ces deux systèmes. La caustique est le lieu des centres principaux de courbure de l'anticaustique. Il y a sur chaque normale deux centres de courbure, qui sont les deux points où chaque rayon lumineux perce les deux nappes de la caustique.

Si la surface réfringente ou, comme on dit quelquefois *dirimante*, est de révolution, ou bien s'il y a plusieurs surfaces dirimantes qui soient de révolution autour d'un même axe, ce qui est le cas des lentilles et des miroirs employés dans les instruments d'optique, et si de plus le foyer lumineux est sur l'axe optique du système, l'anticaustique sera aussi de révolution autour du même axe, et l'une des nappes de la caustique se réduira à l'axe optique, l'autre nappe étant une nouvelle surface de révolution autour du même axe.

Si l'on reçoit le faisceau réfracté ou réfléchi sur une surface quelconque, la trace de la caustique sur cet écran se dessine en une courbe lumineuse souvent très élégante. C'est ainsi qu'on observe la trace de la caustique à l'intérieur d'une coupe de métal, d'une tasse de porcelaine ou d'une simple assiette éclairée par la lumière d'une lampe. Dans ce cas la ligne observée est la trace de la caustique sur la surface même du miroir. Les caustiques par réfraction produisent aussi des effets très décoratifs quand un vase de cristal est posé sur une nappe blanche. Le faisceau lumineux émané de la lampe et réfracté par le vase vient dessiner sur la nappe la trace de la caustique. On obtient ainsi une courbe lumineuse dont la forme varie d'une manière très curieuse si l'on change avec la main la position du vase de cristal. — M. F.

CENTRE. *T. de géom.* Nous avons à compléter notre étude publiée au *Dictionnaire* par l'exposé de diverses questions que le lecteur lira avec intérêt.

Centre des moyennes distances. Point dont la distance à un plan quelconque est la moyenne arithmétique des distances de plusieurs points donnés au même plan, ces distances étant prises avec le signe + ou — suivant que les points sont d'un côté ou de l'autre du plan. Il coïncide avec le centre de gravité de plusieurs masses égales

placées aux points donnés.—V. *Dictionnaire*, CENTRE DE GRAVITÉ.

Centre des distances proportionnelles. Etant donnés plusieurs points A, B, C, etc., attribuons à chacun d'eux un coefficient numérique positif ou négatif a, b, c. Le centre des distances proportionnelles de ces points est un point dont la distance à un plan quelconque est égale à la somme des produits des distances des points donnés au même plan par les coefficients correspondants, divisée par la somme des coefficients, les distances étant prises avec leur signe. Il en résulte immédiatement que les coordonnées du centre des distances proportionnelles sont données par les formules :

$$X=\frac{\Sigma ax}{\Sigma a},\ Y=\frac{\Sigma ay}{\Sigma a},\ Z=\frac{\Sigma az}{\Sigma a},$$

où x, y, z désignent les coordonnées de l'un des points donnés. Le centre des distances proportionnelles coïncide avec le centre de gravité de masses égales ou proportionnelles aux coefficients a, b, c, et placées aux différents points donnés. — V. *Dictionnaire*, CENTRE DE GRAVITÉ.

Centre des moyennes harmoniques. Etant donnés plusieurs points en ligne droite A, B, C, et un point O sur cette droite, on appelle *centre des moyennes harmoniques* de ces points par rapport au point O un point I tel que l'inverse de sa distance au point O soit la moyenne arithmétique des inverses des distances des points donnés au point O, ces distances étant prises avec le signe + ou — suivant que les points sont d'un côté ou de l'autre de O. La position du point I est ainsi définie par l'équation :

$$\frac{n}{IO}=\frac{1}{AO}+\frac{1}{BO}+\frac{1}{CO}+\ldots\ldots,$$

n' étant le nombre des points. On vérifie aisément que cette équation équivaut à la suivante :

$$\frac{IA}{OA}+\frac{IB}{OB}+\frac{IC}{OC}+\ldots\ldots=0.$$

Si le point O s'éloigne indéfiniment, le centre des moyennes harmoniques devient le centre des moyennes distances parce que la relation précédente se réduit à :

$$IA+IB+IC+\ldots\ldots=0.$$

• **CERCLE POPULAIRE.** Ce serait en vain que les socialistes pratiques, les patrons bienfaisants, les hommes généreux s'efforceraient de travailler au développement intellectuel et au perfectionnement moral et matériel du peuple, si les ouvriers sensés ne donnaient leur concours à cette œuvre de relèvement social. Sans eux, l'ouvrier restera réfractaire aux bienfaits des œuvres utiles, créées ou à l'étude, des institutions dont les différentes sections de l'Exposition d'Economie sociale nous ont donné le réconfortant exemple, soit qu'il ne sache pas en profiter, soit qu'il veuille en jouir comme d'un droit, sans vouloir accepter le devoir qui en est le corollaire.

Toutes les réformes sociales resteront stériles tant que cette éducation ne sera pas faite, tant qu'on n'aura pas mis en valeur les précieuses facultés du travailleur français pour en constituer un élément actif et conscient du progrès social.

Mais en l'état de nos mœurs, il serait difficile de faire cette éducation, faute d'un lieu propre à son application. Sortis de l'atelier ou du chantier, les ouvriers, un grand nombre du moins, n'ont point d'objectif; les artistes, les gens de lettres, les négociants, les riches ont leurs cercles, les sociétés mondaines, les théâtres; l'ouvrier n'a que l'abominable « zinc » où se consomment des liqueurs exécrables ou le café concert qui débite des insanités. Il laisse son salaire dans l'un et dans l'autre, en s'empoisonnant le corps et l'esprit.

Il est un moyen d'assurer à l'ouvrier, comme aux autres classes de la société, un centre de réunion où il trouvera, avec les distractions saines et agréables, des éléments d'instruction sociale, des notions indispensables sur les questions qui l'intéressent à un si haut degré, c'est le *Cercle populaire*, dont nous allons exposer le mécanisme, en nous efforçant de dégager un enseignement de l'étude que nous en avons faite, d'après les documents qui nous ont été envoyés d'Angleterre, de Mulhouse, et de France où l'on ne trouve encore que de timides essais.

— L'institution des cercles d'ouvriers est due à l'Angleterre où toutes les œuvres utiles, procédant de l'initiative individuelle, trouvent toujours de puissants appuis et de généreux adhérents. C'est l'honneur de l'illustre lord Brougham d'avoir donné, dès 1825, l'appui de son nom à la création des *Mechanichs Institutions* qui offrirent aux ouvriers anglais des salles de cours et de conférences. L'œuvre s'est rapidement développée. En 1858, s'ouvrait à Manchester le premier cercle populaire (*Working men's club*), qui mettait à la disposition de ses adhérents, non seulement des salles de travail, mais encore des salles de lecture, de jeux, de gymnastique. Mais le cercle ne s'ouvrit pas pour ses seuls adhérents; son fondateur, R.-E. Chalines, voulut que les membres du club pussent y amener leurs femmes et leurs enfants.

Les résultats excellents dus aux cercles populaires provoquèrent, en 1862, la création d'une vaste et puissante association fondée sous le nom de *Working men's club and Institute Union* (Union centrale des cercles et institutions populaires), destinée à favoriser la fondation d'établissements analogues dans le Royaume-Uni.

L'Union compte actuellement 345 cercles associés, avec un revenu de 47,150 provenant en partie des cotisations que lui paient ces cercles à raison de 0,05 par mois pour chacun de leurs membres, et en partie des bénéfices résultant des fournitures diverses faites aux cercles associés.

L'administration est confiée à un conseil composé de délégués de l'association et à un comité de seize membres, élus par le conseil pour une période de six mois : ce comité se renouvelle par moitié chaque trimestre et tient ses séances une fois par semaine.

Quoique plusieurs des cercles prennent une part assez active aux questions politiques, l'Union elle-même les exclut rigoureusement de sa constitution.

Elle a son siège à Londres, où se trouve une bibliothèque d'environ 6,000 volumes, dont un tiers constitue la classe des ouvrages à consulter. Les deux autres tiers, réunis par groupes de trente volumes et renfermés dans des caisses spéciales qui circulent constamment, forment une bibliothèque ambulante, fort appréciée par les petits

cercles ruraux, qui n'ont point les moyens de posséder une bibliothèque suffisante.

Les ouvriers, membres d'un cercle associé, et pourvus de la carte de l'Union, sont, par suite de cette vaste organisation, membres de tous les cercles associés du pays. L'Union fait parvenir à chaque nouveau membre, en même temps que sa carte de sociétaire, une liste de ces cercles.

Le nombre des cercles populaires, en Angleterre, est considérable. Nous n'avons de renseignements précis que sur ceux affiliés à l'Union. Il résulte de ces renseignements que ceux-ci ont de 50 à 1,500 membres chacun, soit une moyenne de 200 membres par cercle. Sur 100 cercles, 71 ont un caractère purement social, 29 s'adonnent plus ou moins activement aux questions politiques, soit comme libéraux, soit comme conservateurs.

Dans son excellent rapport au Congrès des cercles populaires, tenu pendant l'Exposition de 1889, notre collègue, M. Limousin, en rappelant l'action sociale des cercles ouvriers anglais, ajoutait :

« On a organisé des promenades, des concours de tous ces jeux physiques que nous empruntons maintenant à l'Angleterre. Pour organiser ces concours, les comités de l'Union font appel à la bienveillance du propriétaire d'un grand parc; quand ils ont réussi, les membres d'un grand nombre de cercles, accompagnés de leurs familles, viennent passer dans cette campagne une journée de villégiature, agrémentée par les exercices et concours dont j'ai parlé plus haut. On organise également des concours littéraires entre les associés de tous les cercles de l'Union, et les « essais » primés sont publiés dans le journal hebdomadaire de l'association, dont ils forment la partie littéraire.

« Ce journal, qui est le lien réunissant tous les membres de cette vaste famille, répète les conseils pratiques que M. Hodgson Pratt et ses collègues ont si longtemps prodigués de vive voix.

« Parmi ces conseils, il en est un que je veux indiquer, c'est celui d'organiser des discussions réglées entre les membres du cercle. Les hommes qui prennent part à ces discussions apprennent à parler, à penser (ce qui n'est pas toujours la même chose que d'avoir des idées), ils acquièrent, en un mot, ce qu'on appelle heureusement en anglais de la *discipline d'esprit;* ils apprennent aussi, chose fort difficile, m'a dit une fois M. Hodgson Pratt, à écouter (1). »

Et M. Limousin ajoutait, comme nous le disons nous-mêmes, qu'une semblable éducation serait fort utile aux membres du suffrage universel français.

Sur le continent, c'est à Mulhouse que nous trouvons, en France, la première tentative dans cet ordre d'idées. En 1868, M. Engel-Dollfus organisa la « salle de réunion » de Dornach, destinée aux ouvriers. Presque en même temps, M. Jules Siegfried, aujourd'hui député du Havre et notre collègue au Jury de l'Exposition d'économie sociale, fit un don de 100,000 francs à la Société industrielle de Mulhouse pour fonder, sous le nom de *Cercle Mulhousien*, une association populaire ayant pour but de fournir aux habitants de la ville et particulièrement aux ouvriers, artisans et employés de commerce, un centre de réunion où chaque adhérent pût trouver, pendant ses heures de loisir, des distractions saines et agréables en même temps que les meilleurs éléments d'instruction.

Le cercle allait être inauguré quand éclata la guerre. Il ne fut ouvert que le 1er avril 1872.

(1) Rapport de M. C.-M. Limousin, au Congrès international des *cercles populaires* (11-12 juillet 1889).

La préoccupation du fondateur, M. Siegfried et de ses collaborateurs de la Société industrielle, semble s'être portée sur la nécessité de rapprocher, de fusionner les différentes classes de citoyens, afin de combattre et dissiper les préjugés ou les sentiments de méfiance qui peuvent exister entre elles. L'institution ne devait donc pas avoir un caractère purement ouvrier, mais réunir les patrons et les ouvriers afin de provoquer chez les premiers plus de bienveillante sollicitude envers les seconds, et développer chez ceux-ci des idées saines, pratiques, susceptibles de contribuer à l'amélioration morale et matérielle de leur condition.

Cependant, dit M. Gustave Favre, dans sa communication au *Congrès des cercles populaires*, « les travailleurs de condition modeste étaient l'élément généralement dominant, et la multiplicité du genre des récréations permettait à la classe des patrons de se réserver pour certaines circonstances et de ne pas être une gêne dans les réunions, où il était à désirer que les ouvriers et leurs familles se sentissent entièrement à leur aise. »

Lors de la visite que nous avons faite au Cercle mulhousien, nous avons été frappé des excellents rapports de cordialité qui existaient entre les ouvriers et les patrons; pendant la belle saison, ceux-ci se mêlaient à ceux-là et nous avons constaté combien ces témoignages d'affection des chefs de l'industrie mulhousienne exerçaient une heureuse influence sur l'esprit de la population ouvrière.

Nous parlons au passé, car depuis notre visite, la main prussienne s'est appesantie sur le *Cercle mulhousien* et le 10 septembre 1887, il dut fermer ses portes en plein succès. Il comptait alors plus de 2,000 membres.

« Il occupait un vaste bâtiment, où se trouvaient salle de réunion, bibliothèque (3,000 volumes), salle de lecture, salle de gymnastique, restaurant, grande cour avec jeux. Le cercle avait vu se former dans son sein neuf sociétés particulières : l'Orphéon, société chorale des messieurs; Chœur des demoiselles, société chorale des dames; l'Union musicale, société d'orchestre; musique d'harmonie militaire (avec section de trompettes et de cors de chasse); les sociétés de gymnastique et d'escrime, de zoologie et de botanique. De là, une animation incessante dans le cercle mulhousien; pas de semaine sans concerts, pas de mois sans fête, où se rencontraient patrons et ouvriers, où la famille avait toujours sa place réservée. Le cercle avait sous sa haute direction un magnifique parc qui, pendant l'été, devenait le but des promenades des sociétaires et où se donnaient des fêtes champêtres que fréquentaient des milliers de visiteurs. »

« La politique militante était ignorée dans ce cercle, qui n'avait d'autre ambition que de demeurer une institution sociale. Il avait placé la question sociale à une hauteur que les discussions ardentes lui permettent rarement d'atteindre, et résolu un des côtés du problème qu'elle soulève avec un succès bien rare.

« Le succès du cercle mulhousien reste la preuve la plus forte de l'excellence de l'idée qui a présidé, en France, à la création des cercles populaires. Nous ne saurions cacher la tristesse que nous éprouvons en parlant ainsi, car le cercle mulhousien n'existe plus (1). »

(1) Voir le *Cercle mulhousien*, rapport publié à l'occasion de l'Exposition d'économie sociale. Voir également le rapport de M. F. Puaux, au *Congrès international des cercles populaires* (11-12 juillet 1889).

Témoin des excellents résultats obtenus par le *Cercle mulhousien*, M. Jules Siegfried eut la généreuse pensée de doter la population laborieuse du Havre d'une institution analogue et, en 1875, il fonda dans cette ville, avec le concours de quelques citoyens, amis de la classe ouvrière, une société au capital de 200,000 francs pour la création du *Cercle Franklin*.

Bien qu'à cette époque, les affaires fussent peu prospères, il y eût de la part des esprits éclairés, vraiment libéraux, un véritable empressement à concourir au succès de cette œuvre nouvelle; chacun y contribua selon ses moyens en prenant une ou plusieurs actions; quelques ouvriers même, désireux de participer à la fondation du cercle et ne pouvant le faire séparément, se réunirent plusieurs pour souscrire une seule action, donnant ainsi l'exemple de l'intérêt qu'ils prenaient à la réussite d'une œuvre réellement populaire.

Lors de l'inauguration du cercle Franklin, son fondateur, M. J. Siegfried, en exposant les grandes lignes de l'institution nouvelle, traçait le programme des cercles vraiment populaires, en disant :

« Le cercle a été fondé dans un esprit de véritable liberté. Il n'aura pas de direction politique ou religieuse, car notre ambition n'est pas de servir un parti ou une église, mais de développer le sentiment de l'indépendance morale qui forme le véritable citoyen, celui qui, par des convictions personnelles, ne relève que de sa conscience et n'obéit qu'à la règle du devoir. »

« Nous sommes tous solidaires les uns des autres, et les classes aisées ne peuvent être réellement heureuses, si les classes ouvrières ne le sont pas.

« Notre œuvre est véritablement une œuvre de fraternité et de solidarité, et elle n'a rien qui implique une reconnaissance obligée pour un service rendu. »

C'est bien, en effet, ce que doivent être les cercles populaires, des œuvres de concorde fraternelle et d'éducation du peuple par la solidarité et la liberté.

M. Jules Simon, répondant à M. Jules Siegfried, disait à cet auditoire composé en grande partie d'ouvriers :

« Les principes que nous avons conquis ne produiront leurs conséquences que quand nous aurons accommodé nos mœurs à la liberté. Ce n'est pas tout d'être libre par la loi, si on n'est pas libre par l'esprit. Ce n'est pas tout d'avoir le droit à l'égalité, si l'on n'a pas les capacités que l'égalité suppose et que procure la culture intellectuelle. Ce n'est pas tout d'être en République, si l'on n'a pas l'austérité des mœurs républicaines. Ce n'est pas tout d'avoir conquis la liberté de conscience, si l'on ne se sert de cette liberté que pour bannir de son cœur toute croyance ou dominer la conscience des autres. Ah! c'est une grande chose que d'être libre, à condition de savoir être libre. »

Ce langage si élevé du grand philosophe, de l'éminent écrivain si dévoué aux intérêts du peuple, produisait alors une impression profonde sur ce public de travailleurs auquel on tient trop rarement, hélas! le langage de la franchise et de la sincérité.

CHAÎNE MÉTALLIQUE. La fabrication des chaînes en fer a cherché à améliorer ses produits de différentes manières. D'abord, en employant du fer de qualité supérieure, on élève généralement la charge de rupture.

Avec les matériaux suivants :

	Charge de rupture	Allongement p. 100 sur 200ᵐ
Fer n° 5 (Denain-Anzin) . . .	37ᵏ,0	25.0
	38.1	27.5
Fer n° 6	38.0	28.0

on a pu obtenir les résultats consignés dans ce tableau :

Diamètre	Double section	Charge de rupture	Résistance par millimèt. carré
millim.	millimètres	kilogr.	kilogr.
18	509	16.800	33.0
20	628	20.600	32.8
24	905	31.200	34.5
30	1.414	50.500	35.1
31	1.510	48.500	32.1
40	2.515	90.500	36.0

La maison Turbot, d'Anzin (Nord), avait exposé en 1889, avec les chaînes en fer, dont nous venons de donner les résultats, des chaînes en acier doux soudé. L'acier en barres avait une résistance de 40 kilogrammes avec 28 0/0 d'allongement, mesurés sur 200 millimètres de longueur.

En chaînes soudées, le même acier a donné :

Acier doux de Denain-Anzin.

Diamètre	Double section en millimètres carrés	Charge de rupture	
		Totale	en kilogrammes par millimèt. carré
millim.		kilogr.	
15	352	12.800	34.5
18	509	18.350	36.0
20	628	22.800	36.3
25	982	35.200	35.8
30	1.414	51.500	36.4

Ce qui montre une perte moyenne de résistance, à cause de la soudure, de $40 - 35{,}9 = 4^{k},1$ ou 10 0/0 seulement; mais, comparativement au fer, l'avantage n'est pas considérable.

La véritable application de l'acier à la fabrication des chaînes nous semble devoir être, dans l'emploi d'un métal un peu plus résistant, avec la suppression de la soudure.

Le problème est difficile. Il a été résolu, il y a quelques années déjà, par MM. David et Damoizeau, de la manière suivante :

On forme, comme le montrent les figures 316 et 317 des étriers, à œil double, découpés dans une barre d'acier plate. On plie, à chaud, la barre en son milieu, de manière que les deux œils aient leur ouverture en face l'une de l'autre (fig. 318 et

319); puis on passe au travers un étrier de forme semblable et ainsi de suite (fig. 320 et 321). Ces

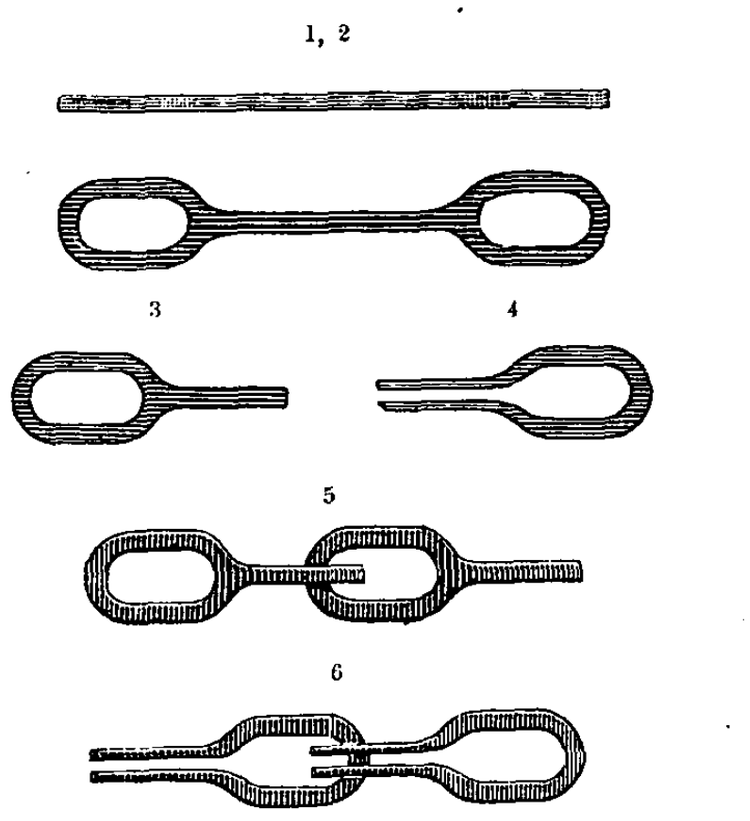


Fig. 316 à 321. — *Chaine d'acier sans soudure, procédé David et Damoizeau.*

1 et 2 Maillon droit. — 3 et 4 Maillon courbé. — 5 et 6 Assemblage de deux maillons.

chaînes manquent de souplesse, elles sont trop rigides; de plus, il est difficile, dans les applications, d'arrêter un chaînon au passage.

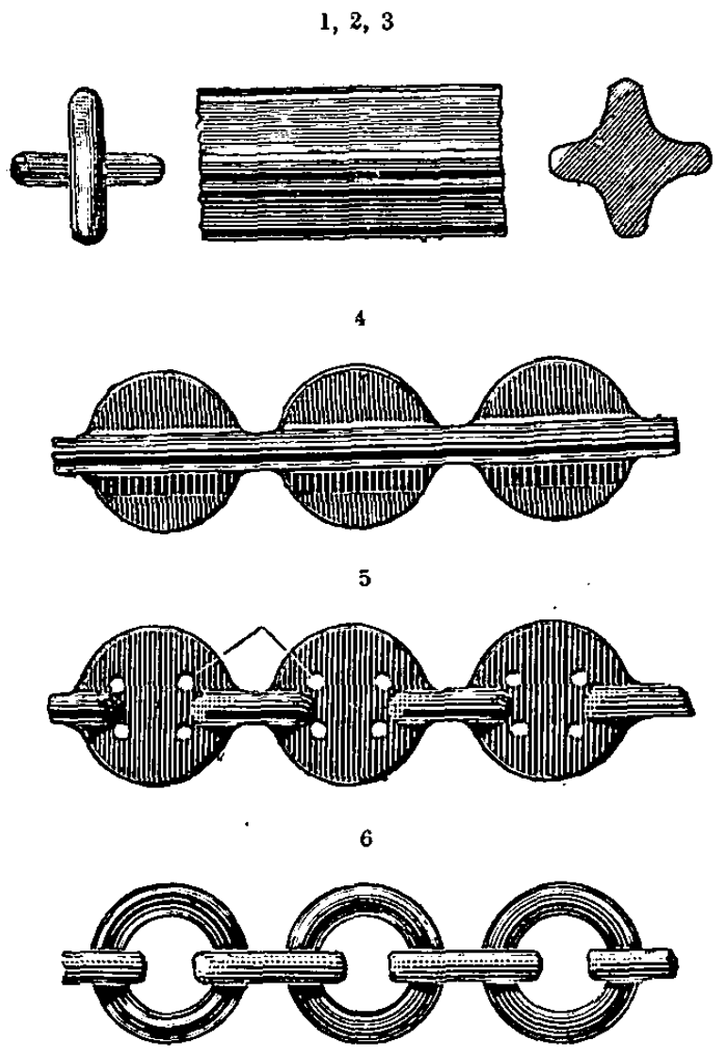


Fig. 322 à 327. — *Chaîne d'acier sans soudure, procédé Oury.*

1 Projection d'une chaîne ordinaire tendue.— 2 et 3 Barre d'acier en croix. — 4 Matriçage. — 5 Matriçage et évidements de décollage des anneaux. — 6 Découpage à l'emporte-pièce de la partie centrale.

Un autre procédé, plus récent, est celui de M. Oury, maître principal de la marine à Cherbourg; il ne change pas la forme des maillons; c'est celle des chaînes ordinaires en fer. Le principe est le suivant: Si on projette sur un plan perpendiculaire à sa longueur, une chaîne tendue, on a une figure en croix (fig. 322) car les maillons sont alternativement dans des plans rectangulaires et se recouvrent (fig. 323 et 324).

On prend une barre d'acier en croix et, par une série de matriçages, on fait venir, peu à peu, la forme des maillons (fig. 325), en même temps que par des trous percés au poinçon, on prépare le décollement des anneaux (fig. 326 et 327).

On arrive, ainsi, à sculpter, pour ainsi dire, la chaîne dans la barre; et, comme celle-ci peut être laminée à 5 mètres de longueur, on peut faire, sans soudure, un morceau de cette dimension. Il reste à assembler ces bouts de chaîne, ce qui peut se faire par un maillon en acier doux, bien soudé. Ce procédé, ingénieux, doit présenter quelques difficultés de manutention, mais les résultats obtenus sont remarquables comme résistance et comme régularité.

On fabrique ainsi des chaînes de 14 à 30 millimètres de calibre; et il n'est pas nécessaire d'aller au delà de cette dimension, la résistance à la rupture de la chaîne sans soudure étant presque double de celle des chaînes en fer de bonne qualité, ce qui permet d'employer des chaînes plus légères.

L'acier employé ayant la résistance suivante:

Limite d'élasticité.	31k,25
Charge de rupture	53k,25
Allongement	25,35

On obtient, dans les chaînes faites avec ce métal, une résistance de 43k,5 avec 17,65 0/0 d'allongement, d'après les certificats du Bureau Veritas.

L'adaptation de l'acier chromé de la maison Holtzer, à cette fabrication, a donné de bons résultats. La résistance des chaînes, ainsi obtenues, varie de 62 à 80 kilogrammes par millimètre carré avec des allongements de 10 à 35 0/0, suivant que le métal est plus ou moins dur. Avec la variété d'aciers que l'on obtient ainsi, c'est une voie nouvelle ouverte à l'industrie des chaînes légères et résistantes.

On a essayé, aussi, de faire des chaînes en acier coulé sans soufflures. La difficulté à vaincre était, surtout, le grand retrait de l'acier moulé, qui pouvait occasionner des criques au refroidissement.

MM. Imbert et Léger y étaient arrivés, simplement, par un démoulage rapide. L'emploi d'un moule métallique s'engageant dans l'intérieur du maillon précédent, garantissait la continuité de la chaîne, en même temps que la coulée en coquille maintenait à l'état sain et sans soufflures le métal convenablement choisi (fig. 328).

On a fait, en Angleterre, par un procédé analogue, des chaînes moulées en laiton spécial appelé *métal Delta*; ce mode de fabrication, appliqué à des chaînes de gros diamètre pour maîtresse ancre d'un croiseur Brésilien, a donné

36 kilogrammes de charge de rupture par millimètre carré, sans estampage. Cette opération aurait, vraisemblablement, élevé la charge jusqu'à 40 kilogrammes au moins, puisque le métal Delta peut, dans ces conditions, porter 40 à 50 kilogrammes, — F. G.

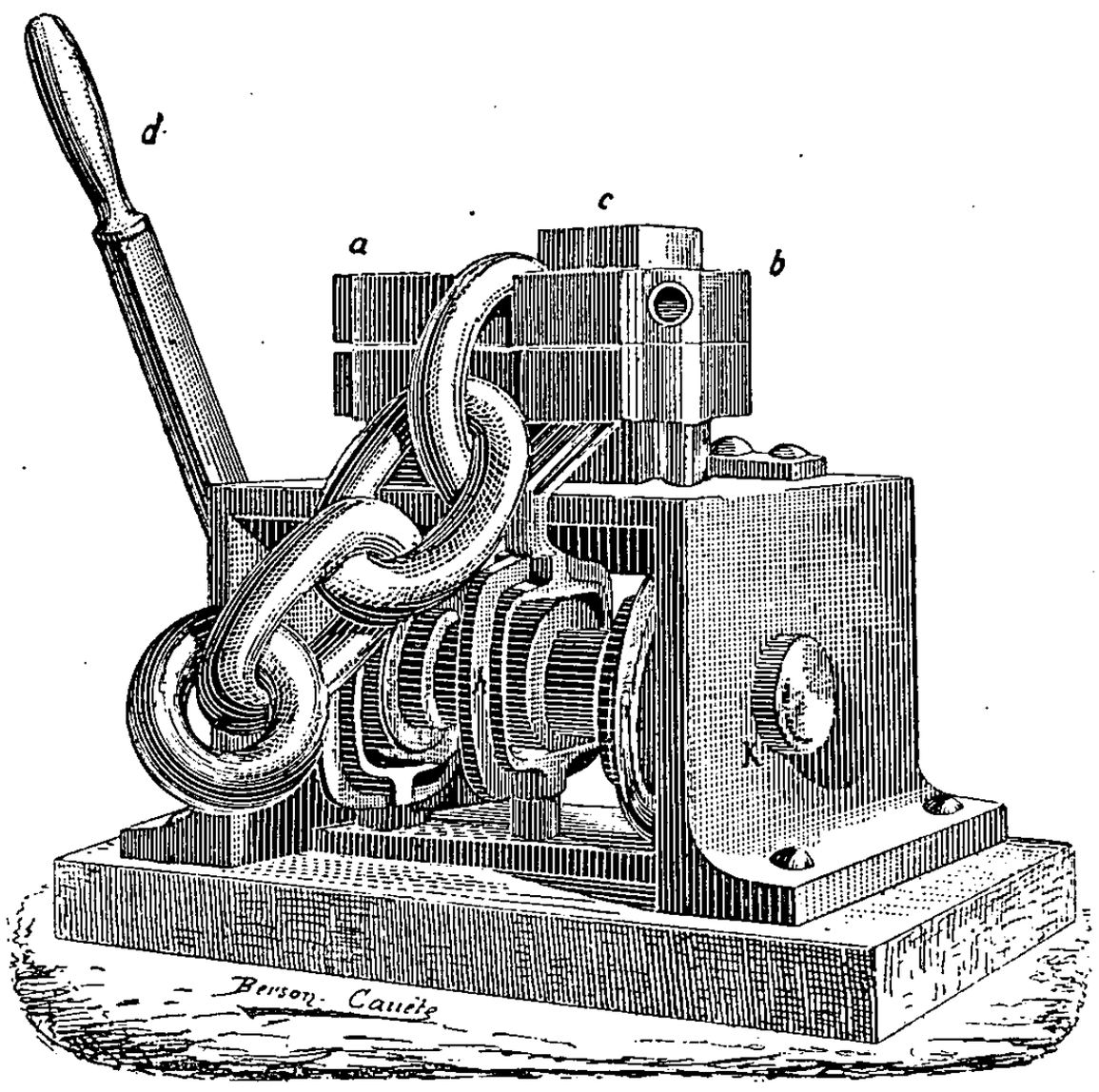


Fig. 328. — *Fabrication des chaînes en acier coulé, procédé Imbert et Léger.*

a b Moule du maillon. — *c* Orifice de coulée. — *d* Levier de démoulage. — *h* Excentrique de démoulage. — *k* Axe de l'excentrique.

CHAMBRES DE COMMERCE. Nous complètons notre premier article par la désignation des Chambres de commerce instituées à l'étranger.

Angleterre. Londres et Liverpool.
Pays-Bas. Amsterdam, Rotterdam et La Haye.
Belgique. Bruxelles, Charleroi avec son comité à Mons.
Espagne. Barcelone, Valence.
Portugal. Lisbonne.
Italie. Milan.
Roumanie. Galatz.
Turquie. Constantinople, comité aux Dardanelles et à Brousse.
Turquie d'Asie. Smyrne.
Grèce. Athènes-Pirée.
Etats-Unis. La Nouvelle-Orléans.
Canada. Montréal.
Mexique. Mexico.
Vénézuela. Caracas.
Brésil. Rio-de-Janeiro.
République argentine. Buenos-Ayres et Rosario.
Uruguay. Montevideo.
Pérou. Lima,
Chili. Valparaiso et Santiago.
Egypte. Alexandrie et Port-Saïd.
Ile Maurice. Port-Louis.
Ile de Cuba. La Havane.
Chine. Sanghaï.
Madagascar. Tamatave.

CHANGEMENT DE VOIE. *T. de chem. de fer.* Depuis l'époque à laquelle a été écrit l'article de ce *Dictionnaire*, relatif aux changements de voie (aiguilles, croisements, traversées, etc...), un nouveau problème a surgi, celui de l'étude des changements de voies comportant plus de deux rails, en général quatre, rarement trois. En effet, dans un grand nombre de cas, pour éviter, aux abords des gares communes, la construction coûteuse d'une plate-forme destinée à recevoir une voie d'intérêt local de 1 mètre de largeur, on a installé ces voies sur la plate-forme et entre les rails de voies normales, à 1m,50, existant déjà, en faisant ainsi profiter la petite ligne des terrains, terrassements, ouvrages d'art, traverses et ballast de la grande ligne. On peut concevoir cet emprunt de deux manières différentes: ou bien les véhicules de la petite ligne utilisent l'un des deux rails de la voie large, de sorte qu'on n'ait qu'un rail nouveau à poser, ou bien la petite voie s'installe à l'intérieur et dans l'axe de la grande, en formant avec elle ce qu'on appelle la *voie à quatre rails.*

La voie à trois rails est évidemment plus économique au point de vue de la construction, mais elle interdit une facilité qui peut être très appréciée, au point de vue stratégique par exemple, celle qui consiste à faire remorquer les véhicules de l'une ou de l'autre largeur, indistinctement, par les machines circulant sur l'une ou l'autre des deux voies : en effet, le défaut de symétrie de la voie à trois rails serait un obstacle à la traction régulière, dont l'effort doit toujours s'exercer dans l'axe de la voie. En outre, chaque changement de la voie étroite, fût-ce même la déviation nécessaire pour la faire sortir de la voie large, nécessite la création d'une lame d'aiguille en pointe sur l'un des rails de la voie large.

C'est pourquoi, à part quelques exemples existant en Italie, on a généralement recours à la voie à quatre rails. Deux modèles de changements de voie à quatre rails figuraient à l'Exposition universelle de 1889 : l'un exposé par la Compagnie du Nord, représentait l'appareil de dédoublement d'une voie étroite intercalée dans une voie normale; l'autre, présenté par la Compagnie des chemins de fer du Sud de la France, comportait à la fois la déviation d'une voie étroite et la déviation de la voie normale qui l'encadre.

Appareil type Nord. Lorsque les deux voies ont le même axe, la distance entre les bords des champi-

gnons n'est que de 0m,1665 : cette cote réduite serait une difficulté pour la sortie de la voie étroite, dont le croisement avec la voie large se ferait dans un angle trop aigu, avec une ornière très allongée, au passage de laquelle les véhicules de la voie normale, mal guidés, risqueraient de dérailler. Pour atténuer cet inconvénient, on a dû donner plus de champ à la courbe de sortie, en rapprochant la voie étroite du rail de la voie large du côté opposé au croisement (fig. 329); on arrive ainsi à obtenir un angle de 0,09, sans toutefois décentrer la voie étroite au point de compromettre le contact des tampons, entre les véhicules des deux largeurs attelés ensemble; on laisse toutefois du côté où a lieu le rapprochement des rails, une ornière de 0m,053; suffisante pour le passage des bandages circulant sur la voie large.

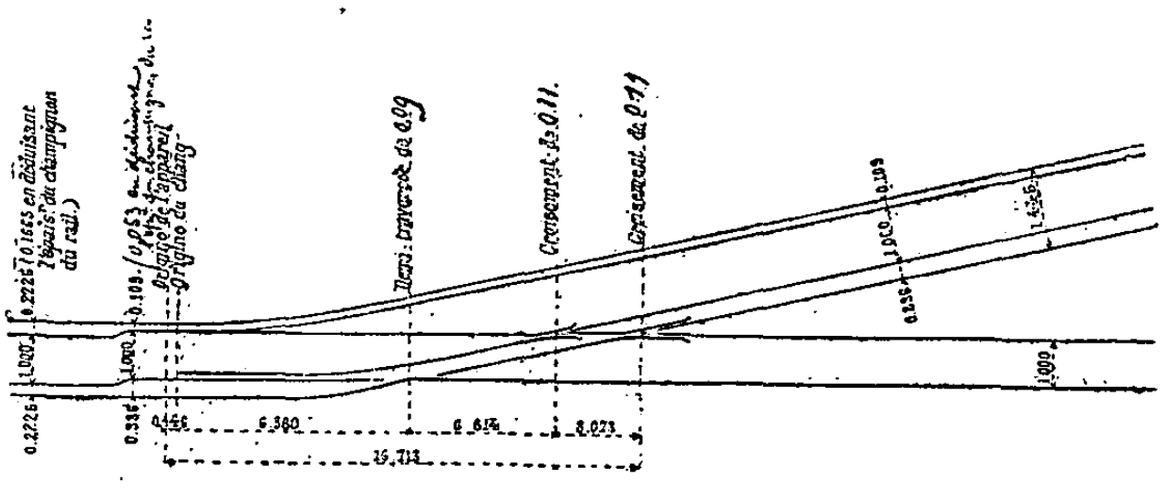


Fig. 329. — *Sortie de voie étroite (type Nord).*

Appareil du Sud de la France. Chacun des changements comporte, en tout, six lames : 1° les deux premières forment l'aiguille proprement dite sur la voie étroite et ne comportent aucune particularité; 2° deux autres lames, opposées par la pointe, sont disposées à l'intersection des deux rails de gauche des deux voies (pour une déviation à gauche par exemple); quand l'une d'elles est appliquée contre le rail de la voie large, de manière à donner la sortie de la voie étroite, la lame opposée est écartée de ce même rail et fait une solution de continuité sur la voie large, dont les signaux doivent alors être tournés à l'arrêt; au contraire, quand la première lame s'écarte du rail de la voie large, la lame opposée vient s'y appliquer, de manière à assurer le passage continu des véhicules à écartement normal; les signaux s'effacent alors sur la voie large et se mettent à l'arrêt sur la voie étroite; 3° les deux dernières lames sont placées au croisement de cœur, à l'intersection du rail de droite de la voie étroite et du rail de gauche de la voie normale; mais elles se meuvent parallèlement et s'appliquent ensemble du même côté, pour assurer la continuité de la circulation soit sur la voie étroite déviée, soit directement sur la voie normale d'une part, et sur la voie étroite, d'autre part. Dans l'appareil exposé, appliquable aux bifurcations, la manœuvre de ces appareils se faisait avec une commande à vis comportant trois mouvements contrôlant le bon fonctionnement de tout le système.

Mais, dans les gares, la manœuvre se fait au moyen de trois leviers : le premier, complètement indépendant, est celui des signaux à distance, les deux autres A B sont sur une même boîte (fig. 330 et 331); en mettant le levier A à sa position verticale on déverrouille l'appareil et l'on met le signal d'aiguille dans une position horizontale, puis laissant le premier levier vertical, on fait fonctionner le levier B qui déplace les lames des aiguilles, enfin on continue la course du levier A qui verrouille l'appareil dans sa nouvelle position et replace le signal d'aiguille dans sa position normale, ouvrant la voie. Cette dernière partie de la manœuvre ne peut s'effectuer que si les aiguilles sont bien exactement en contact.

Fig. 330 et 331. — *Changements de voie pour voies à quatre rails (type Sude).*

La mobilité des pointes de cœur doune une voie rigoureusement continue et supprime toute espèce de choc, en assurant le passage très régulier des bandages, sans ornières en avant des croisements de cœur.

Ces avantages sont rachetés par l'inconvénient de créer des lames d'aiguille sur la voie, normale, en des points où celle-ci devrait être continue. — M. C.

° **CHANVRE DE MANILLE.** Nous avons, dans le *Dictionnaire*, indiqué au mot Bananier les divers modes d'extraction du chanvre de Manille et le commerce auquel ce textile donne lieu, entre l'Europe et les îles Philippines, mais nous n'avons rien dit des machines de préparation qui servent à le transformer en vue de la fabrication des câbles. Ces machines diffèrent généralement de celles qui sont employées pour le chanvre d'Europe, en raison de la longueur et de la rigidité des fibres de ce filament exotique.

Tout d'abord, le chanvre de Manille n'est pas peigné. On ne peut, en effet, tirer aucun parti des

étoupes qu'il produit et on ne trouve aucun avantage à le diviser comme le lin, puisque ses filaments sont d'égale grosseur dans toute leur longueur. Il existe bien chez certains cordiers des peigneuses à chanvre modifiées, dites *à tambours*, construites spécialement pour ce genre de fibres, dans lesquelles les mordaches et le chariot porte-presses sont remplacés par des rouleaux ou tambours, qui enroulent et déroulent alternativement les fibres qu'ils amènent en face de tabliers sans fin munis de pointes; mais la plupart de ces machines ont été peu à peu mises au rebut, faute de résultat rémunérateur.

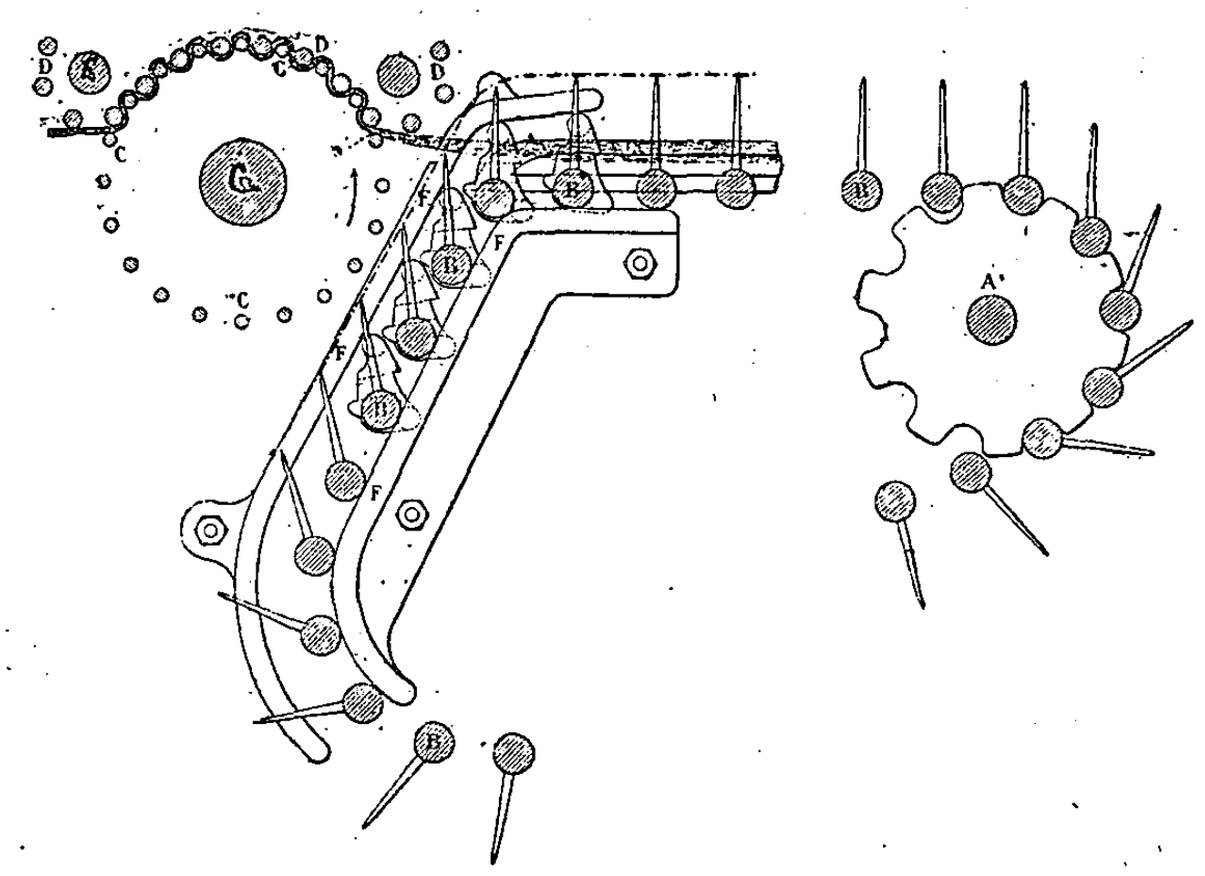


Fig. 332 et 333. — *Etirage à tête radiale pour chanvre de Manille.*

Il existe deux systèmes principaux de machines préparatoires : le premier représenté par la maison de construction Lawson et fils, de Leeds; le second, par la maison Walker et Cie, de Lille.

Dans le système anglais, le chanvre de Manille, sortant de la balle, passe sur une étaleuse à deux chaînes sans fin placées à la suite l'une de l'autre et animées de vitesses inégales. Le textile, sortant des cylindres fournisseurs, se dresse sur la première chaîne munie de barrettes et d'aiguilles, passe sur la seconde chaîne qui marche plus vite que la première et se rend de là entre les cylindres étireurs. Il est ainsi légèrement peigné et redressé aux extrémités grâce à la différence de vitesse de ces deux chaînes, qui varie de 6 à 16 selon les fibres et la volonté de l'opérateur. Il est rapidement entraîné par les étireurs dont la vitesse est environ trois fois plus forte que celle de la chaîne. De cette façon, les manilles les plus longs peuvent, en une seule opération, recevoir la forme correcte d'un ruban. Une machine de ce genre peut en faire passer jusque 6 tonnes par jour. En sortant de cette étaleuse, les rubans sont doublés et repassés sur un *banc d'étirage* spécial dit *à tête radiale,* et représenté par les figures 332 à 335. On les y passe une fois, quelquefois deux, rarement trois fois, lorsqu'on veut obtenir des rubans d'une régularité qui ne laisse rien à désirer. Les deux parties les plus saillantes de cette machine sont l'appareil étireur et la chaîne-gills. L'appareil étireur, au lieu d'être un cylindre cannelé avec une forte pression, se compose d'une série de barrettes rondes CD qui s'engagent les unes dans les autres pour pincer la matière en des contacts multiples. On comprend combien ces barres dont les unes s'insinuent comme en relief dans les creux ménagés par deux autres, doivent retenir énergiquement la fibre si longue de manille. Certaines des barres C font partie de la lanterne G animée d'un mouvement de rotation continue, les autres D sont fixes et la matière textile est entraînée en avant par la rotation des barres mobiles qui s'intercalent entre les barres fixes. On peut au besoin faire passer les filaments au-dessus ou au-dessous des cylindres alimentaires E. Quant à la chaîne gills, elle se compose de maillons-barrettes B qui arrivent sur le devant par un chemin incliné F et sont entraînés à l'arrière par un fort cylindre à raînures A. Cette disposition permet aux pointes des gills, qui sont très longues en raison de la rigidité des filaments qu'il est nécessaire de maintenir parallèles, à demeurer entre elles à une distance toujours constante, à ne perdre que peu à peu leur verticalité, et à se dégager très facilement de la nappe de

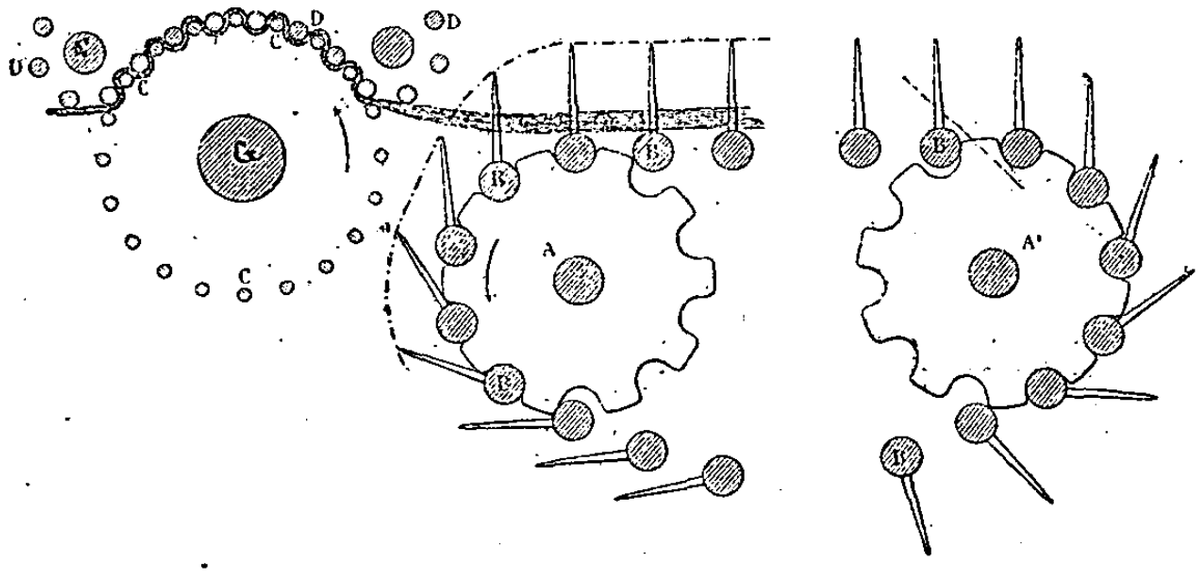


Fig. 334 et 335. — *Organe principanx de l'étirage pour chanvre de Manille.*

chanvre de Manille, d'où elles ne sortent que le plus tard possible. La matière textile peut alors être transformée commodément en fil de caret.

Dans le système français, il y a deux manières d'opérer. Dans le premier cas, on se sert de machines semblables à celles employées pour la préparation du lin, mais dont les dimensions sont naturellement en rapport avec la matière qui est travaillée, à savoir: 1° une table à étalerà quatre cuirs de 17 pouces de largeur, dont les cylindres ont de centre à centre 2 mètres d'écartement, et dont les aiguilles mises dans les barrettes ont 3 pouces 3/4 de hauteur; 2° un banc d'étirage à deux têtes, dont les cylindres ont entre eux 1m,75 d'écartement, et sur lequel on passe généralement 3 fois la matière textile. Dans le second cas : 1° on fait passer immédiatement la matière, au sortir de la table, sur un banc à broches à 6 ou 12 broches et à 1m,75 d'écartement entre cylindres, on y prépare des bobines de 12×10, les broches y marchent à 200 ou 250 tours et produisantde 1,000 à 1,200 kil. par jour; 2° ces bobines sont portées derrière un banc à touret, machine semblable à un bancà-broches ordinaire dans lequel les broches sont remplacées par 4 tourets de 50×60, pesant pleins de 50 à 200 kilogrammes; elles sont ainsi dévidées sur ces tourets et subissent une torsion nouvelle qui accentue et régularise la première, et une traction définitive qui empêche plus tard le fil de caret de s'allonger au moment où on fabriquera un câble ou une corde. Ce sont ces dernières raisons, très importantes au point de vue de la fabrication, qui font préférer par certains cordiers ce second système français au système anglais, bien que le prix de revient en soit plus élevé et qu'il faille encore ajouter à la main-d'œuvre le dévidage des tourets sur des bobines de dimensions convenables.

Quant à la fabrication proprement dite du fil de caret en chanvre de Manille, elle se fait sur la fileuse Lawson (V. *Dictionnaire*, CÂBLE EN CHANVRE), dans les fabriques qui font usage des machines préparatoires du système anglais; et sur le banc fileur pour les fabricants qui préfèrent employer les machines de l'un ou l'autre système français. On obtient d'une façon ou de l'autre des résultats satisfaisants.

Les machines qui ont été décrites pour la fabrication des câbles en chanvre sont employées lorsqu'on fabrique des câbles en manille. On ne fait usage nécessairement que de celles du type le plus fort. Quelques constructeurs, notamment M. Walker, livrent en outre à l'industrie des machines spéciales de grandes dimensions dans lesquelles le toronnage et le câblage se font d'un seul jet : les bobines pleines de fil de caret sont placées sur bes bobinoirs verticaux agencés sur des machines imitées de la toronneuse à chanvre et le câble fabriqué est monté sur un métier à touret. — V. CORDERIE.

C'est avec le chanvre de Manille qu'on fabrique les câbles plats pour mines, dits d'*aloès*. Ces câbles, qui possèdent de sérieux avantages pour la conduite des bennes, sont composés de câbles pronds lacés ensemble pour former une bande plate, tordus alternativement à droite et à gauche afin d'empêcher le câble de tourner, et réunis entre eux par des cordes obliques. Ces cordages sont très employés dans les mines du Nord et du Pas-de-Calais. Ils sont cousus à l'aide d'une forte machine à coudre, munie de deux aiguilles très solides, fonctionnant de chaque côté, qui sont enfoncées à travers le câble par des vis horizontales agissant dans une direction oblique. — A. R.

CHARBONNAGE. Comme complément de cet article, voici la statistique la plus récente de la production des charbonnages dans les principaux pays producteurs :

		Mille tonnes
1888	Grande-Bretagne et Irlande	172.654
1888	Etats-Unis d'Amérique	134.855
1888	Prusse	72.683
1888	France	22.603
1888	Autriche	21.135
1888	Belgique	19.218
1888	Saxe	5.199
1886	Russie	4.580
1888	Divers pays d'Allemagne	3.376
1887	Australie	3.215
1887	Hongrie	2.510
1888	Canada	2.149
	A reporter	464.177
	Report	464.177
1887	Indes et Asie anglaise	1.585
1885	Japon	1.254
1887	Espagne	1.034
1888	Bavière	702
1887	Nouvelle-Zél.	568
1882	Chili	356
1887	Italie	328
1887	Suède	296
1887	Tasmanie	28
1887	Cap et Afrique anglaise	20
1883	Portugal	18
1883	Grèce	8
1881	Suisse	6
	Ensemble	470.380

Le fait capital qui ressort de cette statistique, comparée aux précédentes, est la rapidité prodigieuse d'augmentation de la production charbonnière aux Etats-Unis d'Amérique et en Allemagne. — A. B.

CHARGE DE LA SOIE. — V. TEINTURE.

CHARPENTE. Nous avons exposé dans notre première partie, aux articles CHARPENTE et CONSTRUCTION, les principes généraux relatifs à l'emploi du bois dans les constructions; nous compléterons ici ces articles par des données pratiques, accompagnées de quelques explications théoriques et applicables aux cas les plus usuels, en renvoyant le lecteur aux articles du *Dictionnaire* dans lesquels les questions mises à l'étude auront déjà été traitées.

Que comprend surtout la charpente en bois, dans les constructions ordinaires?

Des *planchers*, des *cloisons* ou *pans de bois*, des *combles* et des *escaliers*.

Avant toutes choses, voyons quelle peut être la résistance des bois employés dans les constructions (chêne, sapin, peuplier) ou du moins ajoutons quelques renseignements pratiques aux résultats et aux données théoriques contenus dans les articles Bois et RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX.

Les pièces de bois qui entrent dans la charpente d'un bâtiment peuvent y occuper des positions variées : elles peuvent être horizontales, verticales ou inclinées. Or, une pièce de bois posée horizontalement sur deux appuis placés à des extrémités se rompt plus facilement et sous un moindre effort que si elle était inclinée ou

d'aplomb, et la charge nécessaire pour amener la rupture est d'autant moins grande que la pièce est plus longue; ainsi une pièce à section carrée, de $0^m,20$ de côté sur 3 mètres de longueur, posée horizontalement, porte un peu plus que le double d'une autre qui aurait le même équarrissage, sur 6 mètres de longueur, et qui serait posée de même. En admettant que la section de la pièce reste semblable, les effets de résistance varient encore avec la nature de l'essence ligneuse employée et avec les conditions des points d'appui.

Or, la théorie démontre qu'une pièce placée horizontalement et soumise à des efforts de flexion travaille tout à la fois à la compression et à l'extension, et l'on a calculé la valeur d'une constante représentant la pression ou la tension qu'on peut imposer, en toute sécurité, par unité de surface, aux essences les plus communément employées dans les constructions : le chêne et le sapin. Pour le chêne, cette constante est de $0^k,7$, et pour le sapin de $0^k,8$ par millimètre carré; c'est le 1/10 de la charge qui amènerait la rupture d'une pièce de chêne ou de sapin, soit par compression soit par extension.

Cela posé, voici quelques formules très simples qui permettent de calculer les équarrissages des diverses pièces employées dans les constructions, en supposant à ces pièces une section rectangulaire, ce qui est d'ailleurs le cas général.

Appelons a le côté horizontal de la section transversale d'une pièce posée horizontalement et chargée de poids; b l'autre côté de la section transversale; l la longueur de la pièce entre les points d'appui ou d'encastrement; R la constante dont nous venons de parler : l'unité de longueur étant le millimètre et l'unité de poids le kilogramme. Nous aurons plusieurs formules répondant aux divers cas :

1° *Pièce horizontale encastrée par une extrémité et chargée à l'autre d'un poids P.*

$$(1) \qquad P=\frac{Rab^2}{6l};$$

2° *Pièce horizontale encastrée par une extrémité* et chargée uniformément d'un poids par unité de longueur, soit en tout du poids $p\,l$.

$$(2) \qquad pl=\frac{Rab^2}{3l}.$$

La comparaison de ces deux formules démontre que la charge peut être doublée lorsque le poids est uniformément distribué sur la longueur de la pièce, au lieu d'être placé à l'extrémité.

3° *Pièce posée horizontalement sur deux appuis et chargée au milieu d'un poids P.*

$$(3) \qquad P=\frac{2Rab^2}{3l};$$

4° *Pièce posée horizontalement sur deux appuis et uniformément chargée d'un poids p par unité de longueur.*

$$(4) \qquad pl=\frac{4Rab^2}{3l}.$$

On voit que la charge peut être doublée, lorsqu'elle est uniformément distribuée au lieu d'être appliquée au milieu de la longueur de la pièce.

5° *Pièce posée horizontalement sur deux appuis, supportant un poids P au milieu de la longueur et chargée uniformément d'un poids p par unité de longueur.*

$$(5) \qquad p=\frac{2Rab^2}{3l}-\frac{pl}{2};$$

6° Pièce dont les deux extrémités sont encastrées.

La pièce peut supporter un poids double de ce qu'il serait si les deux extrémités étaient libres. Il suffit donc de multiplier par 2 les valeurs qui ont été attribuées à P et pl dans ce dernier cas : formules (3) et (4).

On voit qu'il est facile d'établir avec ces formules, étant connues : 1° la charge que l'on doit faire porter à une pièce de bois, solive de plancher par exemple; 2° l'une des dimensions de la section de cette pièce de déterminer l'autre dimension. On suppose donc, dans la pratique, une de ces dimensions connue ; elle est souvent imposée par les autres conditions de la construction même. Enfin, si au contraire ce sont les dimensions de la pièce et les conditions d'établissement qui sont connues, les formules permettent de déterminer la charge qu'on peut lui faire porter en toute sécurité.

Pour une pièce inclinée posée sur son extrémité inférieure, appuyée à sa partie supérieure et chargée d'un poids P appliquée en un point quelconque de sa longueur, ou bien uniformément répartie sur cette longueur, ce qui est le cas d'un arbalétrier de comble, les formules se compliquent; la valeur que l'on peut donner à P varie avec l'angle formé par l'axe de la pièce avec la verticale. Plus cet angle se rapproche de l'angle droit, c'est-à-dire plus la pièce inclinée se rapproche de la position horizontale, plus cette valeur de P diminue et se rapproche de celle qu'on peut lui attribuer dans le cas d'une pièce posée horizontalement sur deux appuis.

Au surplus, nous avons indiqué dans le *Dictionnaire*, article FERME, les dimensions usuelles qu'il convient d'attribuer aux principales pièces entrant dans la composition des combles en bois.

L'équarrissage des pièces de charpente posées verticalement dans les constructions et soumises à des charges dirigées dans le sens de la longueur des fibres dépend à la fois et de l'importance de ces charges et de la longueur des pièces. Il est, en effet, reconnu que dès qu'un poteau a plus de huit ou dix fois la longueur de sa base en hauteur, il s'infléchit avant de rompre, et la rupture a lieu sous une charge bien inférieure à celle qu'un cube eût exigée. Les chiffres que nous avons cités plus haut (70 kilogrammes pour le chêne et 80 kilogrammes pour le sapin), représentent, pour ces deux essences, leur force portante par millimètre carré, évaluée sur des prismes de hauteur moindre que celle indiquée ci-dessus, c'est-à-dire qui n'ont pu s'infléchir avant leur rupture.

Le tableau suivant, dressé d'après les indications de Rondelet, fournit des relations approximatives suffisantes dans la pratique, si l'on prend pour

unité le poids qui détermine la rupture par compression d'une pièce ayant en hauteur moins de huit fois sa largeur à la base.

Rapport de la hauteur à l'épaisseur	Rapports des résistances à la rupture.
1 à 8	1
12	5/6
24	1/2
36	1/3
48	1/6
60	1/12
72	1/24

A des rapports de dimensions intermédiaires correspondent naturellement des rapports de résistances intermédiaires aussi aux limites fixées par ce tableau.

Nous venons de condenser en quelques alinéas les indications relatives aux dimensions transversales des pièces de charpente et répondant aux données les plus usuelles de la pratique des constructions : *solives de planchers*, arbalétriers de combles, poteaux de pans de bois ou de hangars. Cette question est très importante pour le constructeur en charpente ; elle n'est pas la seule, comme bien on pense.

Nos lecteurs trouveront aux articles Bois, Conservation des bois, Equarrissement du *Dictionnaire* des détails sur les *qualités* et *défauts* des différentes essences de bois employés dans les constructions ; sur les méthodes empiriques appliquées pour évaluer le volume de bois parfait contenu dans le bois en grume ; sur l'*équarrissage*, la *conservation*, le *débitage* et la *dessiccation* des bois.

Complétons ces détails par quelques observations bonnes à retenir si l'on veut faire un emploi judicieux du bois.

On sait que dans un tronc d'arbre la masse du bois est de compacité inégale et que sa dureté augmente de l'extérieur (écorce et aubier) jusqu'au cœur, où le bois devient de nouveau plus tendre. Dans les arbres poussés en des régions abritées, le cœur est exactement au centre, la section transversale formant un cercle parfait, et la compacité du bois est la même à égale distance du cœur. Il n'en est pas ainsi pour les arbres poussés sans abri, isolément ou sur la lisière des forêts. Leur tronc offre une section irrégulière, le cœur n'est point placé au centre, et la dureté du bois est inégale : il est plus tendre du côté frappé par le soleil, là où la circulation, plus active, produit une dimension plus grande des tubes conducteurs de la sève.

Il en résulte que, dans nos pays, le bois d'un arbre isolé est plus compact, plus serré, du côté du nord que sur sa face méridionale. De là les changements et altérations que subit le bois à la dessiccation, et la propriété qu'il conserve d'attirer plus ou moins l'humidité quand il a été travaillé. En effet, les réseaux placés au sud du cœur, et qui sont plus tendres, se resserrent plus, en desséchant, que les réseaux compacts de la face nord et le tronc se gauchit, se courbe en devenant convexe au nord et concave au midi. Aussi, le constructeur qui utilise des arbres ayant grandi isolément doit-il poser les pièces de charpente horizontales la face nord de l'arbre en dessus, afin que sa courbure résiste mieux à la charge que le bois peut avoir à subir. Quant aux pièces posées verticalement et sur lesquelles doit s'exercer une pression ou poussée latérale, il faut placer leur face nord du côté d'où vient la poussée.

Autre observation : dans les pans de bois il faut poser les poteaux d'angle ou poteaux *corniers* de manière que le cœur du bois forme l'arête intérieure. Pour les poteaux intermédiaires, on posera les bois de façon que la courbure, s'il y en a, ne puisse avoir lieu que dans le sens de la longueur du pan de bois ; on évite ainsi les déformations apparentes que produirait une courbure effectuée dans le sens de l'épaisseur.

Enfin, dans des poteaux isolés, cylindriques ou prismatiques, le cœur doit occuper le centre du bois ; mais il importe que les pièces employées à cet usage aient subi une dessiccation parfaite.

Aux connaissances préliminaires que doit posséder le constructeur pour la mise en œuvre des bois de charpente, il convient d'ajouter celle des *assemblages* ou procédés appliqués pour joindre entre elles les différentes pièces qui entrent dans un ouvrage.

Il existe un grand nombre d'assemblages (*horizontaux*, *verticaux* ou *obliques*) destinés soit à augmenter la longueur des pièces, en les réunissant bout à bout, soit à les unir d'*équerre* ou bien encore à relier entre eux des bois qui se croisent sous un angle quelconque.

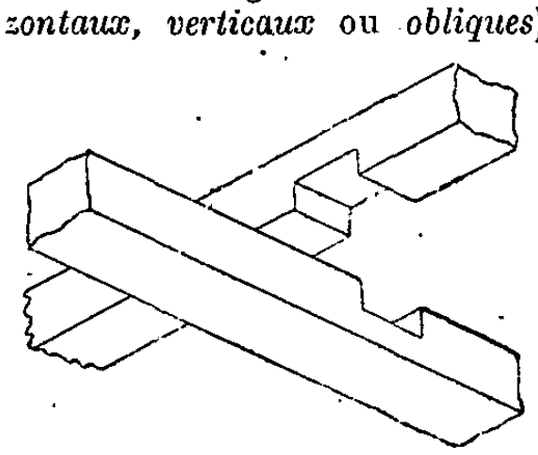


Fig. 336.

Dans le *Dictionnaire* nous avons énuméré, avec figures à l'appui pour quelques-uns, les principaux assemblages horizontaux et verticaux employés pour allonger des pièces telles que poutres, solives, sablières, tirants, pannes, poteaux, etc..... Nous insisterons particulièrement ici sur quelques assemblages très simples employés, dans la charpente courante pour unir d'*équerre* deux pièces de bois, dans les planchers, les pans de bois et les combles : c'est l'assemblage *à mi-bois* (fig. 336), dans lequel les pièces réunies ne forment qu'une même épaisseur ; l'assemblage ordinaire à *tenon et mortaise* (fig. 337 et 338), l'assemblage à queue d'aronde et à mi-bois, l'un des plus solides (fig. 339 et 340) ;

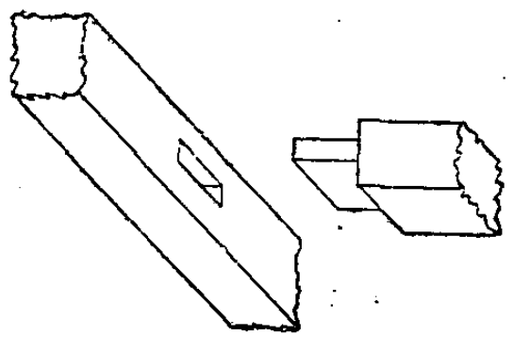


Fig. 337 et 338.

enfin l'assemblage à *tenon et à renfort biais* (fig. 341 et 342).

Parmi les assemblages obliques, nous en indiquerons deux : l'un (fig. 343 et 344) fréquemment employé pour relier le pied d'un arbalétrier à l'entrait dans une ferme, l'autre (fig. 345) utilisé pour joindre le sommet de cet arbalétrier au poinçon.

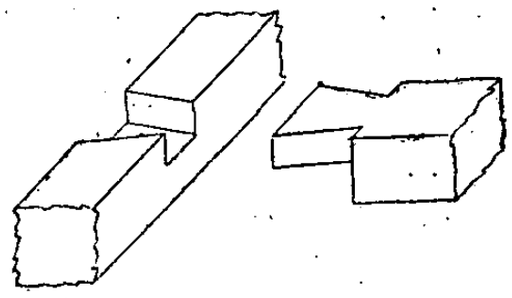


Fig. 339 et 340.

Passons aux différentes sortes d'ouvrages exécutés par le charpentier.

Pans de bois. Complétons par quelques indications pratiques la description détaillée que nous avons donnée de la composition d'un pan de bois. — V. *Dict.*, Pan.

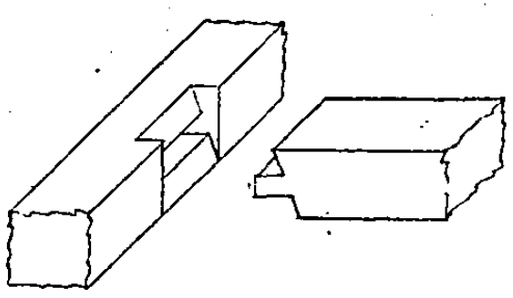


Fig. 341 et 342.

Toutes les pièces qui composent un pan de bois ou une cloison doivent être assemblées à tenons et à mortaises, entrées de force et chevillées. Pour les pièces obliques, telles que les décharges, on coupe le bout du tenon et des épaulements du côté de l'angle aigu, ce qui s'appelle assembler par *tenon en about*. Les tournisses ou pièces verticales de remplissage sont taillées obliquement à l'extrémité qui s'appuie contre la décharge, mais, de plus, elles sont assemblées avec cette pièce au moyen de tenons triangulaires dits à *tournisses* ou bien *oulices*, dont le bout est coupé carrément.

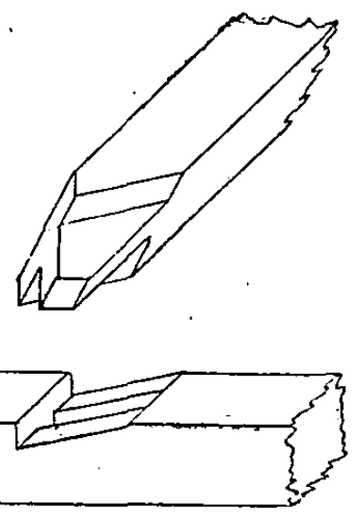


Fig. 343 et 344.

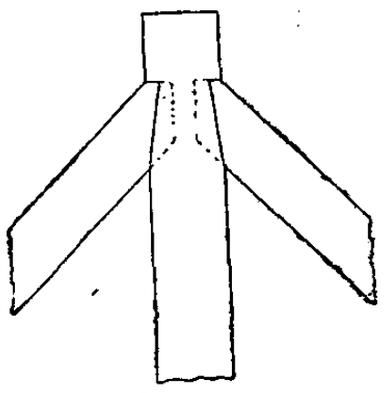


Fig. 345.

Dans les travaux très simples, on se borne quelquefois à couper les tournisses obliquement et à les arrêter contre les décharges avec de grands clous, appelés *dents de loup* ou bien encore avec chevillettes.

Les pans de bois formant séparations intérieures ou *cloisons* (V. ce mot au *Dictionnaire*) sont naturellement de construction plus légère que les pans de bois formant murs extérieurs; toutefois certaines précautions sont à prendre dans la disposition même de la charpente du plancher, lorsque le pan de bois, ou plutôt la *cloison*, ne peut pas être placé en travers sur les solives, de façon à en répartir le poids sur ces dernières pièces. Il faut donc, si un pan de bois doit être posé suivant la longueur des solives, le dresser sur une solive d'une plus forte dimension que les autres, le tenir aussi léger que possible et y placer des décharges qui rejettent une partie de son poids vers des extrémités latérales ou sur les murs.

A rez-de-chaussée, que le pan de bois soit extérieur ou intérieur, il ne doit jamais reposer directement sur le sol, mais sur un socle ou petit mur, de 0,50 à 0,60, appelé *parpaing* et fait en pierres de taille ou en briques. Ici, la disposition de la sablière basse du pan de bois, celle qui est en contact avec le socle, exige un soin particulier, surtout dans le cas où les bois doivent rester apparents : il faut, si cette sablière est en chêne, la placer de manière à ce que le cœur du bois forme le côté posant sur le parpaing.

Planchers. Les planchers en bois sont de véritables pans de charpente placés horizontalement pour séparer les différents étages des édifices. La disposition représentée par la figure 152 du *Dictionnaire*, article Plancher, est celle généralement adoptée pour ces sortes d'ouvrages; elle est suffisamment mise en lumière, et par cette figure même et par les explications qui l'accompagnent. Toutefois, quelques observations nous semblent devoir être utilement reproduites ici.

Les formules que nous avons exposées en tête de cet article démontrent que la résistance de deux pièces de bois d'égale longueur est proportionnelle au produit de la largeur de la section par le carré de la hauteur; il en résulte qu'une pièce mise sur champ de plus petite largeur, mais de plus d'élévation, tout en présentant en coupe une superficie égale, offrira plus de solidité qu'une pièce de bois de plus de largeur; mais de moins de hauteur. Il y a donc avantage à poser les pièces de charpente sur champ dans les planchers; on peut ainsi réaliser une économie dans le cube du bois employé sans altérer la force de résistance.

D'autres avantages, dans la composition même des planchers, résultent de l'emploi des lambourdes sur lesquelles portent les abouts des solives, avec ou sans assemblage, au lieu que ces abouts soient simplement scellés dans les murs. Tout d'abord, les solives assemblées sur lambourdes, se trouvent mieux reliées entre elles; le meilleur assemblage en pareil cas est celui dit à *queue d'aronde*. De plus, les lambourdes assurent aux planchers une plus grande solidité que les chevêtres qu'on leur a substitués (V. fig, 152 du *Dictionnaire*, Plancher) et qui ne sont soutenus eux-mêmes que par des tenons, ainsi que les solives qu'ils doivent porter. Toutefois, ne semble-t-il pas, si l'on s'en rapporte aux mêmes formules établies ci-dessus, que le plancher le plus résistant doit être celui qui est composé de solives directement scellées dans les murs? On sait, en effet, qu'une pièce encastrée solidement par ses deux extrémités peut supporter, avant de se rompre, un poids double de celui qui déterminerait sa rupture si

elle était simplement posée sur ses appuis. Mais, dans les cas ordinaires, il suffit de faire reposer sur les murs, et de les y sceller, les pièces principales, poutres ou solives d'enchevêtrure, qui sont soumises à des pressions beaucoup plus considérables que les autres. On a remarqué, d'ailleurs, que les pièces de bois sont plus sujettes à la pourriture lorsqu'elles sont renfermées dans des maçonneries que quand elles sont exposées à l'air, et que, dans une même pièce, les parties mises en contact avec l'humidité et soustraites à l'action de l'air peuvent être complètement pourries, alors que le reste est en parfait état de conservation.

On a bien proposé soit de ménager en arrière de chaque scellement des espaces vides ou *chambres à air*, soit d'envelopper la pièce de bois de feuilles métalliques, de plaques de liège ou d'une couche de goudron sur toutes celles de ses faces qui sont en contact avec la maçonnerie. Mais, dans la pratique, ou du moins dans la construction courante, on néglige ces précautions ; nous insistons donc pour l'usage des lambourdes très en honneur autrefois, et qui est devenu moins fréquent aujourd'hui, dans les planchers de nos habitations, parce que la saillie de ces pièces oblige à donner une trop forte épaisseur à la corniche qui entoure le plafond.

Au surplus, ces divers inconvénients justifient l'emploi, chaque jour plus généralisé, des solives en fer.

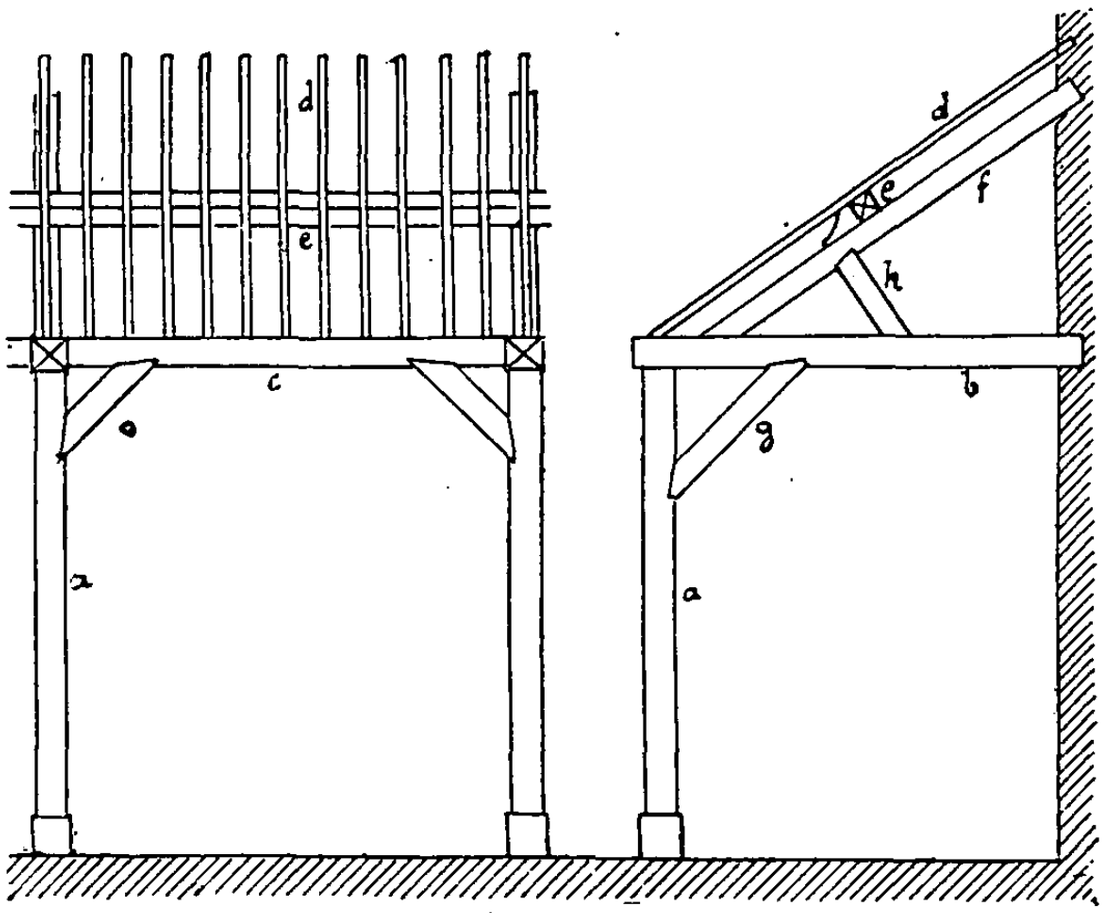


Fig. 346.

Combles. Dans les combles aussi, mais surtout dans les combles à grande portée, le fer tend à remplacer le bois. Cependant cette dernière matière reste toujours employée, de préférence, pour les constructions ordinaires. Nous avons indiqué dans les articles Comble et Ferme, du *Dictionnaire*, quelles sont les différentes espèces de combles et leur disposition générale. Nous avons vu que le comble le plus simple est celui dit *en appentis*, qui n'a qu'un seul égout et que l'on applique surtout à la couverture des hangars, magasins ou autres bâtiments appuyés ou adossés à des murs isolés ou non. La figure 346 représente une travée de la charpente d'un comble en appentis vue de profil et de face.

Quelques détails sur ce genre de bâtiments, d'usage très fréquent dans la construction ordinaire, ne seront pas superflus.

Les *poteaux a* qui limitent chacune des travées, d'un hangar par exemple, reposent habituellement sur des dés en pierre ; les *entraits* ou tirants *b* du comble s'assemblent à un bout sur ces poteaux et s'appuient, de l'autre bout, sur le mur. Une pièce horizontale dite *sablière c* maintient les poteaux dans leur position, en s'assemblant avec eux à leur sommet, et reçoit le pied des *chevrons d*, ceux-ci étant soulagés, en leur milieu, par une *panne e*, qui porte elle-même sur les *arbalétriers f*, lesquels s'assemblent, par leur pied, avec les entraits et portent, à leur sommet, sur le mur du fond. Des *aisseliers g* maintiennent l'équerre du poteau avec l'entrait. Pour consolider la partie inférieure des arbalétriers, on place encore des *jambettes h*, assemblées avec l'arbalétrier et avec l'entrait.

Quelquefois les entraits ne portent pas sur le mur, mais sur des poteaux qui s'y trouvent adossés.

Dans l'exemple que nous donnons chacun des éléments de la charpente est d'une seule pièce. Souvent, pour utiliser des bois d'échantillons moins forts, on emploie l'entrait *moisé* qui est formé de deux madriers embrassant à la fois le poteau et les aisseliers, avec boulons de serrage.

Les combles à deux égouts les plus simples sont ceux dans lesquels les fermes n'ayant qu'une faible portée peuvent être composées (fig. 347) de trois pièces de bois seulement : une horizontale, *tirant* ou *entrait*; deux autres obliques, *arbalétriers*. Ces dernières pièces s'assemblent, par leur pied, dans le tirant, et la liaison peut être renforcée en ce point à l'aide de liens ou brides en fer. Le moyen le plus simple de les réunir au sommet est l'entaille à mi-bois arrêtée par une cheville ou par un boulon. Quelquefois aussi on les joint par une espèce de clef entaillée dans les deux pièces et chevillée. Une double plate-bande en fer boulonnée ferait le même office.

Lorsque la portée est plus grande, on peut renforcer le triangle isocèle ainsi formé par deux pièces inclinées (fig. 348) qui doublent les arbalétriers, sur une partie de leur longueur et relier ceux-ci horizontalement par une troisième pièce contrebutant les premières.

Quant à la ferme ordinaire que nous avons déjà décrite, elle est représentée ici par la figure 349. C'est une ferme que l'on modifie de la façon indiquée par la figure 78 du *Dictionnaire* et qui prend alors le nom de *ferme à entrait retroussé*,

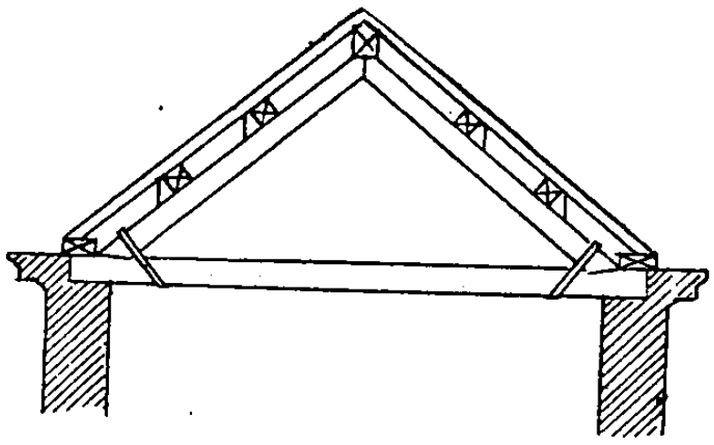


Fig. 347.

quand on veut ménager une libre circulation dans l'axe du grenier.

Nous avons ajouté, dans notre première partie, quelques types de fermes entièrement en bois applicables à divers cas : greniers rendus habitables, couverture de grands espaces, combles à

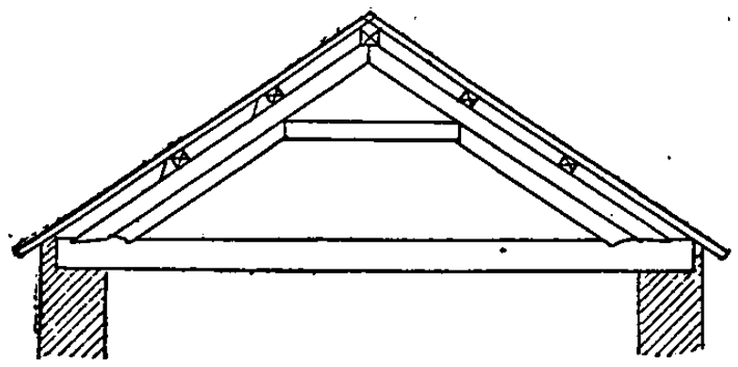


Fig. 348.

la Mansard ; voici une ferme (fig. 350) dans laquelle le fer et le bois sont employés simultanément, le métal comme tirant et poinçon.

Nous compléterons enfin cette série par une ferme utilisée pour comble, avec lanterne (fig. 351) telle qu'on en établit au-dessus de bâtiments très

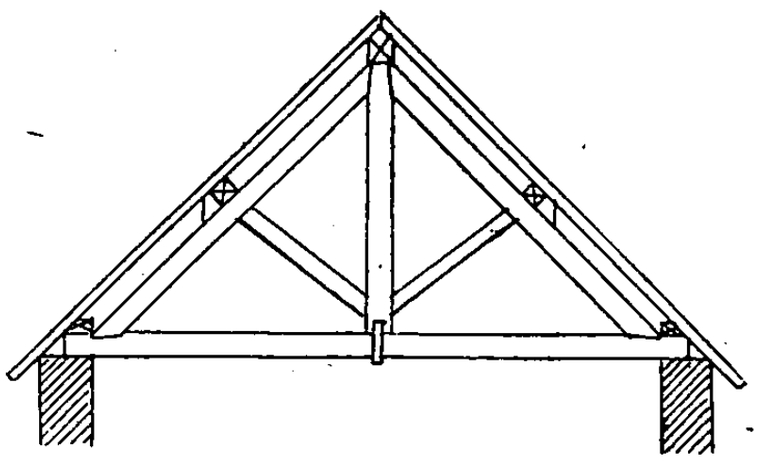


Fig. 349.

larges où l'on veut faire pénétrer le jour et l'air dans la partie centrale, dans les marchés, par exemple.

Quant aux combles à surfaces courbes, nous avons vu qu'ils sont de deux sortes : *coniques* et *sphériques* et nous avons donné quelques développements à la description des combles de ce dernier genre (V. *Dictionnaire*, Ferme). Pour les premiers, qui sont aussi les plus simples et de

l'usage le plus fréquent, nous avons indiqué leur composition à l'article Comble ; nous la mettrons mieux ici en évidence par la fig. 352, qui repré-

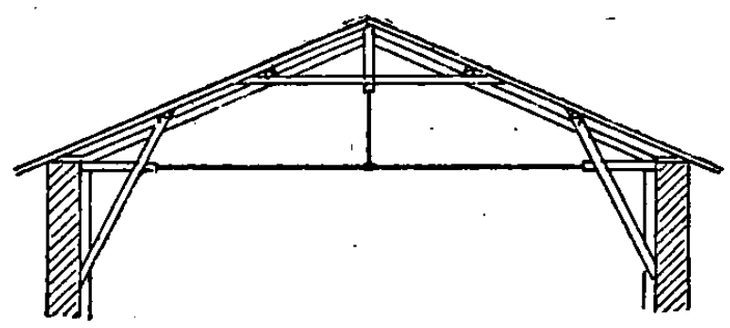


Fig. 350.

sente, en coupe et en plan, une portion de la charpente (le quart seulement) d'un comble conique, comprenant : une *plate-forme* circulaire à la base, un *poinçon* central, des *chevrons* prin-

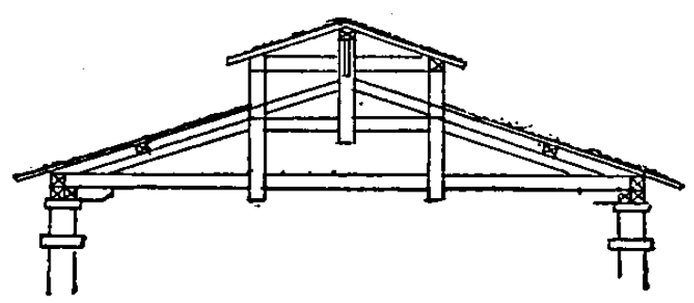


Fig. 351.

cipaux, des *chevrons de remplissage*, des *faux entraits* et des *liernes* ou entretoises circulaires.

Les mêmes éléments peuvent s'appliquer à la moitié ou à une partie d'un comble semblable, telle que le toit d'une abside et en général à une portion de cône quelconque régulier ou irrégulier, droit ou oblique.

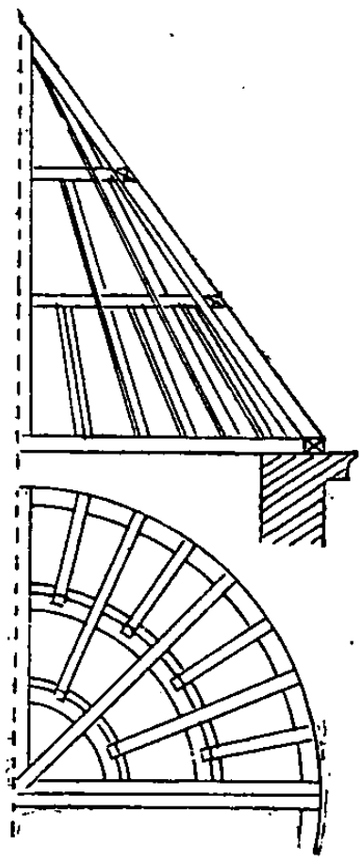


Fig. 352.

Escaliers. Les principes qui régissent l'établissement des escaliers en général et particulièrement des escaliers en bois ont été exposés dans les articles Escalier du *Dictionnaire* et Balancement du *Supplément*. Inutile d'y revenir. Quelques mots seulement sur un genre d'escaliers tout spécial, auquel nous avons fait allusion, les escaliers à *limaçon* ou à *vis*, et qui sont très fréquemment employés soit dans les magasins, soit dans tout autre local où l'espace est très restreint.

Tantôt on les fait à *noyau plein* ; tantôt, au contraire, ils sont à *noyau vide* et comportent deux limons : l'un extérieur, qui remplace la cage ; l'autre intérieur, qui tient lieu de noyau.

Pour assurer la stabilité de ces sortes d'escaliers, des barres de fer boulonnées passent au-dessous des marches et relient soit les deux limons dans le premier exemple, soit le limon

unique à la colonne pleine dans le dernier exemple. En outre, deux pièces contiguës d'un même limon sont fortement boulonnées entre elles.

Enfin, il y a encore des escaliers droits très simples qu'on appelle *échelles de meunier*, et qui sont employés dans les dépendances, écuries, granges, etc. Chaque marche est formée d'une seule planche, assemblée dans les limons à tenon et à queue d'aronde avec entaille.

Cintres, Étaiements. Comme travaux se rattachant à la charpente en bois, il nous resterait à parler des cintres et des étaiements. L'article du *Dictionnaire* concernant les premiers de ces ouvrages contient les renseignements nécessaires à leur établissement dans les cas les plus usuels.

Quant aux étaiements, il est impossible de prescrire aucune règle fixe pour leur installation ; le problème consiste à combiner les étaiements de manière à soutenir les parties menaçant ruine sans nuire à la solidité des autres. Les principes généraux que nous avons exposés dans le *Dictionnaire* à ce sujet (V. Etaiement) suffisent pour guider le praticien. — F. M.

• **CHARPIE DE BOIS.** — V. Bois, § *Laine de bois.*

CHARRONNAGE (V. *Dictionnaire*, Charronnage). *Machine à arrondir et à dégauchir les cercles de roues au moment de l'embattage.* Cette machine (fig. 353) a pour objet de redresser et de régulariser les cercles de fer avant de les appliquer sur la jante des roues. En effet, quelques soins qu'on ait pris pour chauffer un cercle de roue avant de l'appliquer sur la jante en bois, il arrive souvent qu'à la sortie du four, il présente de nombreuses déformations provenant de sa dilatation inégale. Il en résulte une très grande difficulté pour l'appliquer sur les jantes des roues sans les brûler et sans disloquer leurs assemblages. C'est au moyen de tire-cercle et de coups de marteau répétés que les forgerons parviennent ordinairement à mettre le cercle en place. Ces pratiques nuisent beaucoup à la solidité de la roue. Aussi pour remédier à ces inconvénients et pour accélérer le travail, M. L. Dard, mécanicien, a-t-il cherché une installation commode dont nous allons donner la description.

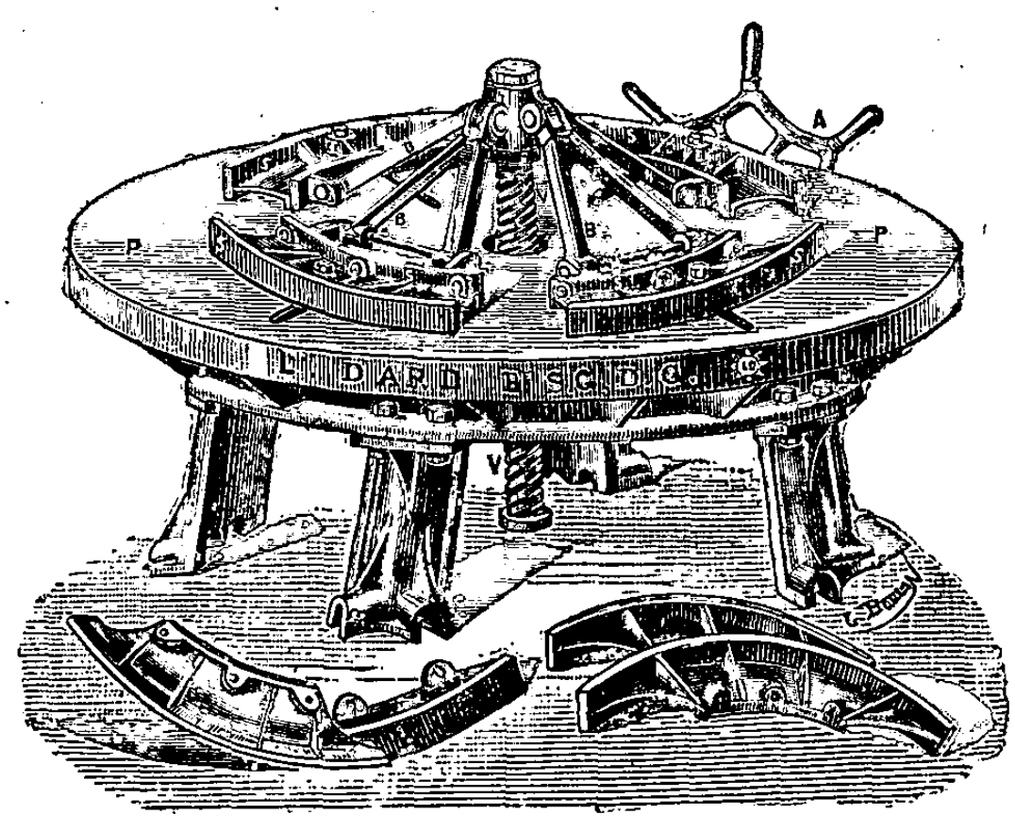


Fig. 353. — *Machine à arrondir et à dégauchir les cercles.*

La machine (fig. 353) se compose d'un plateau circulaire P P en fonte d'un plus grand diamètre que celui des plus grandes roues en service. Ce plateau est percé en son centre d'un trou vertical laissant passer une forte vis verticale V V actionnée au moyen de pignons et du volant A. Cette vis pénètre dans un écrou placé à la partie inférieure de l'appareil.

Un étrier à quatre bras, surmonté d'une douille montée sur l'arbre vertical VV, porte huit bielles B, B, B, etc., groupées deux à deux. Chaque couple de bielles peut actionner un secteur circulaire S en le faisant glisser sur le plateau P P et en le rapprochant ou l'éloignant du centre de l'appareil. Les quatre secteurs représentés sur la figure sont d'ailleurs guidés dans leurs déplacements chacun par une tige dirigée du centre à la circonférence.

La longueur des bielles et la courbure des secteurs sont calculées pour les catégories de diamètres de roues en service. Il est donc indispensable qu'un outillage se compose de plusieurs jeux de secteurs, munis de leurs bielles correspondantes.

Fonctionnement de l'appareil. D'après la disposition décrite ci-dessus, on comprend facilement que pour une position extrême de la vis V V les quatre secteurs S, S, S, S se touchent deux à deux par leurs extrémités mais ne forment pas un cercle parfait.

Cette position extrême de la vis répond à la plus grande inclinaison des bielles par rapport au plateau P P. Si l'on fait descendre la vis V V, les bielles s'abaissent, leur inclinaison sur le plateau diminue peu à peu et elles deviennent horizontales lorsque la vis est au bas de sa course. Pendant la descente de la vis, les quatre secteurs s'éloignent du centre, leurs extrémités ne sont plus en contact ; mais à leurs positions limites, leurs arcs interrompus appartiennent alors à la circonférence parfaite du cercle de roue qu'ils doivent régulariser.

L'opération de l'arrondissement et du dégauchissement d'un cercle de roue se fait de la manière suivante :

A l'aide du volant A, on fait monter la vis V V jusqu'à ce que les quatre secteurs en glissant sur le plateau P P soient en contact par leurs extrémités. Le cercle en fer, ayant été préalablement chauffé au rouge cerise, est amené sur le plateau et placé de manière à embrasser les quatre secteurs ; ce qui est facile puisque ces derniers occupent une surface relativement faible.

Le fer chaud s'applique par son propre poids sur le plateau en fonte, ce qui le dégauchit ordinairement d'une manière satisfaisante ; mais pour

les fers de fortes dimensions, il devient nécessaire de donner quelques coups de marteau pour obtenir le contact complet du cercle sur le plateau. Cette première opération faite, on fait descendre la vis V V au moyen du volant A ; les quatre sec-

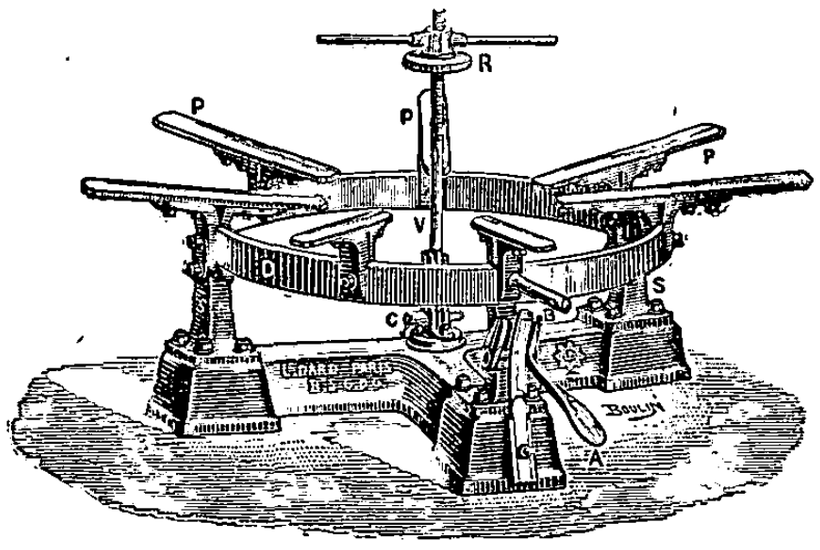


Fig. 354. — *Machine pour embattage.*

teurs s'éloignent du centre de l'appareil et s'appliquent peu à peu contre la partie intérieure du cercle de roue. Ce cercle se régularise et prend nécessairement la forme circulaire parfaite, déterminée par l'ensemble des secteurs. En se reportant à la figure, il y a bien une lacune laissée par les extrémités des secteurs ; mais la discontinuité de ces derniers n'a aucune influence fâcheuse sur la régularité du cercle en fer qui est assurée par la symétrie des efforts auxquels il est soumis.

Le cercle de roue étant ainsi arrondi, on fait remonter la vis pour la dégager des secteurs ; on enlève le cercle avec précaution afin de ne pas le déformer au moyen de trois ou quatre poinçons à main que l'on introduit dans les trous de boulon du cercle. On le place alors sur la jante en bois de la roue pour cercler cette dernière, ce qui constitue l'opération de l'embattage que nous décrivons ci-après.

La machine précédente permet de pratiquer l'opération de l'arrondissement et du dégauchissement des cercles d'une manière continue. On procède en groupant les roues de même diamètre et l'on passe d'une catégorie de roues à une autre, en mettant en place, dans la machine, le système de secteurs et de bielles correspondant pendant que s'effectue le chauffage des cercles.

Machine pour embattage. Lorsqu'un fer de roue est dégauchi et arrondi au moyen de la machine décrite ci-dessus, il reste à l'appliquer sur la jante de la roue en bois. En se reportant à l'opération de l'arrondissement, décrite au paragraphe précédent, on peut suivre le travail qui consiste à cercler la roue et qui se fait en l'appliquant au sortir de la machine à dégauchir du précédent appareil (le cercle est assez chaud pour cela) sur la machine à embattre et qui devrait s'appeler machine à cercler.

Cet appareil se compose d'un cercle en fer horizontal D, figure 354, portant sept barres rayonnantes ou patins qui ont pour objet de porter la roue en bois à cercler, maintenue en place au moyen d'une vis centrale V. Le cercle en fer de roue, préalablement dégauchi et arrondi, est apporté et assujetti sur la jante en bois de même diamètre. Le cercle, en se refroidissant, se contracte et produit un grand serrage. Aussitôt l'embattage terminé, on fait basculer la roue et le plateau D autour du diamètre S, S. A cet effet le levier A permet de soulever ce plateau en le faisant tourner sur deux tourillons portés par les supports S, S. On peut alors transporter la roue cerclée en introduisant un long levier en bois dans son moyeu. Cet appareil très simple permet donc une manœuvre facile qui ne présente aucun danger de brûlure pour les ouvriers.

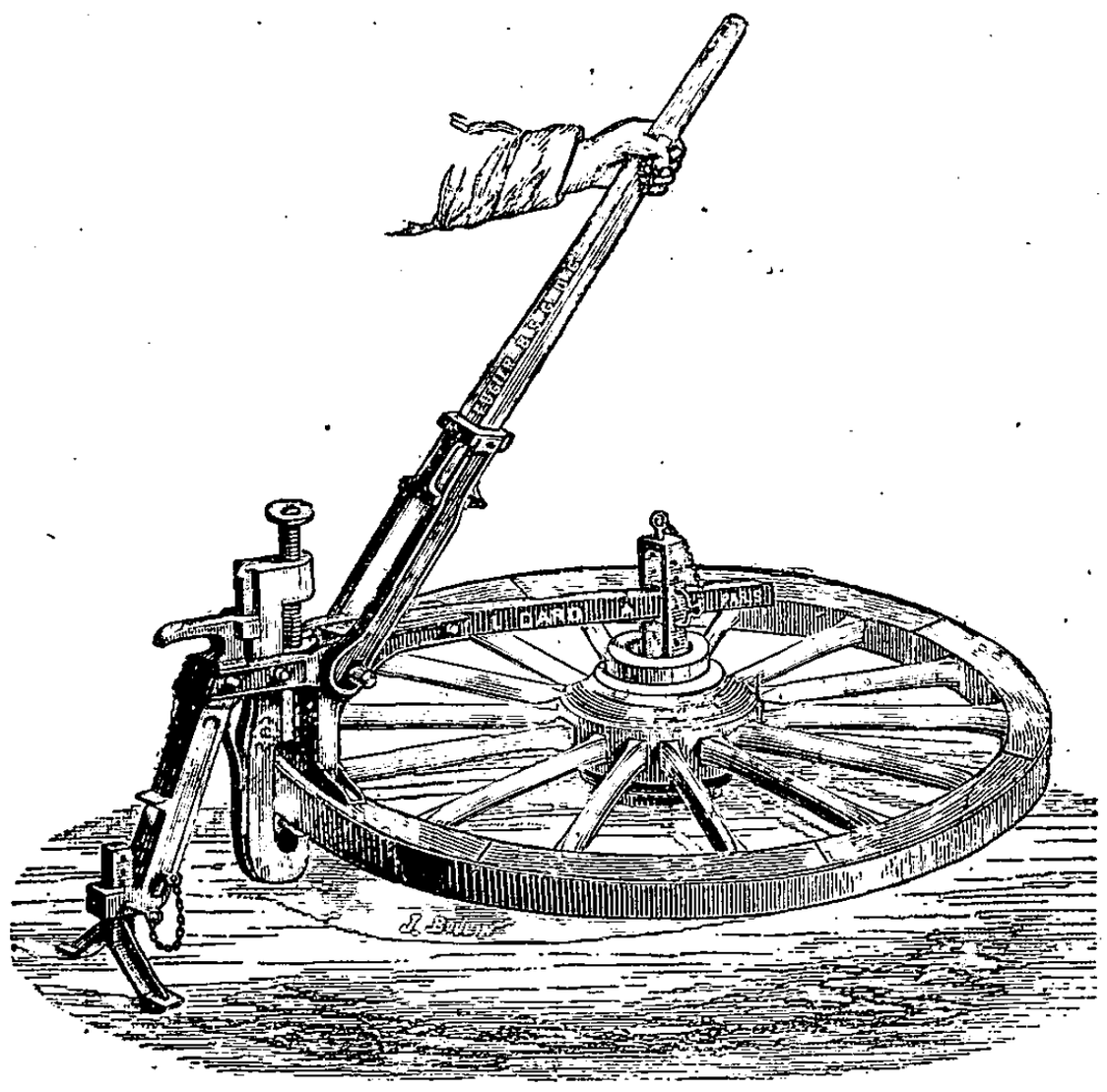


Fig. 355. — *Machine à décercler.*

Machine à décercler (fig. 355). Cette machine permet d'exécuter rapidement une opération de charronnage, très simple en apparence, difficile en réalité. Il s'agit de décercler une roue sans courir le risque de briser les jantes et les tenons en bois qui les réunissent.

Le fer de la roue est maintenu fortement au moyen d'un crochet qui repose sur un sol résistant et qui prend le fer de la roue par dessous.

Une vis de serrage le maintient par dessus. Cela étant, une forte patte, commandée par un excentrique, force la jante à descendre et à quitter le cercle. Cet excentrique est actionné par un levier de 1m,50 de longueur. Cette disposition permet à un homme d'exercer un effort considérable. Dans cette opération les boulons qui réunissent le fer et la jante sont littéralement cisaillés. Cette machine sert aussi à régler les cercles des fers sur les jantes avant la pose des boulons. — L.-A. B.

• **CHARRUE SULFUREUSE.** Cet appareil est

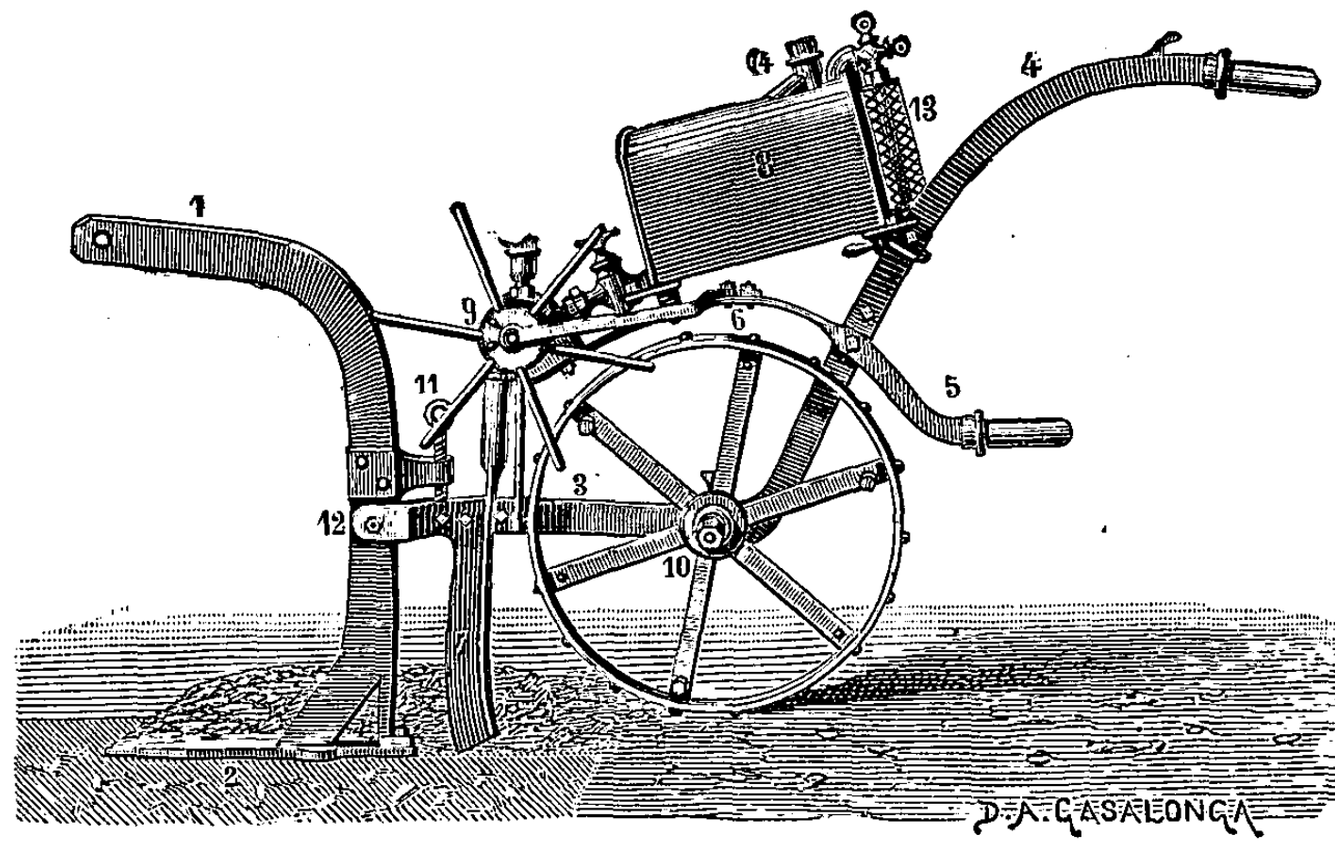


Fig. 356. — *Charrue sulfureuse Vernette.*

employé dans les pays viticoles pour combattre le phylloxera. Il a pour but de répandre dans le sol, au-dessus des racines, à des doses exactement déterminées, le sulfure de carbone dont les vapeurs, en se dégageant, se répandent à peu près

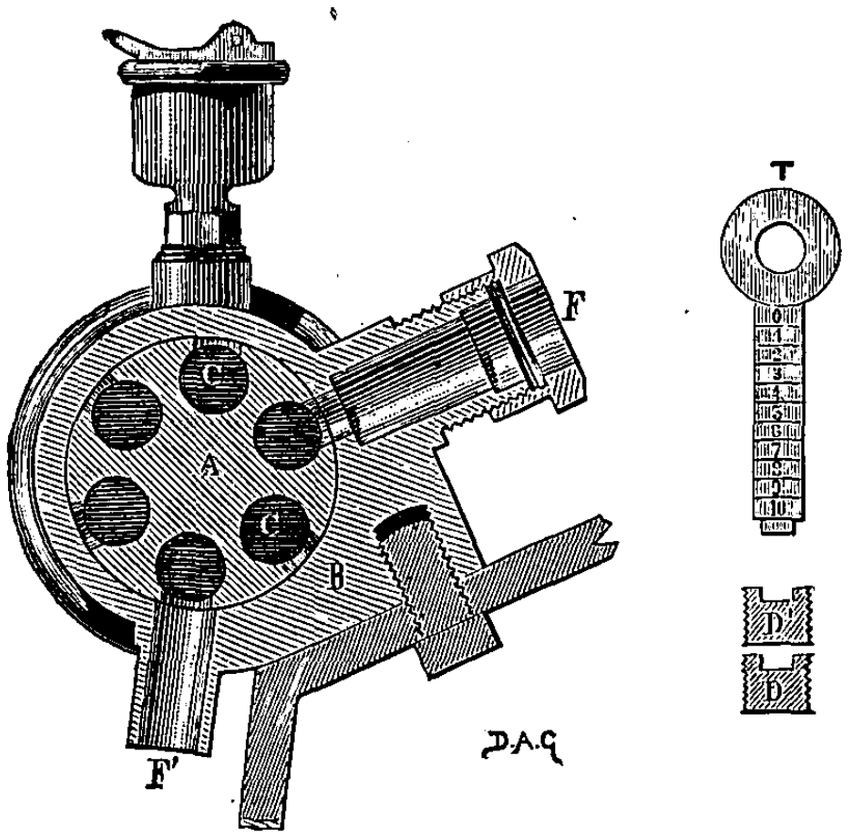


Fig. 357 à 359. — *Coupe de l'appareil distributeur par un plan perpendiculaire à l'axe de rotation.*

uniformément dans la terre et tuent le phylloxera sans aucun préjudice pour la vigne.

La charrue sulfureuse dont nous donnons le dessin (fig. 356) se compose : 1° d'un réservoir à sulfure de carbone; 2° d'un soc fendant la terre à dix ou douze centimètres de profondeur pour donner passage au tube abducteur par lequel le liquide s'écoule au fond de la raie; 3° d'une roue qui ferme le sillon et tasse la terre aussitôt le liquide répandu, et qui actionne en même temps le distributeur; 4° enfin, du distributeur qui dispense avec une très grande précision le sulfure de

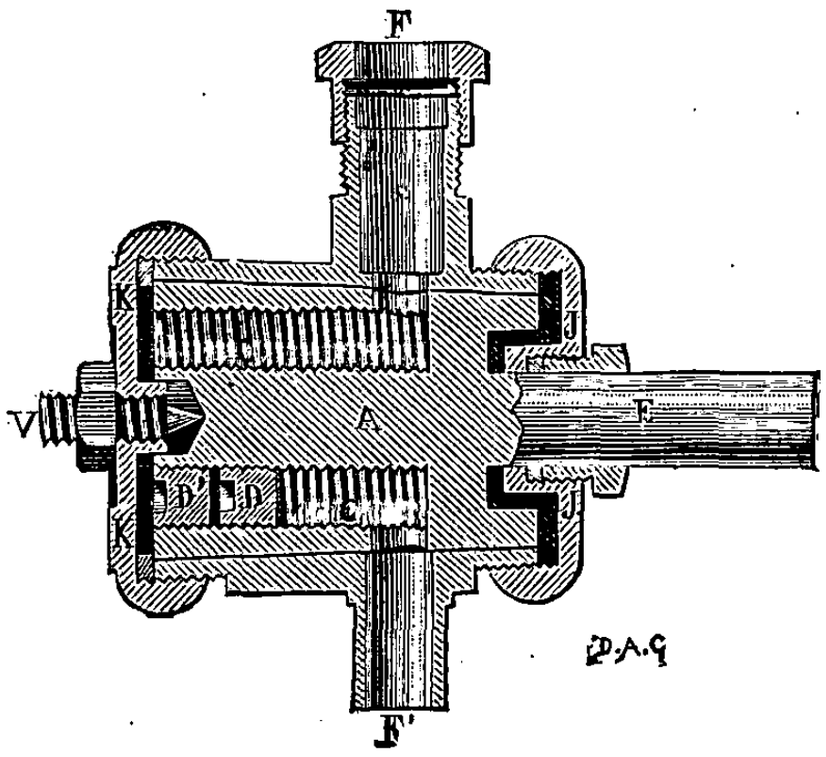


Fig. 360. — *Coupe de l'appareil distributeur par un plan suivant l'axe de rotation et passant par le tube d'amener et le tube abducteur.*

carbone. C'est le distributeur qui constitue le mécanisme essentiel de l'instrument.

Ce dernier doit être très précis, car trop de liquide répandu en un point peut tuer la vigne, et trop peu demeure sans effet contre l'insecte. De plus, il fallait un appareil simple à la portée des hommes de la campagne qui sont appelés à s'en

servir. Le distributeur Vernette joint à une grande précision une extrême simplicité.

L'appareil se compose, en effet, comme le montrent les figures 357 et 360, d'une simple noix A en bronze de forme cylindroconique qui tourne dans son enveloppe B également en bronze.

La noix est percée à sa périphérie de six alvéoles qui viennent successivement se placer en face du tuyau F qui est en communication avec le récipient pour se remplir de liquide, et en regard du tuyau abducteur F' pour se vider.

Le mouvement est donné à la noix par la roue tasseur dont les rayons portent des goujons qui engrènent avec une roue à baguettes clavetée sur la tige E de la noix.

La capacité des alvéoles est rendue variable au moyen des vis DD' que l'on enfonce plus ou moins. Le tourne-vis T qui sert à pousser les vis porte des divisions indiquant le nombre de grammes de sulfure de carbone contenu dans l'alvéole, la vis étant en un point donné.

Dans chaque alvéole se trouvent deux vis juxtaposées. C'est la vis D qui détermine la dose ; la vis D' sert seulement à caler la vis D, à la manière d'un contre-écrou et l'empêche de se déplacer pendant le travail.

La vis V ménagée dans la calotte K permettrait de pousser la noix et de maintenir l'adhérence en cas d'usure.

La calotte *j* porte un presse-étoupes pour empêcher l'écoulement du liquide par la tige E.

La charrue est disposée, soit pour être attelée avec un brancard, comme c'est l'usage dans le Midi de la France, soit pour être attelée avec de simples traits.

Comme les idées ne naissent qu'avec les besoins, cet instrument est venu après que le fléau avait déjà fait beaucoup de ravages, mais il a rendu beaucoup de services à la viticulture partout où il a pu devancer le travail dévastateur du phylloxera, et il continue d'en rendre encore, utilisé qu'il est partout où se trouvent des vignes menacées.

CHAUDIÈRE. *T. de mécan.* Nous avons examiné au *Dictionnaire* les types de chaudières les plus intéressants, et nous avons étudié en même temps les principes qui doivent guider dans la construction et l'établissement de ces appareils ; nous n'aurons donc pas à y revenir ici, autrement que pour signaler les types et les faits nouveaux qui se sont dégagés ces dernières années, principalement à l'occasion de l'Exposition de 1889.

Les types de chaudières qui y figuraient peuvent être classés dans les cinq catégories suivantes :

Chaudières multitubulaires.

Chaudières à foyer intérieur, comme la chaudière à foyer amovible du système Thomas et Laurent.

Chaudières tubulaires, type locomotive.

Chaudières à gros bouilleurs.

Chaudières diverses, comprenant notamment le type si original de M. Serpollet.

Les chaudières multitubulaires formaient à elles seules la très grande majorité, et témoignaient ainsi de l'extension si considérable que ce type prend aujourd'hui.

Ces générateurs répondent, en effet, à des besoins nouveaux qui conduisent à installer de puissants appareils moteurs à l'intérieur même des villes, et dans les endroits les plus fréquentés, comme les théâtres, hôtels, lieux de réunion, magasins, etc., pour assurer les divers services nécessaires, et notamment pour l'éclairage électrique dont l'application se développe tous les jours.

Cette installation n'est acceptable qu'à la condition de ne jamais troubler en rien la sécurité des personnes voisines, et on se trouve conduit ainsi, comme on voit, à rechercher un type peu encombrant, possédant une grande surface de chauffe, et surtout renfermant peu d'eau, puisque c'est le volume d'eau qui détermine l'importance des explosions.

Les types multitubulaires qui répartissent la chaudière en quelque sorte en un grand nombre de petits éléments isolés, remplissent bien ce programme, et peuvent être dites *inexplosibles*, en ce sens que l'explosion d'un de ces éléments ne produit jamais d'effets dynamiques appréciables ; ils n'entraînent donc aucun danger pour le voisinage ; mais il ne faut pas oublier cependant qu'il n'en est pas tout à fait de même pour le personnel chargé du service. Dans la communication si intéressante qu'il a faite à ce sujet, à la *Société des ingénieurs civils* (séance du 6 juin 1890), M. Compère a pu rappeler, en effet, que ces chaudières à petits éléments ont donné lieu dans l'espace de treize ans (1876 à 1888) à quatorze accidents qui ont affecté d'ailleurs le seul personnel de service, et produit vingt-deux victimes tuées ou plus ou moins grièvement blessées.

L'importance minime des accidents, au point de vue dynamique, est donc compensée dans une certaine mesure par leur fréquence relative. Il faut remarquer toutefois que ces accidents sont dus souvent à l'imprudence des chauffeurs qui négligent de fermer convenablement les portes de leur chaudière, et très souvent aussi à l'exiguité des chambres de chauffe qui ne leur permet pas de se mettre à l'abri des projections accidentelles venant de la chaudière.

Au point de vue de la sécurité, on doit distinguer avec M. Compère, les chaudières qui ne comportent que des tubes formant un faisceau rempli d'eau et de vapeur, et celles qui comportent un réservoir supérieur d'eau et de vapeur maintenant ainsi le faisceau tubulaire continuellement rempli d'eau. Cette seconde catégorie de chaudières qui comprend la plupart des types présente évidemment plus de dangers que la première, bien que le réservoir extérieur soustrait à l'action des gaz ne puisse être assimilé à une chaudière proprement dite ; d'autre part la conduite en est plus facile, le niveau et la pression se maintiennent plus régulièrement et l'alimentation peut être intermittente, tandis que les chaudières dépourvues de réservoir supérieur doivent être munies nécessairement d'appareils régulateurs automatiques d'alimentation et de pression.

Quoi qu'il en soit, la sécurité obtenue avec l'un ou l'autre type peut être considérée comme complète pour le voisinage; et en vue d'en faciliter l'installation devenue si générale dans les centres habités, l'administration s'est même réservé la possibilité d'accorder dispense des conditions d'emplacement pour ce type de générateur, en subordonnant toutefois cette dispense à certaines conditions fixées par un décret spécial en date du 14 avril 1888. Ce décret exige que les réservoirs formant les gros éléments des chaudières, les seuls susceptibles de faire explosion, rentrent toujours dans la troisième catégorie des chaudières, laquelle admet l'installation dans un atelier quelconque même faisant partie d'une maison habitée. En outre, il demande aussi qu'il soit réservé une distance minimum de 0m,50 entre les murs du massif du fourneau et ceux des murs d'habitations voisines, comme pour les chaudières de troisième catégorie; mais autrement, en ce qui concerne le faisceau tubulaire formé d'éléments de section inférieure à 10 centimètres carrés, constituant la chaudière multitubulaire proprement dite, leur déchirure n'entraîne qu'un écoulement progressif d'eau et de vapeur sans explosion, et le décret se borne à les classer en deuxième catégorie.

Ces dispositions, répondant aux besoins de l'industrie, ont amené, comme nous le disions, un grand développement des chaudières multitubulaires, et l'Exposition de 1889 en renfermait un grand nombre de types. Nous avons donné dans le *Dictionnaire* la description des principaux de ces types, et nous ne les reprendrons pas ici, nous signalerons seulement les différences les plus caractéristiques.

Dans certains cas, le courant mixte formé d'eau et de vapeur, se meut en zig-zag en passant successivement dans tous les tubes; c'est le type bien connu de la chaudière Belleville. Plus fréquemment, dans les chaudières munies d'un réservoir supérieur, la circulation suit une sorte de chemin trapézoïdal, l'eau venant du réservoir supérieur descend par une conduite verticale généralement à l'arrière dans un faisceau tubulaire très incliné, où elle se vaporise, et la vapeur ainsi formée remonte au réservoir par un conduit vertical à l'avant; c'est le type des chaudières genre Babcock et Wilcox.

Les chaudières multitubulaires se prêtent évidemment à un sectionnement aussi complet qu'on peut le désirer, aussi dispose-t-on le plus souvent des séries indépendantes formées généralement par tous les tubes situés dans un même plan vertical; chacune d'elles forme en quelque sorte une chaudière à part isolée du reste du faisceau; disposition qui augmente évidemment la sécurité. Les raccordements d'un tube à l'autre sont formés par des tuyaux recourbés formant boîtes de communication spéciales. Dans certains cas, cependant, on dispose à l'avant et à l'arrière de véritables nappes d'eau verticales entre deux parois métalliques très rapprochées, et les tubes viennent tous y déboucher directement; c'est le cas, par exemple, pour la chaudière Oriolle; cette disposition présente l'avantage évident qu'on peut supprimer un ou plusieurs tubes sans gêner le service des autres.

On retrouve quelque chose d'analogue sur la chaudière de Dion, Bouton et Trépardoux qui présente toutefois un type tout spécial. C'est une chaudière verticale enveloppant son foyer et constituant une sorte de chaudière Oriolle avec lames d'eau cylindriques au lieu d'être planes; elle est munie d'un bouilleur central formé d'un cylindre avec fond embouti, rattaché à la paroi enveloppe du foyer par des tubes rayonnants. On obtient en même temps une température bien uniforme sur tout le faisceau tubulaire, car le passage offert aux gaz de la combustion devient d'autant plus facile qu'on s'éloigne davantage du bouilleur central, et compense ainsi la différence de température due à l'éloignement du foyer.

Une autre disposition intéressante à signaler est celle des chaudières Collet, dans laquelle les tubes élémentaires sont traversés d'un tube concentrique par lequel se fait l'arrivée d'eau. Le courant retourne ensuite extérieurement à ce tube central et la vaporisation s'opère au contact du tube extérieur, dont les parois sont chauffées par les gaz du foyer. C'est, comme on le voit, une disposition des tubes qui rappelle celle des chaudières Field. Dans d'autres cas, les éléments sont chauffés intérieurement par le courant gazeux.

La disposition des boîtes de communication des tubes successifs, celle des appareils de fermeture, celle du tube collecteur de dépôts constituent également une distinction intéressante.

Pour résumer les conditions à rechercher dans ces appareils, nous croyons utile, d'ailleurs, de reproduire le programme établi par l'un des constructeurs les plus distingués, M. Belleville :

1° La dilatation des diverses parties exposées à l'action de la chaleur, et notamment des tubes, doit être parfaitement libre dans tous les sens pour éviter qne les écarts de température, entre les diverses parties de l'appareil, ne produisent des dislocations, des fuites ou même des ruptures.

On peut conclure de là qu'il est indispensable d'exclure la fonte ordinaire de toutes les parties principales des générateurs, et la plupart des constructeurs y renoncent, en effet, d'une manière absolue, d'autant plus que la pression de marche de ces appareils est portée aujourd'hui à des chiffres particulièrement élevés; quelques-uns conservent toutefois la fonte malléable pour les boîtes de raccordement des tubes élémentaires.

Pour assurer toute liberté de dilatation des éléments des chaudières multitubulaires, il convient même de les rendre indépendantes du massif de maçonnerie où elles sont logées.

Les tubes doivent être fermés autant que possible par des joints vissés ou même autoclaves, assurant l'étanchéité en marche, et laissant en même temps toute facilité pour les nettoyages.

Les diverses parties de la surface de chauffe d'un générateur doivent être facilement accessibles à l'intérieur comme à l'extérieur, afin de permettre en temps utile les nettoyages indispensables.

Dans le but de permettre la séparation facile des dépôts contenus dans l'eau d'alimentation, il convient même, comme nous l'indiquons plus haut, de ménager dans la chaudière une sorte de réservoir distinct où ces dépôts viennent naturellement s'accumuler. Il est préférable, d'ailleurs, d'épurer les eaux avant de les introduire dans la chaudière. Il faut éviter en tous cas que les dépôts ne viennent à se former dans les parties du générateur exposées à l'action directe du foyer, car ils donnent alors des incrustations adhérentes qui empêchent tout contact entre la paroi métallique et le liquide, et peuvent ainsi déterminer des accidents graves.

Une circulation très active de l'eau et de la vapeur atténue bien ce danger, mais sans l'éviter tout à fait.

Ajoutons, enfin, que sur les chaudières multitubulaires en particulier, il est indispensable de prendre des dispositions spéciales pour assécher la vapeur, toujours fort humide. On y réussit généralement en faisant passer la vapeur dégagée par un grand nombre de chicanes constituant une sorte d'essorage dans le réservoir supérieur; quelquefois même les conduits pleins de vapeur sont placés au contact des gaz, et sont chauffés directement. Les réservoirs supérieurs de vapeur sont munis généralement, comme dans l'appareil Belleville, d'un détendeur automatique ramenant la vapeur à la pression demandée par la machine qu'elle alimente. On arrive aujourd'hui avec les chaudières multitubulaires à obtenir des pressions de 10 à 12 atmosphères et au delà, qu'on peut réaliser sans augmenter beaucoup l'épaisseur du métal, en raison de la résistance particulière due à la forme des tubes; ces hautes pressions sont très avantageuses, d'ailleurs, avec les machines Compound dont l'usage se développe de plus en plus.

Les chaudières multitubulaires, surtout celles qui n'ont pas de réservoir d'eau à la partie supérieure, doivent être munies d'un appareil d'alimentation automatique, car autrement la conduite en devient beaucoup trop difficile pour le chauffeur, et nous citerons à ce sujet le petit cheval alimentaire de M. Belleville, dont le fonctionnement donne des résultats tout à fait satisfaisants.

Le décret cité plus haut, du 14 avril 1888, impose, d'ailleurs, sur ces chaudières, deux appareils d'alimentation distincts, dont un au moins indépendant des machines motrices.

Citons également d'autres appareils qui leur sont particulièrement applicables, comme le régulateur Fontaine, qui permet de maintenir automatiquement le niveau d'eau, et certains appareils avertisseurs, comme celui de M. Dulac, qui donne en un point quelconque distant de la chaudière l'indication du niveau de l'eau, et facilite ainsi la surveillance.

Les chevilles en métal fusible dont sont pourvues les chaudières Belleville peuvent aussi rendre de grands services, car leur fusion prévient d'un abaissement d'eau ou d'une obstruction avant que l'avarie ne se produise.

Ainsi que nous l'avons remarqué plus haut, en parlant des accidents, les chauffeurs chargés de la conduite, doivent veiller soigneusement à ce que les portes de la chaudière soient toujours bien fermées pour éviter des projections. Il importe, d'autre part, conformément aux prescriptions de la circulaire ministérielle du 14 avril 1888, dans l'installation de ces appareils, de s'attacher à ce que la chambre de chauffe ait une largeur suffisante, et que des moyens de retraite facile soient assurés aux chauffeurs et mécaniciens.

Rappelons enfin, d'après l'intéressante communication de M. Compère, quelques-unes des principales précautions qu'exige l'emploi des chaudières multitubulaires.

Dans l'étude d'un type donné, on doit se préoccuper beaucoup des facilités de nettoyage et du fonctionnement des appareils d'alimentation. Au point de vue de la fermeture des tubes, il convient de préférer les bouchons autoclaves dont l'étanchéité augmente avec la pression, et qui surtout ne peuvent être projetés avec la même force en cas de rupture.

Si la chaudière est munie de tubes sécheurs destinés à utiliser la chaleur perdue des gaz pour le réchauffage de l'eau d'alimentation, il convient d'assurer dans ces tubes une circulation aussi active que possible, et prévoir en tous cas un excès d'épaisseur pour tenir compte des corrosions.

Sur la chaudière en marche, il faut surveiller très attentivement la conduite du feu et le niveau d'eau, tenir les portes des boîtes à tubes et celles du foyer bien fermées et bien assujetties par des loqueteaux. S'il se produit une fuite sur les bouchons des tubes en marche, il faut se garder de la serrer immédiatement; car, en cas de rupture, les projections deviendraient d'autant plus dangereuses avec les portes ouvertes.

Il faut éviter de trop forcer la chaudière, car si la circulation d'eau n'est pas assez active, il peut se produire dans quelques tubes des chambres de vapeur occasionnant des coups de feu, le métal insuffisamment rafraîchi se brûle et se corrode très rapidement. A ce point de vue, il ne convient pas de dépasser un chiffre de vaporisation variable suivant le type de la chaudière, d'après les facilités de circulation qu'elle présente. Sur les chaudières Belleville par exemple, où la circulation se fait en serpentin, les bulles de vapeur dégagées devant parcourir tous les tubes avant d'atteindre le réservoir supérieur, on a une circulation active et on peut atteindre une production de vapeur de 18 kilogrammes par heure et par mètre carré de surface de chauffe.

Sur les types dont les tubes sont rattachés séparément au réservoir supérieur, la circulation peut se trouver interrompue dans un tube individuel, et il convient de ne pas dépasser 12 à 15 kilogrammes par heure.

En terminant ce qui est relatif aux chaudières multitubulaires, nous croyons devoir reproduire quelques chiffres indiquant les résultats obtenus sur divers types, afin de permettre à nos lecteurs

de se faire une idée des résultats qu'on en peut attendre.

Il faut observer toutefois que ces chiffres ont été recueillis à l'occasion de diverses expositions, dans des conditions différentes d'un type à l'autre, et ils n'ont pas ainsi toute la valeur comparative désirable. Ainsi que le remarquait M. Regnard, il est fâcheux qu'on n'ait pas profité de l'Exposition de 1889, où on avait un grand nombre de chaudières réunies et fonctionnant simultanément, pour organiser des expériences qui auraient fourni une base d'appréciation plus exacte.

CHAUDIÈRE DE NAEYER.

Essai du 14 octobre 1881 à l'Exposition d'électricité.

Capacité de la chaudière	$10^{m3},500$
Volume d'eau	8^{m3}
Volume de vapeur	$2^{m3},500$
Surface de chauffe du générateur	158^{m2}
Surface de chauffe du réchauffeur	106^{m2}
Surface de la grille	$3^{m2},76$
Poids de charbon brûlé par heure de marche	$242^{k},00$
Poids de charbon brûlé par mètre carré de surface de chauffe	$1^{k},53$
Poids de charbon brûlé par mètre carré de surface de grille	$64^{k},00$
Poids d'eau vaporisé par kilogramme de charbon brut	$9^{k},72$
Température des gaz à la sortie de la chaudière	255°

CHAUDIÈRE BELLEVILLE.

Essai de l'Exposition de Nice (mai 1884), sur un générateur de 100 chevaux.

Surface de chauffe	$117^{m2},46$
Surface de grille	$3^{m2},69$
Timbre	$11^{k},00$
Poids de charbon brûlé par mètre carré de la surface de grille et par heure	$66^{k},8$
Poids d'eau vaporisée par kilogramme de charbon	$9^{k},26$

CHAUDIÈRE LAGOSSE ET BOUCHÉ.

Essai pratiqué à l'Exposition le 22 septembre 1888.

Surface de chauffe du vaporisateur	$28^{m2},27$
Surface du sécheur	$3^{m2},77$
Surface du réchauffeur	$13^{m2},19$
Surface de chauffe totale	$45^{m2},23$
Production de vapeur par heure et par mètre carré de surface de chauffe	$13^{k},16$
Poids de charbon brûlé par heure et par mètre carré de grille	$64^{k},00$
Poids d'eau vaporisée par kilogramme de charbon brûlé	$8^{k},475$

Nous nous arrêterons peu sur les autres types de chaudières figurant à l'Exposition, car ils étaient peu nombreux, comme nous l'indiquons plus haut, et la plupart d'entre eux ont été décrits dans le *Dictionnaire*. C'est le cas par exemple pour les chaudières à foyer amovible, représentées à l'Exposition par les types Thomas Laurens, Galloway, et par une chaudière de la Compagnie de Fives-Lille.

La chaudière tubulaire de MM. Davey, Paxman et C^ie^ avait une disposition copiée sur celle des chaudières de locomotives, et nous n'avons pas à y insister.

Parmi les chaudières à gros bouilleurs, on rencontrait le type semi-tubulaire, tel qu'il est en usage depuis longtemps dans le Nord, et qui comporte deux gros bouilleurs horizontaux surmontés par un corps cylindrique tubulaire à fonds plats avec les cuissards formant communication.

En parlant de ce type de chaudières il convient d'insister particulièrement sur la nécessité absolue de faciliter la circulation de l'eau et de la vapeur entre les bouilleurs et la chaudière, car il peut arriver autrement que la vapeur formée en grande quantité dans les bouilleurs, ne reste accumulée en certains points, et n'arrête le courant d'eau indispensable pour rafraîchir la paroi métallique. Dans ces conditions, en effet, le métal peut se trouver porté à une température trop élevée où il est surchauffé, et atteindre particulièrement l'état critique du bleu bien connu des métallurgistes; il devient alors, comme on sait, très fragile et il peut déterminer ainsi des accidents dépourvus de toute autre cause apparente. C'est le fait qui s'est présenté dans deux explosions survenues en 1886 sur des chaudières de raffinerie, et dont l'explication a été fournie par le beau travail des experts chargés de rechercher les causes de ces accidents, travail dont M. Périssé a rendu compte devant la *Société des ingénieurs civils*, le 4 mai 1888. Il fut aisé de reconnaître qu'aucune cause d'accident n'était imputable à la conduite de la chaudière proprement dite, soit à un excès de pression ou à un défaut d'alimentation; le métal de la chaudière et celui des bouilleurs étaient de bonne qualité, mais les experts montrèrent toutefois que la tôle des bouilleurs était arrivée à un état rouverin, et présentait un grand nombre de fissures internes dans la région où s'était produite la déchirure qui avait déterminé l'explosion.

Cette région était située elle-même au fond d'un foyer de grande longueur, atteignant $2^{m},50$ que le ringard du chauffeur pouvait difficilement atteindre. Il avait pu se former en ce point une sorte de soufflard par le passage de l'air pur qui avait traversé en filets à travers la grille, la combinaison s'était produite avec l'oyde de carbone des gaz dégagés, et elle avait pu déterminer ainsi une température suffisante pour brûler la tôle des bouilleurs, celle-ci était d'autre part insuffisamment rafraîchie par la circulation d'eau intérieure; les bulles de vapeur dégagées avaient en effet beaucoup de difficulté à atteindre, en raison de leur éloignement, les cuissards de raccordement avec la chaudière proprement dite, et elles séjournaient longtemps au contact de la tôle échauffée.

Il y a là, comme on voit, une cause d'explosion peu connue sur laquelle il est d'autant plus intéressant d'appeler l'attention des industriels que les types de chaudières à bouilleurs inférieurs se rencontrent plus fréquemment chez nous. Il importe donc quand on fait usage de chaudières de ce type de prendre toutes les dispositions nécessaires pour faciliter le dégagement de la vapeur et assurer la circulation de l'eau. Il convient en même temps d'éviter d'avoir des bouilleurs trop allongés et surtout des foyers trop profonds, afin

de permettre au chauffeur d'assurer sans difficulté la répartition uniforme du charbon sur la grille.

En ce qui concerne la construction proprement dite des chaudières, le fait le plus important qui se dégageait de l'Exposition de 1889 consistait dans l'application de plus en plus fréquente du métal fondu remplaçant le fer soudé. Grâce aux progrès de la métallurgie, on peut obtenir aujourd'hui un métal fondu extra doux, d'une homogénéité parfaite, présentant toute la malléabilité du fer avec une résistance supérieure. Ce métal se prête sans difficulté à tous les emboutissages qu'on peut désirer, et sans formation de criques. Grâce à sa résistance plus considérable, il peut être employé sur une épaisseur plus faible, et assurer ainsi une transmission de calorique plus satisfaisante à travers les parois. Cette considération présente une grande importance, car le métal est moins exposé à être brûlé par les coups de feu, étant rafraîchi intérieurement par l'eau de la chaudière.

Les ateliers constructeurs de navires et la marine font usage depuis longtemps du métal fondu, montrant ainsi par leur exemple combien les préventions dont ce métal était l'objesont injustifiées actuellement; et à leur suite les divers constructeurs et même les ingénieurs de chemins de fer commencent à l'adopter progressivement; on peut donc prévoir le moment où il aura remplacé complètement le fer soudé.

Les tôles en métal fondu pour chaudières sont recuites après laminage et cisaillage, cette opération est indispensable pour rétablir l'homogénéité de tension dans toute la masse et faire disparaître les inégalités résultant du travail de forge ou de découpage. — V. *Dictionnaire*, CHAUDRONNERIE.

On doit prendre en outre des précautions particulières dans le travail de chaudronnerie pour éviter d'altérer la tôle. On a reconnu, par exemple, que le poinçonnage des trous altère fortement la tôle dans une région voisine, s'étendant à quelques millimètres autour des trous. Si donc on recourt au poinçonnage pour percer les trous, il faut leur donner un diamètre inférieur au diamètre définitif de 5 à 6 millimètres et enlever le restant à la mèche ou au foret. Il est bon d'ailleurs de faire ce travail sur les tôles amenées dans leur position définitive et assemblées afin de bien assurer la concordance des trous.

De même, pour bien conserver l'homogénéité de la tôle, il faut proscrire absolument les chauffes partielles, ou bien procéder ensuite à un recuit général, si on est obligé d'y avoir recours.

Pour assurer à la chaudière toute la résistance nécessaire, il sera bon également d'adopter toujours des rivures à double clouure en quinconce pour les assemblages principaux en long ou en travers, sauf pour les attaches de plaques tubulaires, des prises de vapeur du dôme, etc. Les tôles seront parfaitement chanfreinées et matées en dedans et en dehors. Les trous d'homme et autres seront tournés pour avoir des joints parfaits.

L'application du métal fondu se retrouve également dans les tubes des chaudières multitubulaires, qui présentent ainsi plus de résistance et d'homogénéité avec une épaisseur moindre que les tubes en fer.

Sur les chaudières de locomotives, on emploie du reste aussi les tubes à fumée en métal fondu pour remplacer les tubes en laiton, les seuls appliqués autrefois.

Nous aurons enfin à dire quelques mots des progrès réalisés dans les chaudières au point de vue de l'installation des foyers et de l'utilisation des combustibles pauvres.

Ainsi que le remarquait M. Regnard dans son intéressante communication aux ingénieurs civils, il a été fait peu de progrès à ce point de vue, et à l'Exposition, on remarquait peu de chaudières dont les foyers fussent pourvus d'appareils fumivores efficaces. Il y a là cependant une nécessité qui va s'imposer d'une manière de plus en plus pressante pour les chaudières installées à l'intérieur des villes, et qui devront éviter toute production de fumée, et il est d'autant plus intéressant de signaler les tentatives faites à ce point de vue.

Il faut remarquer d'ailleurs qu'avec les foyers ordinaires dont le chauffeur est obligé d'ouvrir les portes par intermittence, pour le chargement, il est assez difficile de régler l'accès d'air de manière à avoir une combustion économique et sans fumée. Tantôt l'air est en excès, et on arrive bien à supprimer la fumée, mais alors le courant gazeux emporte dans la cheminée la plus forte proportion de calories non utilisées; ou bien l'air admis est insuffisant, et alors la combustion est incomplète et la fumée abondante. Souvent on passe alternativement d'un inconvénient à l'autre, si le chauffeur n'est pas assez attentif pour régler continuellement l'accès de l'air suivant les besoins variables.

Cette simple observation montre qu'on se trouvera conduit presque nécessairement à adopter un foyer fermé pour obtenir une combustion économique et fumivore.

Parmi les types de foyers les plus intéressants, nous signalerons celui de M. Dulac avec sa grille spéciale, le foyer Cohen et surtout le foyer Godillot.

M. Dulac emploie un foyer fermé (fig. 361) alimenté de houille par une sorte de cuvette tournant autour d'un axe horizontal, ce qui permet ainsi de charger en évitant les rentrées d'air.

Le décrassage s'opère aussi sans rentrée d'air, en agissant par le cendrier, sans interrompre la marche du feu. On peut d'ailleurs s'en servir comme d'un moyen de régler le tirage et par suite la production de vapeur.

La grille est inclinée à 45°, comme l'indique la figure, ce qui facilite l'avancement graduel du charbon et sa distillation progressive, les barreaux sont en fonte et sont rafraîchis par un courant d'eau circulant dans les gradins et les longerons de support. L'eau employée à cet effet est empruntée au générateur lui-même, afin de permettre d'utiliser la chaleur qu'elle absorbe. M. Dulac a reconnu, en effet, par ses expériences, que le rafraîchissement des bar-

reaux, par un courant d'eau à air libre, n'absorbe pas moins de 8 0/0 de la chaleur émise par la houille, en comptant une vaporisation de 50 kilogrammes d'eau par mètre carré et par heure. Dans ces conditions, la protection du matériel devient fort onéreuse, et absorbe en grande partie l'économie réalisée par une meilleure combustion, on comprend donc combien il était important de récupérer la chaleur ainsi absorbée ; il y avait là une difficulté réelle, dont M. Dulac a triomphé heureusement.

Les gradins de la grille peuvent être enlevés et nettoyés intérieurement ; le foyer comporte en outre des chambres de dépôt qui empêchent l'obstruction interne de la grille.

Ces dispositions assurent une combustion très satisfaisante, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par l'analyse des gaz dégagés qui sont toujours exempts d'oxyde de carbone, et ne tiennent que très peu d'oxygène libre.

On retrouve sur la figure 361, la disposition de la chaudière Dulac, telle que nous l'avons décrite dans le *Dictionnaire*, avec ses tubes pendentifs spéciaux pénétrant dans le foyer, et qui assurent à la chaudière une vaporisation très active.

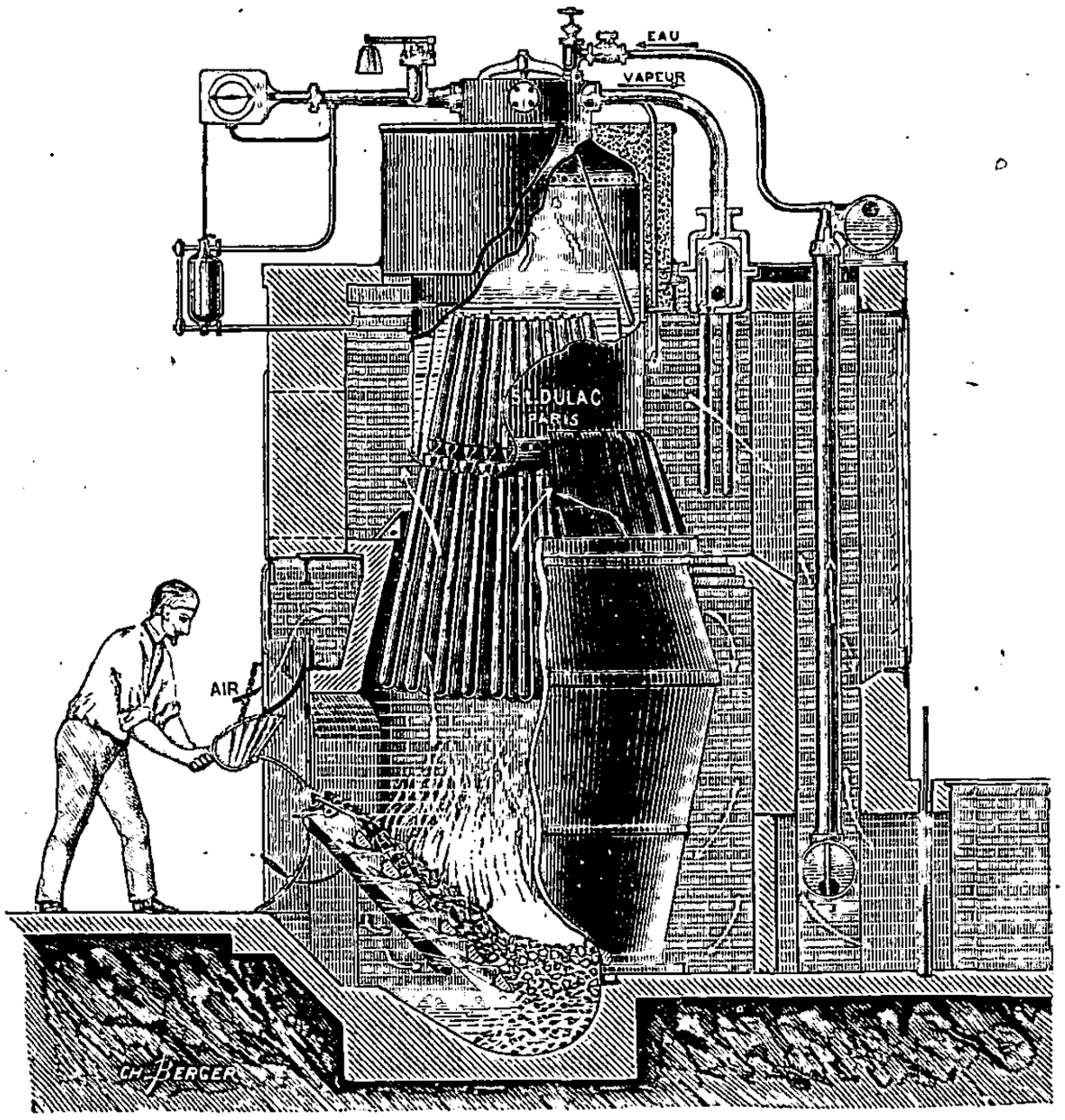


Fig. 361. — *Foyer et chaudière Dulac.*

Le foyer Hermann et Cohen qui était appliqué à l'Exposition sur la chaudière Terme et Deharbe, est actuellement à l'essai sur les chaudières de stations d'éclairage électrique de la Compagnie Edison. Ce foyer qui est aussi fermé comporte une grille inclinée à 45°, il est alimenté du dehors par une trémie située au-dessus de la grille. La partie inférieure de celle-ci est mobile et peut être commandée du dehors, permettant ainsi de jeter les mâchefers sans interrompre la conduite du feu.

Le foyer Godillot, représenté fig. 362 et 363, en coupe et en plan, l'un des plus intéressants des foyers fermés, était appliqué à l'Exposition sur plusieurs types de chaudières, et y réalisait une fumivorité particulièrement remarquable ; même en brûlant des combustibles pauvres et humides.

La grille adaptée par cet ingénieur à la combustion des matières humides ou ligneuses, a la forme d'un demi-cône, elle est formée de barreaux circulaires horizontaux dont le diamètre va en décroissant de la base au sommet ; ceux-ci se recouvrent en lames de persiennes de manière à retenir les parcelles les plus fines.

Les matières sont amenées mécaniquement dans le foyer, disposition qui s'imposait particulièrement avec des matières pauvres dont il faut passer rapidement des volumes considérables. L'alimentation automatique des foyers est assurée par une transmission de mouvement empruntée au moteur, et on est même arrivé, dans certains cas, à employer cette même transmission pour amener automatiquement le combustible dans la trémie, qui le répartissait ensuite sur la grille du foyer ; on a donc pu ainsi supprimer non seulement le chauffeur, mais même la vue du charbon dans la chambre de chauffe. On obtient par suite une propreté parfaite qui n'est pas l'un des moindres mérites de ce foyer.

Le combustible menu, versé dans la trémie, est distribué sur la grille par des hélices tournantes en fonte actionnées par la transmission dont nous venons de parler. Ces hélices, dites à « filet croissant », ont un noyau conique effilé vers la sortie, permettant d'éviter le bourrage. La vitesse de rotation est réglée d'après les besoins au moyen de cônes étagés et de courroies, et elle doit être modifiée comme on le conçoit, toutes les fois que la consommation de vapeur vient à changer d'une manière importante.

Le combustible humide amené au sommet de la grille conique, dans le fourneau déjà échauffé, se dessèche d'abord, puis s'échauffe et s'enflamme,

et descend la pente en couche mince à mesure de la place disponible; il arrive finalement sur la sole horizontale où les cendres s'accumulent. Celles-ci se retirent facilement par l'intervalle ménagé entre les pieds de la grille.

L'air de combustion pénètre dans la grille par le cendrier, il arrive déjà échauffé par une circulation méthodique le long des parois du foyer.

Les dispositions imaginées pour les combustibles pauvres donnent aussi des résultats avantageux avec les combustibles riches, et elles permettent de passer la houille, le coke, l'anthracite, le lignite et la tourbe même à l'état de poussière.

Dans ce cas, il est nécessaire de rafraîchir les barreaux par une circulation d'eau, pour éviter la destruction de la grille et l'adhérence des mâchefers. Chaque barreau porte une nervure verticale lui servant de support et plongeant dans une gouttière semi-circulaire pleine d'eau. L'eau amenée dans le petit cercle du haut, se déverse dans celui du dessous, et ainsi de suite, formant un courant en cascade dont on règle l'importance à volonté par le simple jeu d'un robinet.

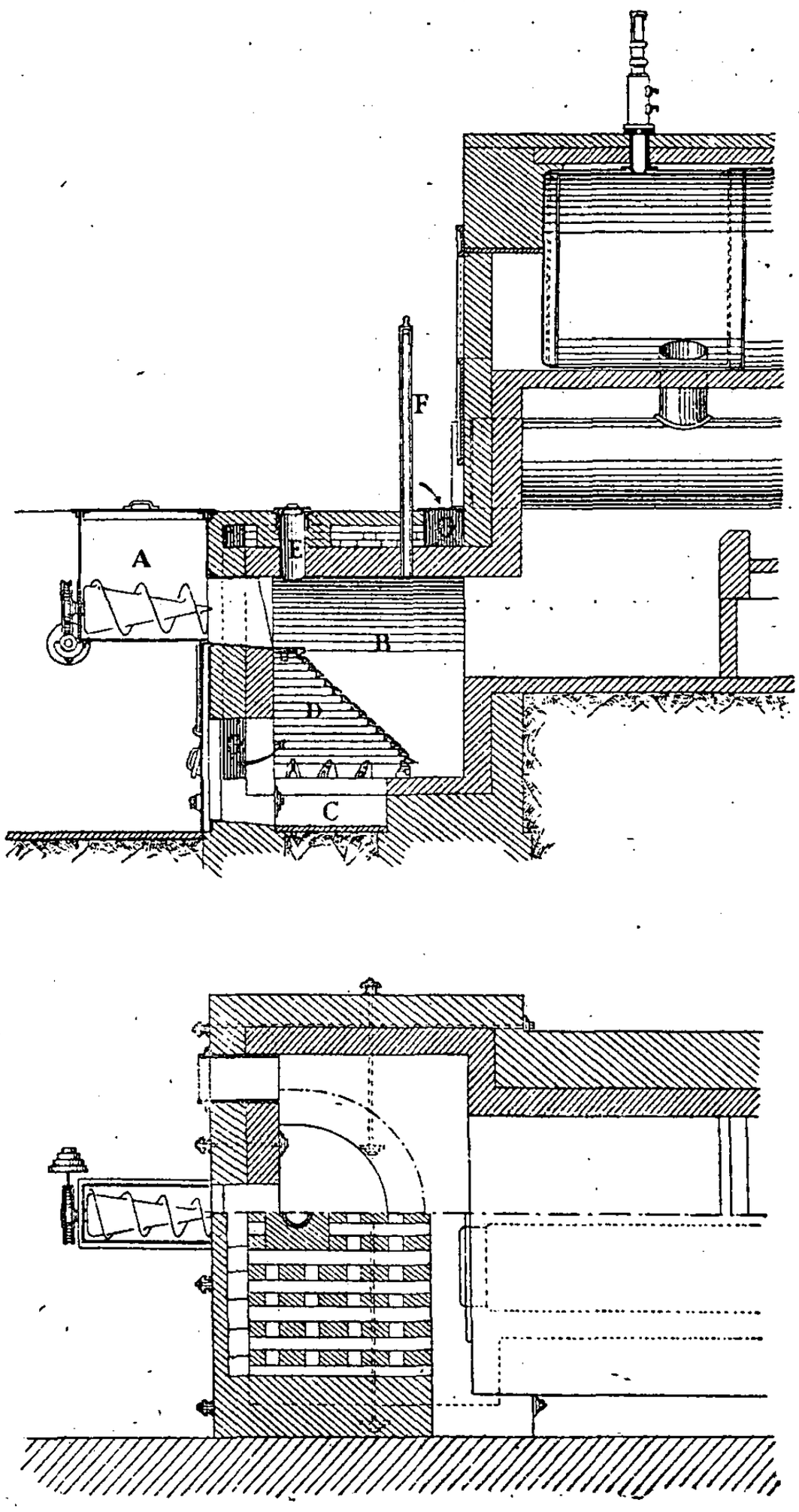


Fig. 362 et 363. — *Coupe et plan du foyer Godillot.*
A Trémie de chargement. — *B* Foyer. — *C* Cendrier. — *D* Grille pavillon. — *E* Trou d'allumage. — *F* Regard. — *G* Circulation d'air.

En dehors de ces types de foyers spéciaux, divers constructeurs ont étudié des modèles de grilles, susceptibles d'assurer la combustion des menus. On adopte généralement dans ce cas de petits barreaux très rapprochés, de section trapézoïdale présentant une large surface rafraîchis par les courants d'air frais. Souvent ces barreaux sont mobiles et peuvent être commandés du dehors. On les fait osciller pour les décrasser sans avoir besoin d'ouvrir le foyer. Dans une disposition imaginée par M. Dulac, les barreaux reposent simplement par leurs milieux sur les barres porteuses, ce qui leur laisse en même temps toute liberté de dilatation; les barreaux étant simplement juxtaposés et entretoisés avec le jeu nécessaire.

Ces barreaux sont généralement en fonte; M. Belleville emploie cependant des barreaux en fer formant des ondulations trapézoïdales à grand développement pour assurer le refroidissement.

Ces grilles n'ont généralement pas une profondeur égale à celle de la chaudière, et on doit toujours se tenir en dessous d'une largeur de 2 mètres afin de permettre au chauffeur l'accès facile avec son ringard de toutes les parties de la grille.

Pour utiliser aussi complètement que possible la chaleur des gaz de la combustion, on leur impose en général un parcours sinueux les obligeant à lécher les parois de tous les éléments de la chaudière, et souvent même, on dispose à la sortie sur le parcours de la cheminée des tubes sécheurs parcourus par l'eau d'alimentation qui se trouve ainsi échauffée avant d'arriver à la chaudière proprement dite. Cette disposition se rencontre sur un grand nombre de types de chaudières multitubulaires.

Grâce à ces précautions, on peut arriver à dépouiller les gaz de toute leur chaleur et les dégager dans la cheminée à une température qui ne dépasse pas 150 à 200°. Il est bon de faire, en outre, des analyses volumétriques, avec l'appareil Orsat, par exemple, afin de s'assurer que la combustion a été parfaite; dans ce cas les gaz ne doivent pas présenter d'oxyde de carbone, et ne doivent entraîner qu'une proportion d'oxygène en excès de 8 à 10 0/0 au plus, le reste étant de l'azote ou de l'acidec arbonique. — V. COMBUSTION et *Dict.*

Parmi les types spéciaux de chaudières, nous citerons en terminant l'appareil à vaporisation instantanée de M. Serpollet dont l'apparition fut accueillie avec une si vive surprise dans le monde industriel en raison des conditions paradoxales de son fonctionnement.

Ce générateur a pour trait caractéristique la formation immédiate de la vapeur au moment même des besoins, et pour ainsi dire, cylindrée par cylindrée à la pression et en quantité nécessaires, ce qui supprime en même temps, comme on le voit, et d'une manière radicale, toute chance d'explosion.

La réserve de vapeur accumulée dans les chaudières ordinaires est ici remplacée par une réserve de calories emmagasinée dans le métal du générateur. On s'attache d'ailleurs à augmenter cette masse métallique afin de lui donner plus de résistance, d'accroître sa capacité calorifique et obtenir par suite une grande élasticité de marche.

La production de la vapeur est obtenue par une sorte de caléfaction, l'eau en globules est amenée au contact du métal chauffé et elle se vaporise instantanément; toutefois, pour ne pas être obligé de maintenir continuellement le métal à la température de caléfaction qui est de 143°, on constitue la chaudière par une fente vide infinitésimale qui empêche ainsi la formation de globules.

Les tubes qui servent à former les générateurs sont en acier laminé, ils sont aplatis de manière à ne conserver intérieurement qu'une fente capillaire à froid. On en a d'ailleurs fabriqué aussi en cuivre avec nervure extérieure, pour faciliter l'absorption et la transmission de la chaleur. Dans les dispositions ordinaires on leur donne 2 mètres de longueur sur 9 centimètres de large, ce qui représente un poids de 33 kilogrammes pour la force d'un cheval. Le vide capillaire a une longueur de 42 millimètres dans la section. La surface intérieure mouillée de chaque tube est de 16 décimètres carrés. Ces appareils sont éprouvés à 100 atmosphères et timbrés à 9 kilogrammes; ils sont exemptés de l'application des appareils de sûreté des chaudières ordinaires par décision ministérielle spéciale en date du 24 octobre 1888.

On a reconnu en effet qu'il était pour ainsi dire impossible de déterminer une explosion dangereuse avec un pareil type de chaudière, ainsi que l'a montré une expérience poussée à outrance. On a chauffé au rouge un de ces tubes à fente capillaire, et on y a refoulé par une extrémité de l'eau qui s'est vaporisée immédiatement à une pression de plus de 100 atmosphères sans trouver d'issue. L'autre extrémité du tube étant fermée, il ne s'est produit cependant aucune explosion, le tube est resté intact.

Dans les dispositions ordinaires, le tube est roulé en spirale afin de pouvoir s'introduire facilement dans le foyer, l'eau est introduite par l'extrémité la plus chauffée, et on la recueille en vapeur à l'autre extrémité.

La mise en marche se fait par une injection d'eau dans le générateur au moyen d'une pompe à main, l'alimentation continue ensuite au moyen d'une pompe automatique actionnée avec la vapeur dégagée. Quand on veut arrêter, il suffit, évidemment, de supprimer l'alimentation en fermant le robinet de prise d'eau. L'alimentation en marche se règle automatiquement par la variation de course de la pompe. Lorsque le travail se réduit, les calories du foyer s'emmagasinent dans le métal du générateur, où elles sont reprises ensuite lorsque la machine doit développer des coups de collier exigeant une augmentation dans la vaporisation.

Pour obtenir des puissances supérieures à celle d'un cheval, on est obligé de grouper un nombre suffisant d'éléments les uns au-dessus des autres, et on les relie en tension par des tubulures; l'alimentation s'opère par une injection unique à la partie la plus chauffée du tube le plus voisin du feu. Pour éviter les coups de feu pendant les arrêts, on envoie directement les gaz du foyer dans la cheminée par un conduit spécial.

Pour un moteur de 3 chevaux, la dépense de coke atteint environ 2 kilogrammes par heure et par cheval, elle est beaucoup plus élevée naturellement que sur les types ordinaires de chaudières en raison des conditions spéciales dans lesquelles s'effectue la vaporisation, c'est la compensation de la sécurité absolue que donne ce type de moteur.

Le générateur Serpollet peut recevoir un grand nombre d'applications intéressantes pour les moteurs domestiques, et notamment à la traction des véhicules sur route, ou à celle des bateaux.

On est arrivé à disposer en effet un moteur qui fonctionne pour ainsi dire sans aucune surveillance, dont l'alimentation en eau et en combustible se fait automatiquement, et qui évite en même temps tous les inconvénients ordinaires des moteurs à vapeur, supprimant le bruit, le dégagement de vapeur ou de fumée. Un petit bac disposé au-dessous du foyer reçoit seulement les escarbilles enflammées qui ne tombent pas sur la voie. — B.

CHAUFFAGE. Les principes sur lesquels reposent les divers modes de chauffage domestique et industriel ont été exposés longuement dans la première partie de ce *Dictionnaire*. Nous n'avons à enregistrer ici que quelques appareils et quelques applications qui présentent un réel caractère d'originalité. En somme peu d'innovations ont été réalisées, et l'Exposition de 1889, dans laquelle les appareils de chauffage étaient assez malencontreusement disséminés et confondus dans un certain nombre de classes diverses, ne nous a pas fourni de nouveautés saillantes à signaler.

Les calorifères à air chaud, les chauffages par l'eau chaude, par la vapeur ; les cheminées, les poêles fixes ou mobiles, tous les genres d'appareils, enfin, étaient représentés par de nombreux spécimens, qu'on rencontrait un peu partout, mais ne présentant généralement rien de bien nouveau et de bien remarquable.

Les poêles à combustion lente, ceux que l'on a baptisés du nom de *poêles mobiles*, figuraient en grand nombre à l'Exposition, et l'on était en réalité fort embarrassé pour distinguer les mérites des uns et des autres. Les accidents trop nombreux auxquels ils ont donné lieu leur ont fait perdre une partie de la vogue qu'ils avaient acquise ; plusieurs discussions à l'Académie des sciences ont conclu aux dangers sérieux que présentent ces appareils et ont conseillé leur abandon. Nous croyons qu'on a instruit leur procès un peu trop sévèrement ; et si on les ramenait strictement à leur rôle véritable en les rendant *fixes*, en les mettant en communication avec des cheminées ayant un *bon tirage*, assurant une évacuation parfaite des produits de la combustion, on aurait des appareils de chauffage *économiques* et pratiquement avantageux.

Parmi les innovations les plus intéressantes que nous ayons à mentionner, nous allons citer d'abord les *calorifères à lames indépendantes*, puis l'*aéro-calorifère*, le *foyer à gradins basculant* et le *micro-siphon* de MM. Geneste, Herscher et C^ie^.

Mais avant d'aborder la description de ces appareils, nous avons à constater un fait dont l'importance mérite d'être signalée, c'est la relation intime que l'on s'attache de plus en plus à établir entre le chauffage et la ventilation. Tous les praticiens éclairés sont aujourd'hui unanimes pour reconnaître que ces deux opérations sont connexes et ne doivent plus être pratiquées indépendamment l'une de l'autre.

L'étude de la ventilation a fait de grands progrès, dont nous aurons à nous occuper lorsque l'ordre alphabétique nous amènera à ce mot (V. VENTILATION). Les conditions qui permettent de réaliser simultanément un bon chauffage et une bonne ventilation sont de mieux en mieux connues et mises en pratique par les spécialistes qui sont à la tête de cette industrie importante. Les principes professés par M. E. Trélat, dans le remarquable cours de constructions civiles qu'il fait au Conservatoire des arts et métiers, mis en pratique par d'habiles constructeurs, notamment par MM. Geneste, Herscher et C^ie^, et par M. Grouvelle, ont déjà montré l'importance des résultats qu'on peut en obtenir, dans l'installation du chauffage et de la ventilation des grands établissements.

Calorifères à lames indépendantes. Nous avons à signaler aussi un appareil de chauffage exposé par M. Ch. Derosne dans l'annexe de la classe 27, et qui paraît remplir parfaitement les conditions de fonctionnement d'un bon *calorifère à air chaud*, en même temps que celles d'un long usage par la suppression de l'une des principales causes de détérioration auxquelles sont sujets les calorifères à ailettes. Pour remédier aux accidents de rupture que l'inégalité des dilatations occasionne souvent, M. Derosne a rendu les lames indépendantes les unes des autres, c'est-à-dire qu'il a constitué l'enveloppe de son calorifère au moyen d'une série de lames juxtaposées, pouvant se dilater indépendamment les unes des autres en toute liberté. Cette heureuse disposition assure à l'enveloppe du calorifère une plus longue durée ; d'autre part, la saillie des ailettes a été calculée de manière à accroître le plus possible la surface de chauffe. Le foyer de cet appareil a été aussi étudié avec soin et il présente une particularité à noter : c'est une petite ouverture pratiquée dans la porte supérieure pour admettre une certaine quantité d'air, graduée par une vis de réglage et destinée à compléter la combustion de l'oxyde de carbone qui n'aurait pas été brûlé par l'action de l'air affluant sous la grille.

M. Derosne construit aussi des foyers de cheminée basés sur les mêmes principes que son calorifère. Les parois visibles de ces appareils sont ondulées de façon à obtenir la plus grande surface de chauffe possible, et la courbure de la partie supérieure favorise le rayonnement de la chaleur dans la pièce à chauffer. Chaque ondulation est pourvue, à l'arrivée, d'une nervure augmentant la surface de chauffe et par conséquent la puissance calorifique de ce foyer. Cet appareil se place à l'intérieur des cheminées ordinaires comme les appareils Foudet, Joly et autres, qui sont actuellement en usage.

Aéro-calorifère. Cet apparcil est destiné au chauffage et en même temps à la ventilation des grands locaux, auxquels son application a été faite avec de très bons résultats. Il a pour principe la circulation de l'air, pris au dehors, amené par un ventilateur dans la chambre de chauffe autour du faisceau tubulaire qui l'échauffe à la température voulue, puis chassé par le refoulement du ventilateur et distribué dans toutes les parties du local à chauffer avec une vitesse que l'on règle à volonté, selon les besoins du chauffage et de la ventilation à produire.

L'aéro-calorifère permet par conséquent de distribuer des volumes d'air chaud aussi considérables et à une telle température qu'on le veut. Remplissant simultanément le rôle d'un appareil de chauffage et de ventilation, il présente une économie d'installation et de fonctionnement qu'on ne pourrait obtenir avec des appareils affectant séparément ces doubles fonctions. L'économie de combustible peut atteindre une limite de 50 0/0 comparativement aux autres systèmes, si l'on en juge par les chiffres suivants ;

Pour le chauffage et la ventilation d'un volume d'air de 50,000 mètres cubes, la dépense journalière serait évaluée :

A 5,000 kil. de charbon, pour le chauffage à vapeur, ou à l'eau chaude.
A 3,000 kil. de charbon, pour le chauffage à l'air chaud.
A 2,000 kil. de charbon, pour le chauffage par l'aéro-calorifère

L'action du ventilateur donnant au courant d'air chaud une vitesse de propulsion qu'on ne peut atteindre avec les appareils ordinaires, permet de porter la chaleur à des distances beaucoup plus considérables, et de faire *plonger* les conduits, si besoin est, en contrebas de l'emplacement du calorifère.

L'application de l'aéro-calorifère a été faite au théâtre de Montpellier, à la Bourse du commerce (de Paris), à l'Eden, aux bureaux du chemin de fer du Nord.

L'aéro-calorifère peut aussi recevoir d'importantes applications en industrie pour le chauffage et pour le séchage rapide de certaines matières. L'action du ventilateur favorise l'enlèvement de l'humidité, des buées, qui dans la plupart des cas sont une cause de lenteur dans les séchoirs ordinaires ; l'aéro-calorifère permet d'effectuer avec avantage le séchage industriel des papiers, cartons, peaux, cuirs, laines, tissus divers, colles, produits chimiques, etc.

Foyer à gradins basculants. Le but de cette disposition a été la possibilité d'employer des combustibles à bon marché, tels que les *fines* de charbon, les poussiers de coke, dont l'utili-

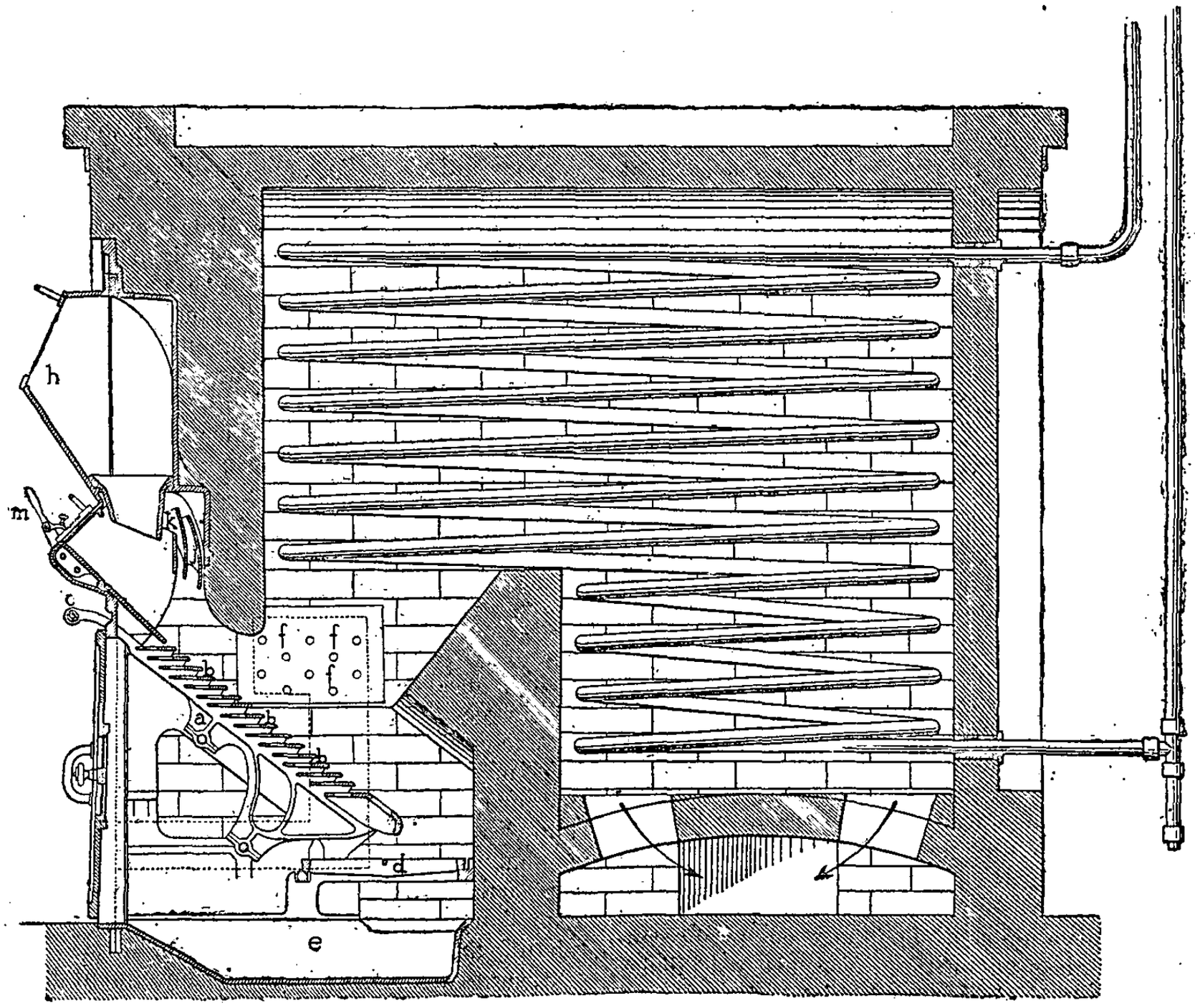


Fig. 364.

sation ne peut avoir lieu dans les foyers ordinaires.

Dans le *foyer à gradins basculants*, que construisent MM. Geneste, Herscher et C^ie^, le combustible fin se distribue en couche régulière sur une grille inclinée, formée d'une série de gradins parallèles, et aboutissant au-dessus d'une autre petite grille fixe, horizontale, qui constitue la partie inférieure du foyer. Les gradins sont de simples plaques en fonte, reposant par leurs extrémités échancrées sur des saillies formant comme des tourillons venus de fonte avec les deux joues du bâti basculant qui supporte la grille. Quand on fait basculer cette grille, pour opérer le décrassage du foyer, les gradins ou barreaux mobiles peuvent être nettoyés, enlevés et replacés avec la plus grande facilité. Le combustible, contenu dans une trémie à chargement automatique, descend graduellement sur la grille inclinée, en restant seulement en contact avec le bord des barreaux, dont la plus grande partie de la surface laisse un libre passage. Cette trémie présente, à sa partie supérieure, une porte de chargement, et, dans le bas, une porte de visite. Deux diaphragmes logés dans la partie inférieure de cette trémie servent, l'un à régler l'épaisseur de la couche de combustible, l'autre à en arrêter la descente au moment où la grille effectue son mouvement de bascule.

Le bâti qui porte la grille inclinée est équili-

bré sur ses axes de rotation, de telle sorte qu'en la faisant basculer, elle prend une position horizontale, et rend le nettoyage extrêmement facile; ce mouvement de bascule se fait à la main, sans appareil intermédiaire, et simplement au moyen d'une poignée garnie de bois, qui se trouve placée en dehors de la façade du fourneau.

La devanture en fonte, qui garnit la façade du foyer, présente, en outre de la trémie de chargement, une grande porte qui correspond au cendrier et qui est munie d'ouvertures réglables à volonté pour l'admission de l'air sous la grille. Deux autres prises d'air placées vers le bas de la même façade, à droite et à gauche du cendrier, servent à envoyer un courant d'air chaud par des plaques percées de petits orifices qui l'amènent au-dessus de la couche de combustible, afin de compléter la combustion des gaz.

Ce foyer, facile à mettre en marche et à surveiller, permet de faire varier selon les besoins l'activité de la combustion, et comme il peut fonctionner pendant plusieurs heures sans qu'on ait à s'en occuper, il se prête même à une marche de nuit, sans nécessiter la présence d'un chauffeur. La possibilité d'employer des fines de houille, des poussiers de coke et autres combustibles de peu de valeur, rend son usage économique dans tous les cas.

Il peut s'appliquer à tous les genres de calorifères. MM. Geneste, Herscher et C^ie^ l'ont adapté au type de calorifère de cave qui a été décrit dans le *Dictionnaire* à l'art. Calorifère. Ils l'appliquent pareillement à un nouvel appareil de *chauffage à eau chaude* auquel ils ont donné le nom de *micro-siphon*, composé d'un serpentin en tubes de fer disposé dans une chambre de chauffe, ainsi que le montre la figure 364.

Le micro-siphon est, comme on le voit, une modification du système Perkins pour le chauffage à l'eau chaude sous pression, mais sans atteindre les hautes pressions qui sont un des inconvénients du premier système. En les maintenant dans des limites plus pratiques, l'appareil fonctionne parfaitement et se prête à toutes les installations aussi développées qu'on le désire.

En examinant la figure 364, qui représente une coupe verticale faite suivant l'axe de l'appareil, on se rend aisément compte de ses dispositions, ainsi que de celles du foyer à gradins basculants qui est appliqué au chauffage du serpentin. Comme dans le système Perkins, ce serpentin est formé de tubes en fer d'un petit diamètre, se prolongeant en dehors du foyer et formant des circulations continues et fermées, qui constituent avec le serpentin un circuit complètement étanche. Mais ce qui caractérise la disposition perfectionnée employée par MM. Geneste, Herscher et C^ie^, dans leur micro-siphon, c'est l'emploi d'ailettes fixées sur les tubes pour en augmenter la surface de chauffe et donner à cette surface autant de développement qu'on en obtenait avec l'enroulement successif des tubes, qui créait des résistances à la circulation de l'eau et des chances d'obstruction beaucoup plus à craindre. Cette disposition d'ailettes a été pareillement adoptée par M. Grouvelle pour accroître la surface de chauffe en évitant les circonvolutions des serpentins du type primitif de Perkins.

MM. Geneste, Herscher et C^ie^ sont parvenus aussi à atteindre un résultat important à signaler qu'on n'avait pas encore obtenu aussi complètement; ils ont réussi à régler pratiquement la température des locaux et à la rendre modifiable à volonté, d'une manière indépendante pour chaque salle desservie. Ils emploient à cet effet un mode particulier de distribution, avec des robinets de réglages spéciaux. L'ensemble du système est complété par des appareils accessoires : robinets de remplissage à double obturation, évitant les fuites; avertisseur à cadran avec contact électrique et sonnerie fonctionnant lorsque la température de l'eau tend à s'élever au delà de la limite normale qu'il est inutile de dépasser. Cet ensemble de dispositions contribue à assurer la régularité de marche et la sécurité la plus complète pour le fonctionnement du chauffage. L'application de ce système dans de nombreux établissements, écoles, lycées, hôpitaux, en a démontré les bons résultats.

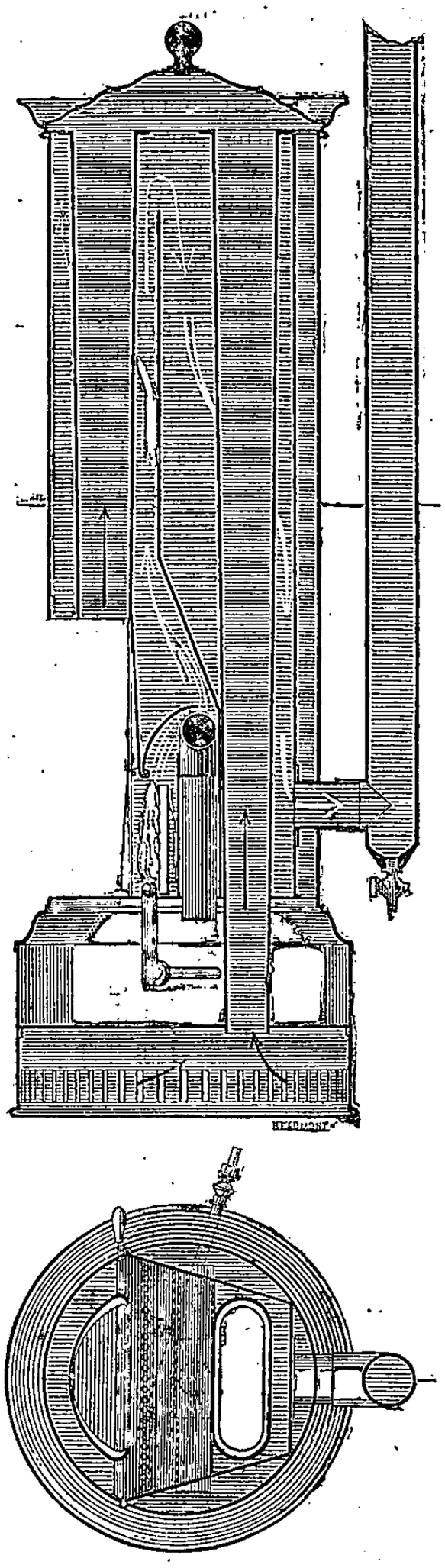


Fig. 365 et 366.

Cheminées et calorifères au gaz. Les types d'appareils de chauffage au gaz se multi-

plient chaque jour, et les nombreux constructeurs qui s'occupent de cette spécialité s'ingénient à trouver des formes et des dispositions plus ou moins heureuses, différant plutôt par des détails de construction que par leurs principes essentiels. Toutefois nous pouvons signaler quelques appareils originaux, tels que l'intérieur de cheminée de M. Grebel, celui de M. Deselle; le foyer Wybauw, qui a obtenu le prix au concours international de foyers à gaz institué par la ville de Bruxelles, en 1887; le calorifère hygiénique Delafollie, avec disques en terre réfractaire; le calorifère à gaz de M. Levallois, etc. Ce dernier appareil, dont les figures 365 et 366 représentent une coupe verticale, présente dans l'ensemble de sa construction des dispositionssimples et des dimensions aussi réduites que possible, eu égard au développement considérable donné à la surface de chauffage dans un volume aussi restreint; il chauffe rapidement l'air à la température voulue, et ne dégage aucune mauvaise odeur. Les produits de la combustion sont, du reste, évacués par la cheminée verticale placée à la partie postérieure de l'appareil.

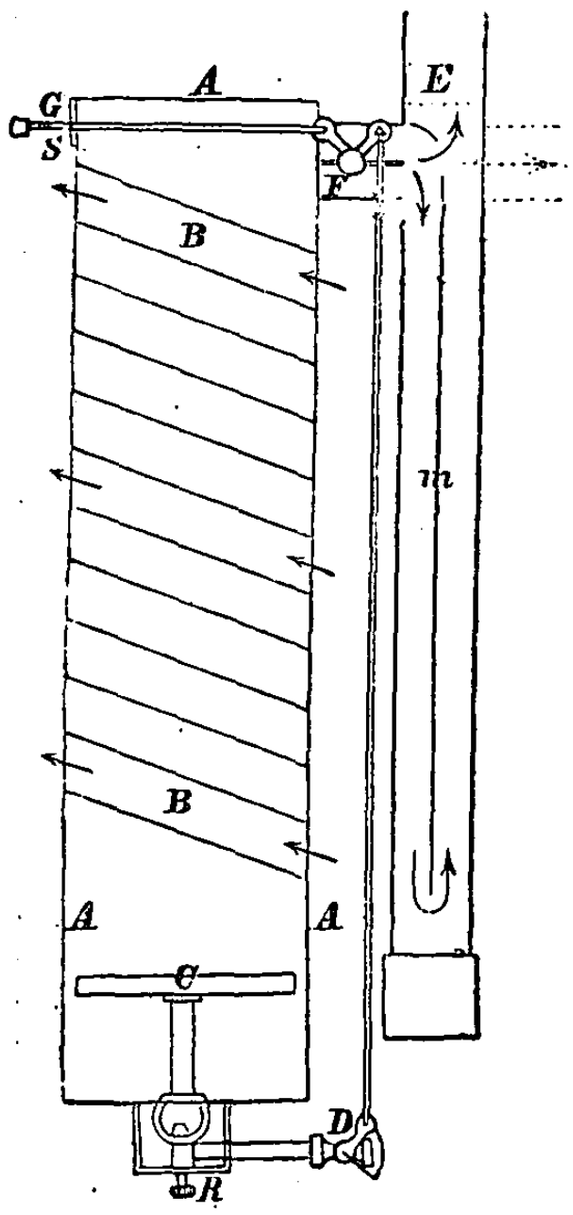


Fig. 367.

Le brûleur à gaz qui se trouve à la base du calorifère est construit avec une disposition spéciale permettant de porter à une haute température l'air chaud qui a circulé dans l'appareil, et d'obtenir par la combustion une très grande production de calorique. Un matelas d'amiante, que la flamme du brûleur vient frapper, devenant incandescent au contact de cette flamme, rappelle assez bien les foyers ordinaires, et dégage une certaine quantité de chaleur par rayonnement. Une porte articulée, en mica, se rabattant en avant de la flamme, permet de régulariser l'arrivée de l'air.

Dans des expériences exécutées au laboratoire de l'usine à gaz de la Compagnie Européenne, à Rouen, par M. Coindet, directeur de cette usine, le rendement calorifique de cet appareil a été trouvé de 84 0/0.

Nous signalerons encore le *poêle-ventilateur* à gaz de MM. E. et P. Sée, dont la figure 367 montre la vue extérieure et une coupe schématique qui indique les dispositions de cet appareil.

Il se compose d'une sorte de caisse métallique rectangulaire, placée verticalement sur quatre petits pieds en fonte, et traversée par des tubes inclinés, dans lesquels l'air circule en s'échauffant au contact de leurs parois.

Un brûleur Bunsen à flamme bleue C est placé à la base de la caisse métallique AA, ouverte seulement par dessous; la chaleur que dégage la combustion du gaz s'élève dans cette caisse et enveloppe les tubes B, B, disposés obliquement dans l'appareil. On gradue la quantité de gaz affluant dans le brûleur C au moyen de la vis de réglage R, placée en dessous de ce brûleur auquel le robinet d'alimentation D amène le gaz.

Le tuyau d'évacuation E donnant issue aux produits de la combustion est divisé par une cloison *m* formant chicane; de plus l'orifice d'entrée de ce tuyau est muni d'un registre F qui règle l'échappement des gaz brûlés et par conséquent le tirage de l'appareil; ce registre F est d'ailleurs rendu solidaire avec le robinet D d'alimentation de gaz, et on les manœuvre simultanément au moyen d'une tringle G, dont la poignée vient saillir en avant et en haut du coffre métallique; un cran de sûreté S permet de fixer le registre F dans une position qui empêche la fermeture complète et qui rend par conséquent impossible toute suppression ou cessation du tirage; il n'y a donc aucun danger d'asphyxie à redouter, l'évacuation des produits de la combustion ne pouvant jamais être totalement arrêtée.

Voici quelques données numériques qui permettront de se rendre compte des petites dimensions de l'appareil, du développement de la surface de chauffe, et de l'effet calorifique obtenu :

Numéros	Surface de chauffe	Hauteur	Largeur	Profondeur	Cube d'air chauffé	Consommation de gaz
	mètres	mètres	mètres	mètres	mèt. cub.	litres
1	2.50	1.20	0.35	0.34	50	700
2	3.00	1.40	0.35	»	60	750
3	3.80	»	0.43	»	90	850
4	4.70	»	0.51	»	130	1.000
5	5.50	»	0.59	»	180	1.140
6	6.40	»	0.67	»	230	1.250
7	7.10	»	0.75	»	280	1.400
8	8.60	»	0.92	»	400	1.900
9	10.40	»	1.10	»	700	2.200
10	12.00	»	1.25	»	1.000	2.800

Les avantages que ce poêle présente consistent dans le développement d'une surface de chauffe relativement grande pour un volume aussi restreint que celui de l'appareil, dans la rapidité du chauffage, dans l'absence de toute odeur, de toute émanation malsaine, dans l'évacuation certaine des produits de la combustion, dans la proportionnalité facile à établir entre la consommation de gaz et la chaleur dégagée.

Les limites de cette étude ne nous permettent

pas d'entrer dans la description de tous les types actuellement en usage ; ils deviennent de jour en jour plus nombreux, et la commodité que présente l'emploi du gaz tend à developper de plus en plus ce mode de chauffage, aussi bien pour les usages domestiques que pour les usages industriels. — G. J.

• **Chauffage par l'électricité.** Depuis les développements considérables que l'industrie électrique a pris dans ces derniers temps, on s'est demandé s'il ne serait pas possible d'employer les effets calorifiques du courant électrique pour obtenir un chauffage rationnel et économique.

L'idée d'un chauffage de ce genre a quelque chose de séduisant, car les rhéostats nécessaires à la conduite des machines dynamo-électriques dégagent une certaine quantité de chaleur perdue ; on a pu voir, d'ailleurs, dans toutes les expositions, des appareils disposés pour faire bouillir de l'eau par l'électricité. La possibilité de ce chauffage est donc hors de question, et on peut ajouter qu'il présenterait certainement des avantages par rapport au chauffage ordinaire.

Mais, lorsqu'on considère la question au point de vue économique, on arrive à des résultats déplorables, puisque l'énergie transportée par le courant électrique n'équivaut pas à 10 0/0 de la chaleur consommée par le moteur, machine à vapeur ou machine à gaz. On ne peut donc récupérer, dans ces conditions, que moins d'un dixième de la chaleur dégagée, et on conçoit qu'un système basé sur ce principe doit être nécessairement très défectueux.

Toutefois, il existe une considération théorique indiquée par M. W. Thomson en 1853 et qui change complètement cette manière de voir. On démontre, en effet, que l'on peut, en brûlant un kilogramme de charbon qui dégage 7,000 calories, fournir à l'air d'un édifice une quantité de chaleur égale à vingt ou trente fois 7,000 calories. On arrive à ce résultat, non pas par un chauffage direct, mais par un transport de chaleur, et on trouve que le résultat est d'autant plus favorable, que la différence de température qu'on désire atteindre au-dessus de la température de l'air ambiant est plus faible.

On n'a pas encore appliqué, à notre connaissance du moins, ce principe au chauffage par l'électricité, et nous ne savons pas jusqu'à quel point cette application serait possible.

Les appareils qu'on a proposés jusqu'ici pour le chauffage par l'électricité se résument en deux catégories : ceux qui utilisent directement la chaleur engendrée dans un fil résistant et ceux basés sur les effets d'induction. Un appareil de la première catégorie a été réalisé par M. Burton pour le chauffage des vagons de chemins de fer. Chaque appareil consomme un courant de 2 1/2 ampères avec 80 volts et possède une résistance de 35 ohms ; la température obtenue est d'environ 90°.

Dans les appareils basés sur l'induction, on se sert des courants alternatifs ; le circuit primaire peut avoir une faible résistance ; toute la chaleur est dégagée dans le circuit secondaire fermé sur lui-même. On pourrait également utiliser l'augmentation de température du noyau d'un électro-aimant pour obtenir des effets de chauffage ; mais des appareils de ce genre ne sont pas encore entrés dans l'industrie courante.

Chauffage des trains. Pour mettre à jour les renseignements très complets donnés dans l'article du *Dictionnaire*, il nous suffira d'indiquer les appareils de chauffage des voitures, mis en service depuis cette époque, et qui figuraient à l'Exposition universelle de 1889.

Chaufferette mixte, type Nord. Cette chaufferette, étudiée par le Service du Chauffage et de l'Éclairage (M. Rouderon, chef de service), sur les indications de M. A. Sartiaux, ingénieur en chef de l'exploitation, répond au programme suivant :

1° Obtenir à peu de frais, sur les lignes secondaires, un chauffage pouvant fonctionner de sept à neuf heures, sans renouvellement de combustible ou d'appareils, afin d'éviter les installations coûteuses de chaufferetteries dans les gares intermédiaires, et de réduire, dans une proportion notable, la main-d'œuvre que comporte le chauffage des voitures ;

2° Maintenir la chaufferette à une température à peu près constante pendant toute la durée du trajet et supprimer le renouvellement des bouillottes qui gêne les voyageurs.

Pour réaliser ce programme, la Compagnie du Nord a fait établir et mettre en service une chaufferette de forme et de dimensions peu différentes de la bouillotte ordinaire. Cet appareil mixte, à eau et à briquettes, se compose :

1° D'une enveloppe en tôle, bombée à sa partie supérieure, plate à sa partie inférieure, et arrondie sur ses côtés ; à cette enveloppe, formant l'extérieur de la chaufferette, est adapté un socle isolateur en bois, qui repose sur le tapis ou sur le plancher du compartiment ;

2° D'une séparation à l'intérieur, formant réservoir dans sa partie supérieure, et pouvant recevoir un volume d'eau de trois litres ;

3° D'un bouchon à la partie supérieure, permettant l'introduction de l'eau ;

4° D'une grille cendrier mobile pouvant recevoir deux briquettes et dont les côtés sont percés de trous pour faciliter la circulation de l'air autour des briquettes, et entretenir ainsi leur combustion.

L'appel de l'air nécessaire à la combustion et la sortie de ses produits s'effectuent par deux ouvertures qui débouchent sur le plancher de la voiture dans une gaîne en fonte, à diaphragme, dont les deux extrémités sont terminées en forme d'entonnoirs diamétralement opposés, afin de permettre la circulation de l'air comburant, quel que soit le sens de la marche du train. Aucun dégagement des gaz de la combustion n'est à craindre par les interstices de la porte d'introduction du combustible. La vapeur produite par l'eau échauffée contenue dans le réservoir n'atteignant pas une pression élevée, il n'a pas été nécessaire de lui ménager un dégagement. Enfin, la quantité de

chaufferettes à installer est limitée à deux par compartiment à chauffer, ce qui évite les réserves d'appareils nécessaires avec l'ancien système dans les gares intermédiaires.

Au point de vue de l'économie, une expérience de plusieurs années a donné les résultats suivants : une bouillotte à eau chaude, préparée sur les lignes secondaires, coûtait 10 centimes en moyenne. Pour un train de Lille au Tréport (145 kilomètres), par exemple, il fallait renouveler deux fois les bouillottes en cours de route, de sorte que chaque compartiment nécessitait alors l'emploi de six bouillottes, soit une dépense de 60 centimes pour tout le parcours ; tandis que le chauffage du même train par chaufferette mixte n'est revenu qu'à 30 centimes par compartiment, c'est-à-dire que ce système a permis de réaliser une économie de 50 0/0.

Le combustible employé pour ces nouveaux appareils est un aggloméré pur et homogène qui est recuit à haute température en vase clos et soumis à un traitement chimique afin de rendre ensuite sa combustion plus régulière et annuler le dégagement des gaz délétères, en grande partie déjà éliminés par des cuissons successives.

Thermosiphon Gallet. L'appareil de chauffage installé sur les voitures à bogies des chemins de fer de l'État français diffère peu des thermosiphons dont le principe a déjà été exposé dans l'article précité. Il consiste en chaudières tubulaires que l'on boulonne transversalement sous le châssis de la voiture, à ses extrémités ; la porte de chargement est munie d'une fermeture de sûreté à ressort, et des coins de réglage, manœuvrés à la main, permettent de régler l'arrivée de l'air. Le raccord entre les tuyaux de départ (eau chaude) et de retour (eau froide) et les bouillottes tubulaires fixées dans le plancher des compartiments, se fait au moyen de joints en caoutchouc qui permettent le glissement des tuyaux produit par la dilatation et par la suspension de la caisse.

L'approvisionnement de charbon de tourbe de chaque grille peut durer dix-huit heures consécutives, au bout desquelles on recharge les feux, après avoir fait tomber les cendres. Les produits de la combustion se dégagent à l'air libre, au-dessous de la voiture, à une température qui ne dépasse pas 75°.

Les essais de ce thermosiphon ont duré pendant cinq mois sur un jeu de matériel faisant le trajet de Paris à La Rochelle ; pendant toute cette période, qui représente la durée d'un hiver entier, on n'a pas constaté d'extinction, et, au bout de ce temps, l'appareil a été trouvé en excellent état, capable d'être remis en service sans réparations.

Chaufferette à acétate (syst. Ancelin). Appliqué par la Compagnie de l'Ouest, ce système consiste à remplacer l'eau chaude des bouillottes mobiles par de l'acétate de soude cristallisé exempt de matières goudronneuses qu'on fait fondre avant de placer les bouillottes dans les compartiments.

En se solidifiant, c'est-à-dire en passant de 80 à 40°, l'acétate dégage une quantité de chaleur suffisante pour produire le chauffage pendant une durée de neuf heures. Le remplissage des chaufferettes n'a lieu qu'une fois par an, et elles sont ensuite hermétiquement bouchées ; pour les réchauffer, on les immerge dans des cuves remplies d'eau, entretenue bouillante au moyen d'un courant de vapeur ; on place, à cet effet, dix-huit chaufferettes dans les cases d'un panier à claire-voie, en acier, qu'on descend à l'aide d'une grue ; la durée de l'immersion est de une heure et demie, puis on remonte le panier et on le pose, par ses deux tourillons, sur un cabrouet, de manière qu'il suffit de faire basculer le panier pour amener les chaufferettes à la position horizontale, quand on est en face des compartiments. Ce système permet de faire le chauffage des trains qui ont de longs trajets sans renouveler les chaufferettes ; sur la banlieue, les voitures font aussi plusieurs trajets sans réchauffage. L'effectif des chaufferettes à acétate de soude, en service sur le réseau de l'Ouest, est de 2,100. — M. C.

— V. *Génie civil*, n° du 2 novembre 1870.

CHAUX. Préparation mécanique. Jusqu'à ces dernières années la préparation de la chaux, pour les besoins industriels nombreux qu'elle comporte, était pratiquée manuellement au moyen d'instruments élémentaires. Pour suppléer aux imperfections, aux lenteurs et à la dépense du travail manuel, M. L. Wackernie a imaginé en 1882, un appareil dont la vulgarisation se fit rapidement pour la fabrication de la chaux en pâte et en lait. Nous en donnons le dessin figure 368.

Avec cet appareil les opérations suivent trois phases : 1° l'éteignage de la chaux ; 2° le tamisage du produit précédent ; 3° le malaxage de la pâte ou du lait.

En A se trouve l'hydrateur formé d'un récipient qui renferme une vis d'Archimède et qui possède des tuyaux injecteurs recevant l'eau par un robinet placé à la partie supérieure. La chaux vive dont on a préalablement garni toute la capacité de l'hydrateur, s'éteint au moyen de l'eau injectée, et, lorsqu'elle est réduite en pâte épaisse, on met en mouvement l'hélice qui déverse la chaux éteinte dans le cylindre inférieur B.

Le cylindre tamiseur B laisse échapper la pâte ou le lait de chaux, mais retient toutes les impuretés : incuits, gravois, débris de coke ou de charbon. Un propulseur placé à l'intérieur du cylindre fait cheminer toutes ces matières vers le fond de sortie, où un bouchon mû par un levier permet de les évacuer lorsqu'il y a lieu.

Les parties de chaux en pâte ou en lait qui traversent les perforations du cylindre tombent dans l'auge inférieure, où un malaxeur énergique les remue pour en faire de la pâte liée ou du lait à une densité déterminée pour les besoins de l'usine.

Il ne peut s'écouler que du lait de chaux bien uniforme et absolument débarrassé de toutes pierrailles par le robinet de vidange adapté à l'auge-récipient, car le peu d'impureté, qui a pu traverser les mailles du tamiseur, se dépose dans l'espace inférieur à l'abri de l'action des palettes de l'agitateur. Ce dépôt se retire en temps

opportun par un autoclave à ce destiné et cela au moyen d'un râcloir.

Dans l'exposé que nous venons de faire, le travail n'est qu'intermittent, mais le même ingénieur a cherché à rendre les opérations continues au moyen de l'appareil perfectionné suivant dont les figures 369 et 370 donnent les coupes longitudinale et transversale.

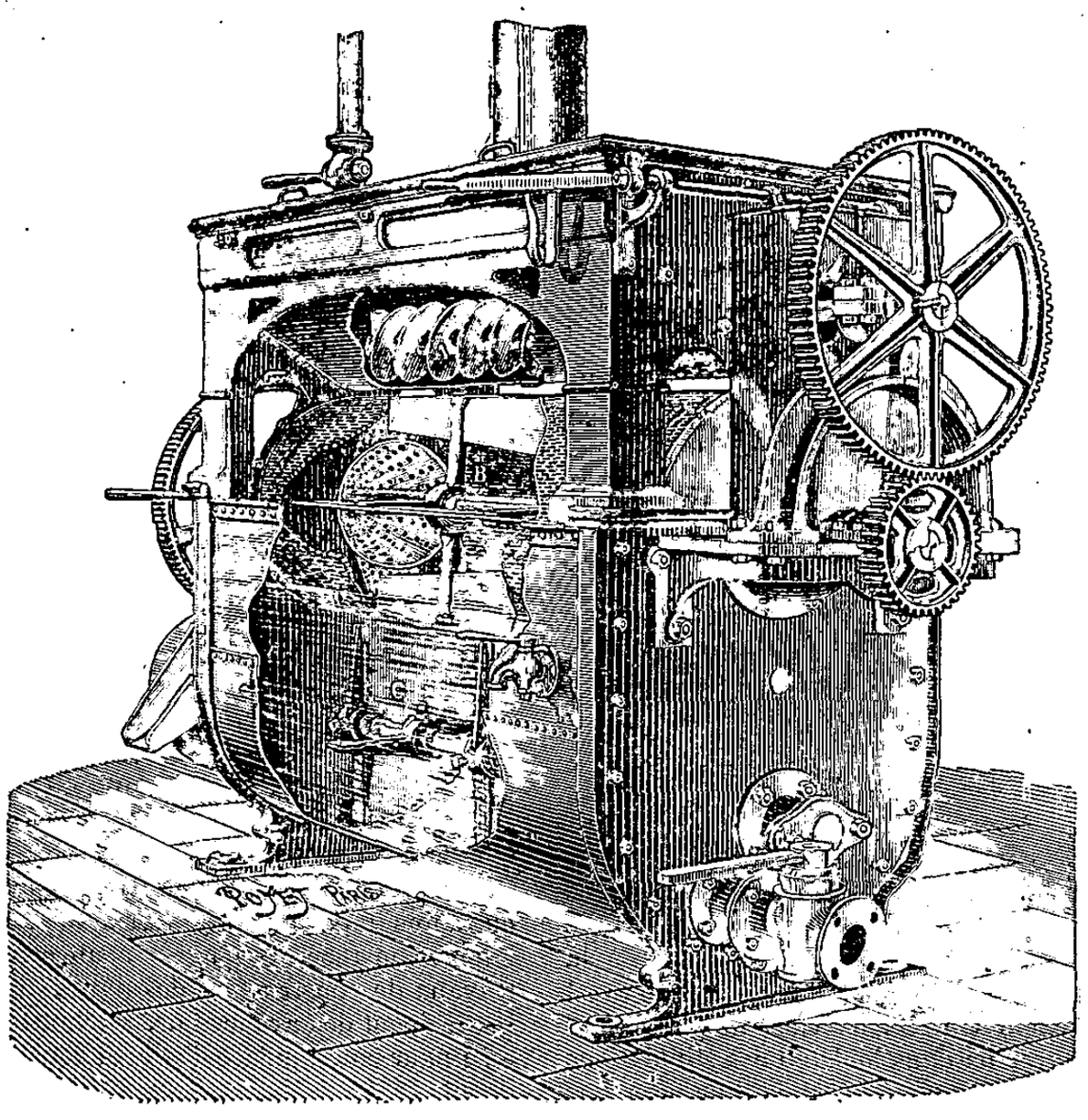


Fig. 368.

Le dispositif figuré est celui d'un préparateur de chaux éteinte en poudre. L'appareil possède quatre organes principaux : 1° une trémie A munie de tubes injecteurs B ; 2° une chambre d'éteignage D desservie par une vis sans fin E ; 3° un tamiseur G ; 4° une chambre de blutage I qui possède aussi une vis J pour l'évacuation de la poudre tamisée.

La chaux vive en morceaux telle qu'elle sort du four est amenée dans la trémie A, soit à la corbeille ou par tout autre mode approprié. L'eau nécessaire à l'hydratation de la chaux est injectée par les tubes perforés BB', B", etc., etc., qui se trouvent reliés par la conduite C à un réservoir à niveau constant.

On sait qu'il faut environ un tiers d'eau en volume pour transformer la chaux vive en chaux monohydratée ; mais comme le débit de l'appareil est régulièrement uniforme, il est facile de régler la prise d'eau utile au début de la mise en marche.

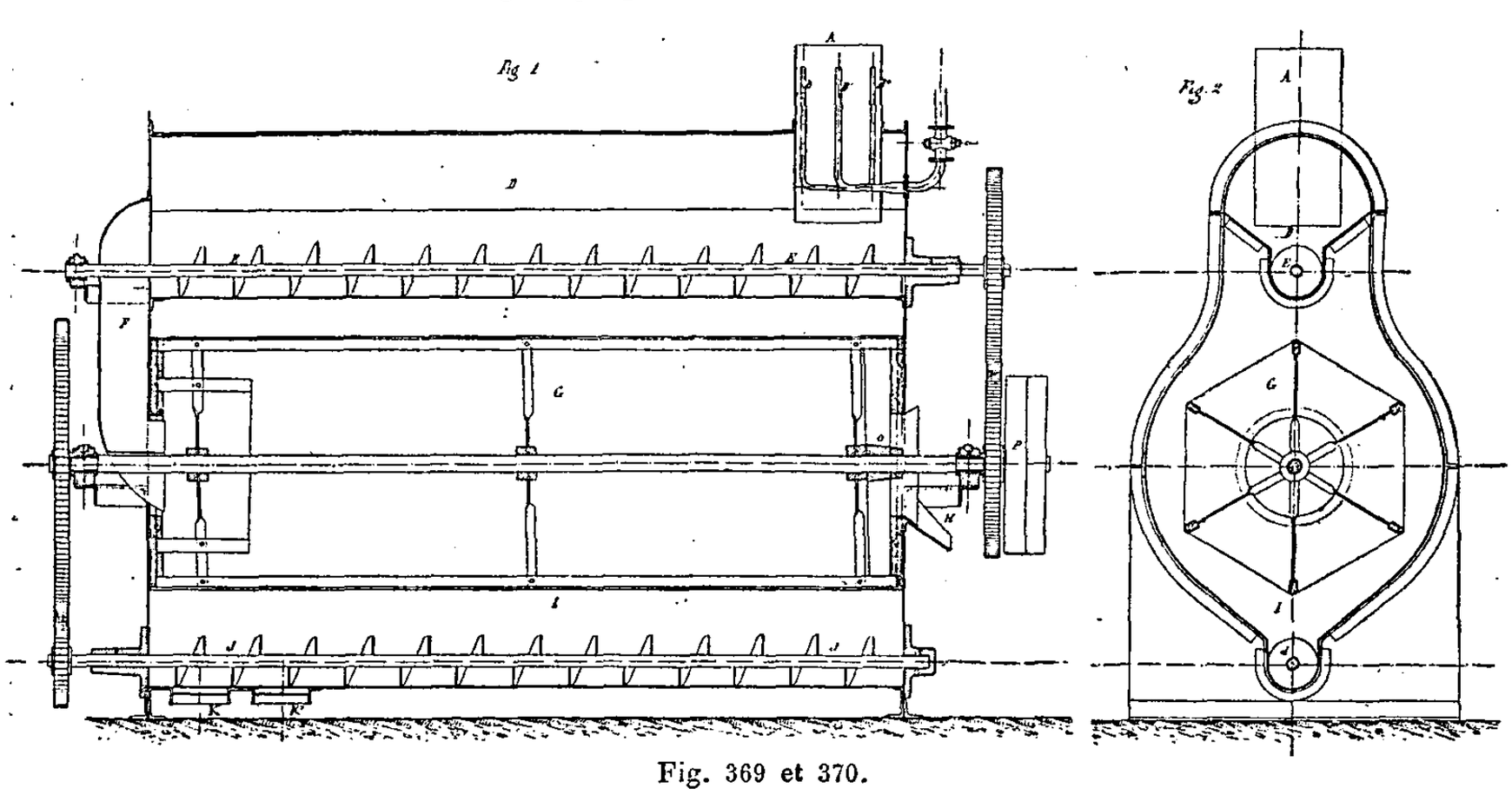


Fig. 369 et 370.

La chaux hydratée fuse, s'éteint et se trouve entraînée par la vis dans la communication F, d'où elle tombe dans le tamiseur. Le tamiseur G blute finement la chaux qui vient s'y déverser et rejette en O les incuits, les gravois, débris de coke, etc., qui tombent à l'extérieur par le pan incliné H. On conçoit dès lors que la chambre I ne reçoive que de la chaux finement divisée et

dont la pureté est invariable. La vis sans fin J ramène tous les produits du blutage vers les sorties K', K', où se fait le récoltage.

Le préparateur continu s'applique également à la production de la chaux en lait ou en pâte; dans ce cas on rétablit l'auge et les agitateurs indiqués figure 368.

• **Chaux fluatée.** — V. Engrais.

CHEMIN DE FER. Nous avons donné à ce mot, dans le *Dictionnaire*, une étude des chemins de fer, que nous complétons ici par de nouveaux renseignements statistiques et économiques.

Il est hors de doute que la période qui s'est écoulée depuis le début de notre publication, a vu éclore beaucoup de nouveautés, que l'industrie des transports par voie ferrée a fait de sérieux progrès, et il est, par conséquent, intéressant de résumer, dans une note complémentaire, les traits les plus saillants de ce développement rapide, et de rafraîchir, à cette occasion, les chiffres de la décade précédente.

1° *Chemins de fer français.* Historique. L'événement capital de la période qui vient de s'écouler est, pour les chemins de fer français, la conclusion de nouvelles conventions entre l'Etat et les six grandes compagnies de chemins de fer : ces conventions, signées en 1883, sont entrées en vigueur à partir du 1er janvier 1884, c'est-à-dire à une date qui nous a permis, pour chacune de ces six compagnies, de résumer brièvement les éléments essentiels des conventions nouvellement conclues, à la place des conventions de 1859 dont le mécanisme avait été donné dans l'article Chemin de fer; nous sommes donc dispensés d'entrer ici dans le détail des stipulations qui varient avec chaque compagnie. Mais il ne sera pas sans intérêt de résumer, d'une manière générale, l'économie de ces traités et les conséquences qu'ils ont eues pour le Trésor et pour nos chemins de fer.

Aux termes du rapport adressé, le 28 décembre 1879, par M. de Freycinet, alors ministre des Travaux publics, à M. le Président de la République, le réseau des voies ferrées d'intérêt général du territoire français devait être complété par la construction de 18,000 kilomètres de voies nouvelles; l'exécution de ces travaux, en y comprenant les sommes nécessaires pour le rachat et l'achèvement de diverses lignes, correspondait à une dépense totale d'environ 4,000,000,000. L'Etat prenant à sa charge ces travaux, devait se procurer les fonds nécessaires, au moyen de l'émission d'un nouveau type de rente 3 0/0 amortissable en 75 ans.

Jusqu'au commencement de l'année 1882, l'exécution du plan financier, arrêté au moment où était adopté ce grand programme de travaux, s'est poursuivie, sinon sans difficulté, au moins sans rencontrer de sérieux obstacles. Mais, dans les premiers mois de 1882, une crise provoquée par les écarts et les abus de la spéculation privée, modifia, de fond en comble, les conditions du marché financier, en rendant plus onéreux et plus difficiles, pour le Trésor, les nouveaux appels que l'Etat avait à faire aux capitalistes pour donner à l'exécution des travaux admis en principe.

Cette difficulté éludée pour l'exercice 1883, par un expédient consistant à pourvoir à la dotation nécessaire à la continuation des travaux, au moyen des excédents disponibles des exercices antérieurs, devait se reproduire au moment de la préparation du budget de l'année 1884. Dans cette situation trois solutions étaient aux prises :

La première consistait à restreindre l'exécution des travaux en ajournant, pour un temps indéterminé, la réalisation de promesses solennellement faites au pays;

La seconde solution consistait à gager de suite un emprunt important, tentative peu sûre au lendemain de la secousse qu'avait subi le marché financier, et quand pesait encore sur lui le déclassement des rentes, produit par l'effet d'une conversion récente.

Ces deux solutions écartées, il n'en restait qu'une, consistant à se décharger sur les compagnies de chemins de fer du soin de construire les nouvelles voies ferrées et de traiter avec elles sur des bases acceptables, c'est-à-dire tout en respectant les droits de l'Etat, de les affranchir de l'incertitude où laissait ces compagnies la menace fréquemment renouvelée d'un rachat probable dans un avenir peu éloigné.

L'esprit général de ces conventions est donc de faire appel à l'industrie privée, en substituant les compagnies à l'Etat, pour l'exécution du troisième réseau; elles font l'avance des capitaux, que l'Etat leur rembourse par des annuités, comprenant l'intérêt et l'amortissement payables jusqu'à l'expiration des concessions, soixante-quatorze ans. Enfin l'Etat se réserve une forte part dans les bénéfices, quand il s'en produira, mais il assure un revenu *minimum* aux actionnaires.

Si des contestations ont pu s'élever sur les avantages réels résultant de la substitution des compagnies à l'Etat pour l'emprunt des sommes nécessaires à la construction des lignes nouvelles, un avantage indiscutable est celui qui résulte de la contribution des compagnies aux dépenses de la superstructure, de la fourniture, laissée à leur charge, du matériel roulant, du mobilier, du matériel et de l'outillage des gares, toutes charges dont le grèvement atténue les sacrifices du Trésor. Celles des compagnies qui doivent actuellement à l'Etat des sommes plus ou moins importantes, à raison de la garantie d'intérêt stipulée en 1859, s'engagent à affecter ces sommes aux travaux de construction des lignes nouvelles : ce remboursement des avances précédemment faites par l'Etat, a eu pour conséquence d'alléger sensiblement les budgets depuis 1884.

L'exploitation du réseau concédé aux compagnies est à leur charge; pendant la construction des lignes et jusqu'à leur achèvement, les insuffisances des recettes sont portées au compte de premier établissement. L'ancien et le nouveau réseau, constitués en 1859, ne peut désormais faire l'objet de comptes distincts; il n'y a plus qu'un compte commun pour l'ensemble des lignes composant le réseau de chaque compagnie.

Le gouvernement conserve, à toute époque, le droit de racheter la concession tout entière de chaque compagnie; dans ce cas il doit rembourser, en capital, les dépenses complémentaires exécutées moins de quinze ans avant l'époque de rachat, et faites pour améliorer l'exploitation, ou donnant au public les satisfactions qu'il réclame. Toutefois ces dépenses sont, chaque année, limitées par la loi de finances qui fixe l'importance des travaux complémentaires que le Ministre pourra autoriser. L'annuité attribuée à la compagnie rachetée est calculée, non pas d'après l'ensemble des produits nets de l'exploitation, mais d'après la portion de ce revenu net attribué aux actionnaires, de sorte qu'en cas de partage des bénéfices entre l'Etat et la compagnie, le montant de l'annuité à payer pour le rachat de la concession est diminué d'autant.

La diminution des tarifs est conditionnelle : si l'Etat supprime les surtaxes qui frappent les transports en grande vitesse, les compagnies sont tenues de faire des dégrevements corrélatifs qui, joints à cette suppression, abaisseraient les prix de 10 0/0 en 1re classe, 20 0/0 en 2e classe, 30 0/0 en 3e classe; si la totalité de l'impôt disparaissait, la réduction totale serait de 30, 40 et 50 0/0, selon la classe, c'est une véritable révolution économique.

Telle est, à grands traits, l'esquisse des avantages que l'Etat doit retirer de ces conventions qui ont sauvé une situation très compromise. Elles sont venues à point :

six mois plus tard, il est douteux que l'Etat aurait trouvé les compagnies disposées à consentir à des sacrifices aussi importants, car c'est à ce moment qu'a précisément commencé une période de baisse soutenue de leur trafic, qui vient à peine de reprendre son niveau normal. Déjà, en 1888, avant l'année de l'Exposition, les recettes des chemins de fer français avaient subi un relèvement sérieux ; le mouvement exceptionnel qu'a produit l'affluence des visiteurs à l'Exposition a achevé de rétablir l'équilibre, et cette année l'accroissement du trafic des marchandises compense presque la diminution inévitable des recettes de la grande vitesse. On peut donc dire que la situation, après avoir laissé beaucoup à désirer pendant près de cinq ans, aussitôt après la convention, est devenue tout à fait prospère : c'est un léger retard apporté au moment où l'on espérait récolter les fruits d'une sage transaction, mais le résultat n'en est pas moins acquis d'une manière solide et durable; l'avenir de nos chemins de fer est désormais assuré.

La période qui vient de s'écouler porte encore une empreinte tout à fait caractéristique, due au développement qu'a pris l'emploi de la voie étroite pour les chemins de fer; la plupart des chemins de fer d'intérêt local du quatrième réseau, concédés par les départements sous le régime de la loi du 11 juin 1880, sont construit, ou en cours d'exécution avec la voie de 1 mètre de largeur, entre les bords intérieurs des rails. C'est un acte de renonciation loyale à toute tentative de concurrence, renouvelée des procédés de 1875, par lesquels d'audacieux brasseurs d'affaires ne tendaient qu'à faire échec au trafic des réseaux existants, sous le couvert de l'intérêt local. Parmi les sociétés les plus importantes qui se sont formées pour continuer d'exploiter ces lignes d'intérêt local, nous citerons principalement la *Société générale des chemins de fer économiques* et la *Société des chemins de fer départementaux* dont les concessions ont déjà acquis une longueur kilométrique comparable à celle des compagnies d'intérêt général, concessionnaires de lignes à voie normale. On ne peut qu'applaudir à ces efforts et les encourager par tous les moyens : l'outil doit être proportionné au travail, à petit trafic il faut un petit chemin de fer, et sans aller jusqu'à la voie de 0m,60, dont l'emploi spécial paraît être réservé à certaines exploitations ou aux colonies, il est certain qu'il y a de sérieuses économies à réaliser dans l'emploi de la voie de 1 mètre.

Statistique. Les renseignements complémentaires que nous avons à donner pour la période qui vient de s'écouler, consistent surtout à compléter les tableaux des pages 143 à 149 du IIIe volume du *Dictionnaire*, ou à y ajouter des tableaux dressés sur des bases dont l'expérience a fait reconnaître le côté pratique.

L'accroissement du réseau français a été rapide, surtout de 1881 à 1888 ; depuis cette époque il oscille de 500 à 1,000 kilomètres par an; les recettes ont subi une dépression sensible, surtout en 1885 et 1887, les dépenses ont également diminué dans une large mesure, de sorte que le coefficient d'exploitation est resté à peu près stationnaire ; le parcours moyen d'un voyageur et d'une tonne continuent à décroître à peu près régulièrement; les tableaux de la page 145 (vol. III) étaient relatifs à l'ancien et au nouveau réseau, cette distinction a désormais cessé d'exister.

En ce qui concerne les recettes des voyageurs, pendant l'année 1889, elles ont été de 1,132,167,399 francs se répartissant en :

Réseau de l'Etat	35.556.023 fr.
Compagnies principales	1.088.964.665
Compagnies diverses	6.698.926
Chemins non concédés	947.785

En augmentation de 81,676,992 francs sur les recettes de l'année 1888.

Par kilomètre les recettes ont été de :

Réseau de l'Etat	13.550 fr.
Compagnies principales	36:563
Compagnies diverses	17.864
Chemins non concédés	4.139

Soit une moyenne par kilomètre de 34,423 francs, en augmentation de 1,750 sur l'exercice 1888.

Enfin, la situation exacte des chemins de fer français au 31 décembre 1889 est la suivante :

Réseau de l'Etat	2.628 kilom.
Compagnies principales	29.999
Compagnies diverses	433
Chemins non concédés	265
Total	33.174 kilom.

En augmentation de 542 kilomètres sur la longueur exploitée au 31 décembre 1888.

Nous y ajouterons des renseignements commerciaux que n'avait pas fournis l'article précédent et qui ne sont pas sans intérêt (V. tableau A, page 523).

D'après les renseignements fournis par le recueil des documents statistiques du ministre des travaux publics de l'année 1886, les conditions techniques d'établissement des chemins français étaient les suivantes au 31 décembre de cette année.

I. *Pour les chemins de fer d'intérêt général.* Sur 31,230 kilomètres de chemins ouverts à l'exploitation, 12,704 kilomètres sont à double voie et 16,036 kilomètres à voie unique, soit 40.6 0/0 à double voie et 59.4 0/0 à simple voie.

Comme tracé ces 31,230 kilomètres se répartissent ainsi : 19,582 kilomètres sont en alignements droits; 5,068 en courbes égales ou supérieures à 1,000 mètres; 4,530 en courbes égales ou supérieures à 500 mètres; 2,049 en courbes inférieures à 500 mètres.

Et comme profil en : 7,610 kilomètres en palier; 11,293 en déclivités inférieures ou égales à 0,005 millimètres; 7,319 en déclivités comprises entre 0,006 et 0,010 millimètres; 4,478 en déclivités comprises entre 0,011 et 0,020 millimètres; 530 en déclivités supérieures à 0,020 millim.

Le développement général des voies est de 52,830 kilomètres, dont 44,562 kilomètres de voies principales et 8,268 kilomètres de voies accessoires de gares.

L'ensemble du réseau d'intérêt général est traversé 44,663 fois par les routes et chemins à l'aide de 26,969 P. N.,12,338 P. I. et 5,356 P. S., a nécessité l'établissement de 51,624 viaducs, ponts et ponceaux et 939 souterrains ayant une longueur totale de 358 kilomètres, et est desservi par 4,932 gares, stations et haltes.

L'effectif du matériel roulant comprend : 9,422 locomotives, 4,224 à voyageurs et mixtes, 5,198 à marchan-

Tableau des accidents de personnes qui se sont produits sur les chemins de fer d'intérêt général, de 1876 à 1886.

Années	Voyageurs		Agents		Autr. personnes n'ay. p. voyagé		Totaux	
	tués	blessés	tués	blessés	tuées	blessées	tués	blessés
1886	30	182	177	449	169	77	376	708
1885	22	140	187	559	119	60	328	759
1884	32	268	208	657	190	102	430	1.037
1883	42	279	263	761	148	89	453	1.129
1882	23	169	312	772	176	74	511	1.015
1881	59	346	305	924	148	78	512	1.348
1880	35	377	269	936	122	77	426	1.390
1879	34	410	224	1.721	103	92	361	2.223
1878	38	308	215	3.781	170	215	423	4.304
1877	20	371	180	3.476	169	205	369	4.052
1876	32	273	224	3.532	119	180	375	3.985

dises et diverses ; 21,809 voitures à voyageurs, 4.467 de 1re classe, 7,472 de 2e classe et 9,870 de 3e classe ; 9,692 fourgons ; 233,155 vagons de marchandises de toute nature y compris les vagons de ballast.

Le personnel des chemins d'intérêt général est de 225,005 agents employés : 2,685 à l'administration centrale, 94,083 à l'exploitation, 58,429 à la traction et matériel, et 69,808 au service de la construction ; dans le nombre total de 225,005 agents, sont comptés 65,212 auxiliaires ou ouvriers payés à la journée, 21,924 femmes et 116,987 anciens militaires.

Enfin, il s'est produit 1,394 accidents, parmi lesquels 71 déraillements et 58 collisions

II. *Chemins de fer d'intérêt local.* 1,455 kilomètres à voie normale, 414 kilomètres à voie étroite, formant un ensemble de 1,870 kilomètres ouverts à l'exploitation, tous à voie unique. Les tableaux suivants donnent la répartition de ces 1,870 kil. comme tracé et comme profil :

Nature du tracé.

	Alignements droits	Courbes : égales ou supérieures à 1,000 mètres	Courbes : égales ou supérieures à 500 mètres	Courbes : inférieures à 500 mètres	Totaux
	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.
Lignes à voie normale.	951	146	198	160	1.455
Lignes à voie étroite.	272	17	22	104	414

Nature du profil.

	Paliers	Déclivités : égales ou inférieures à 0,005m/m	Déclivités : entre 0,005m/m et 0,010m/m	Déclivités : entre 0,010m/m et 0,020m/m	Déclivités : supérieures à 20m/m	Totaux
	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.
Lignes à voie normale	383	473	293	277	28	1 455
Lignes à voie étroite	84	101	54	151	21	414

Ouvrages d'art.

	Nombre de P. N.	Nombre de P. I.	Nombre de P. S.	Nombre de Totaux	Nombre de viaducs ponts et ponceaux	Nombre de Souterrains	Longueur totale des souterrains	Nombre des stations
Lignes à voie normale	2.914	172	76	3.162	2.794	3	774 mèt.	358
Lignes à voie étroite	821	22	16	859	811	1	102	113

Effectif du matériel.

	Locomotives : à voyageurs	Locomotives : à marchandises	Locomotives : Total	Voitures de voyageurs : 1re classe	Voitures de voyageurs : 2e classe	Voitures de voyageurs : 3e classe	Voitures de voyageurs : Totaux	Fourgons	Vagons de marchandises
Ensemble des lignes à voie normale et à voie étroite	194	24	218	20	299	247	566	182	2.725

Personnel. Sur l'ensemble des lignes d'intérêt local, il y a 4,373 agents employés ; 248 à l'administration centrale, 1,587 à l'exploitation, 793 à la traction et 1,745 à la construction, 172 hommes à la journée, 552 femmes employées et 652 anciens militaires.

Accidents. Enfin, 12 personnes ont été tuées et 42 blessées, 2 déraillements et 27 accidents divers ont eu lieu sur l'ensemble des chemins de fer d'intérêt local.

III. *Chemins de fer Algériens et Tunisiens.* Longueur du réseau exploité, 2,232 kilom. 8 ; 9 kilom. 7 à deux voies, 2,133 kilom. 1 à voie unique.

Nature du tracé.

Alignements droits	1.529	kilom.
Courbes : égales ou supérieures à 1,000 mètres	176	—
Courbes : égales ou supérieures à 500 mètres	215	—
Courbes : supérieures à 500 mètres. . . .	311	—
Courbes : Ensemble.	703	—

Nature du profil.

Paliers	539	kilom.
Déclivités : égales ou inférieures à 0,005m/m.	612	—
Déclivités : entre 0,005m/m et 0,010m/m. . . .	510	—
Déclivités : entre 0,010m/m et 0,020m/m	489	—
Déclivités : supérieures à 0,020m/m.	83	—
Déclivités : Ensemble.	1.694	—

Ouvrages d'art.

Passages de routes ou de chemins : P. N.	1.570	
Passages de routes ou de chemins : P. I.	127	
Passages de routes ou de chemins : P. S.	26	
Passages de routes ou de chemins : Ensemble	1.723	
Viaducs, ponts et ponceaux.	4.479	
Souterrains.	57	
Développement des souterrains	20	kilom.
Nombre des stations et haltes.	220	

Effectif du matériel.

Locomotives	à voyageurs	216
	à marchandises	11
	Ensemble	227
Voitures à voyageurs	1re classe	28
	2e classe	173
	3e classe	268
	Total	469
Fourgons		168
Vagons de marchandises		4.076

Personnel.

Administration centrale	252
Exploitation	1.708
Matériel et traction	1.528
Travaux	3.143
Ensemble	6.631
Agents auxiliaires	1.693
Femmes employées	507
Anciens militaires	1.846

Accidents

Accidents de personnes	Personnes tuées	12
	Personnes blessées	24
	Ensemble	36
Accidents d'exploitation	Déraillements	1
	Collisions	1
	Divers	28
	Ensemble	30

2° *Chemin de fer métropolitain de Paris.* La question d'un chemin de fer métropolitain dans Paris a, depuis 1882, subi plusieurs phases. L'administration a, en 1886, établi, sur l'initiative de M. Baïhaut, alors ministre des travaux publics, un projet complet, dont la concession devait être accordée à M. Christophle, gouverneur du Crédit foncier. Combinant les solutions aérienne et souterraine de MM. Haag et Vauthier-Deligny, ce projet comprenait un réseau de 33 kilomètres, avec 55 stations, 20 en viaduc, 14 en tranchée ouverte, 21 en souterrain ; il desservait bien les grands courants de circulation et répondait au désideratum exprimé dès lors, avec une grande fermeté, du raccordement des grandes Compagnies et de la pénétration de leurs lignes dans Paris. Ce projet prenait pour base une circulation de 100,000,000 de voyageurs dont le quart environ provenait du trafic d'apport des Compagnies raccordées (le tableau ci-contre donne le mouvement des voyageurs et des marchandises dans les gares de Paris pendant l'année 1887) ; s'il demandait la garantie de l'Etat, en raison de la grande dépense à faire, c'était avec le désir de ne faire fonctionner cette garantie que pendant un très petit nombre d'années. Le devis s'élevait à 47,000,000 de francs, que devait fournir une société spéciale, le rôle de l'Etat se bornant à nommer le personnel technique chargé de l'exécution et de l'exploitation.

Dans l'établissement des tarifs, dans le partage des bénéfices avec l'Etat, au-dessus d'un certain chiffre et dans leur emploi à des accroissements du réseau, dans l'allure même prévue pour l'exploitation, on trouve une foule de principes utiles, dénotant une étude plus détaillée que celles qu'on avait antérieurement faites, et dont on ne s'écartera guère dans les projets nouveaux, quelle que soit la solution adoptée.

Il semblait donc que le projet dût forcément aboutir et Paris en serait probablement doté en grande partie à l'heure actuelle, avec la sanction d'une réussite pendant la grande année de l'Exposition, si des changements politiques et administratifs, ainsi que les préoccupations con-

TABLEAU A. — *Mouvement des voyageurs et des marchandises dans les gares de Paris pendant l'année 1887.*

Désignation des gares	Mouvement des voyageurs		Mouvement des marchandises en tonnes							
			Expéditions			Arrivages			Ensemble		
	Partis	Arrivés	G. V.	P. V.	Total	G. V.	P. V.	Total	G. V.	P. V.	Total
Etat (Montparnasse)	49.796	54.562	1.863	19.638	21.501	5.377	32.340	37.717	7.240	51.978	59.218
Nord	4.359.846	4.291.780	54.802	349.878	404.680	63.980	1.881.457	1.945.437	118.782	2.231.335	2.350.117
Est	3.388.004	3.367.139	15.846	240.149	255.995	20.237	654.448	674.685	36.083	894.597	930.680
Vincennes	5.504.901	5.381.003	929	62.891	63.820	343	122.600	123.033	1.272	185.581	186.853
Ouest R. D. — Saint-Lazare	12.784.935	12.427.930	29.432	»	29.432	22.681	7.270	29.951	52.113	7.270	59.383
Ouest R. D. — Batignolles	7.391	1 977	11.602	458.474	470.076	11.951	811.064	823.015	23.553	1.269.538	1.293.091
Ouest R. G. — Montparnasse	1.964.241	1.915.670	7.952	»	7.952	5.773	»	5.773	13.725	»	13.725
Ouest R. G. — Vaugirard	2.772	200	717	124.313	125.030	14.751	264.190	278.941	15.468	388.503	403.971
Orléans	2.405.778	2.378.600	36.307	317.497	353.804	91.487	607.812	699.299	127.794	925.309	1.053.103
Sceaux	1.930.055	1.913.510	29.044	447.713	476.757	51.467	755.614	806.991	80.511	1.203.327	1.283.838
Paris-Lyon-Méditerranée	32.417.719 (1)	31.732.371 (1)	188.494	2.020 553	2.209.047	288.047	5.136.885	5.424.932	476.541	7.157.438	7.633.979
Totaux											
Ligne d'Auteuil	6.992.745	7:234.345									
Ceinture R. D. et R. G.	16.972.617	8.783.311									
Total général pour les voyageurs	56.383.081 (2)	47.750.027 (2)									

(1) Ces chiffres représentent le mouvement des voyageurs arrivés de l'extérieur ou partis de Paris pour l'extérieur par les huit grandes gares terminus.

(2) Ces chiffres représentent le mouvement général des voyageurs dans tout l'ensemble des gares de Paris.

sidérables financières et techniques des préparatifs de cette même Exposition, n'eussent retardé le moment de le présenter au Parlement. Renvoyé à l'examen du Conseil municipal, il se modifia par une gradation presque insensible et finit par s'écarter totalement de l'étude primitive. L'administration dut, par conséquent, présenter à la Chambre des députés, un nouveau projet complètement remanié qui fut déposé en 1887, et la déclaration d'utilité publique, qui au début, semblait imminente, fut ajournée à la suite d'un vote de la Chambre, presque exclusivement motivé par des considérations politiques.

L'Exposition se passa sans que cette question pût être utilement reprise; actuellement le public se trouve en présence d'une nouvelle proposition qui a plus de chances d'aboutir, si elle ne se heurte pas à des oppositions motivées par des questions d'intérêt privé.

Le métropolitain de 1890 se compose de deux parties bien distinctes :

1° Prolongement, par la Compagnie du Nord, de son réseau dans Paris, au moyen de deux branches se dirigeant, l'une vers les Halles, l'autre vers le boulevard des Capucines.

La Compagnie demande cette concession sous le régime des conventions de 1883; elle a fait l'étude d'un avant-projet de ces deux lignes, comportant des souterrains partant de la gare du Nord et suivant le sous-sol des boulevards Magenta, de Strasbourg et Sébastopol, ainsi que de la rue Lafayette et de la rue Halévy. Elle évalue à 25,000,000 la dépense totale que nécessiterait la réalisation de son projet, y compris les raccordements avec le chemin de fer de ceinture, pour permettre aux trains des autres Compagnies de circuler sur ces prolongements,

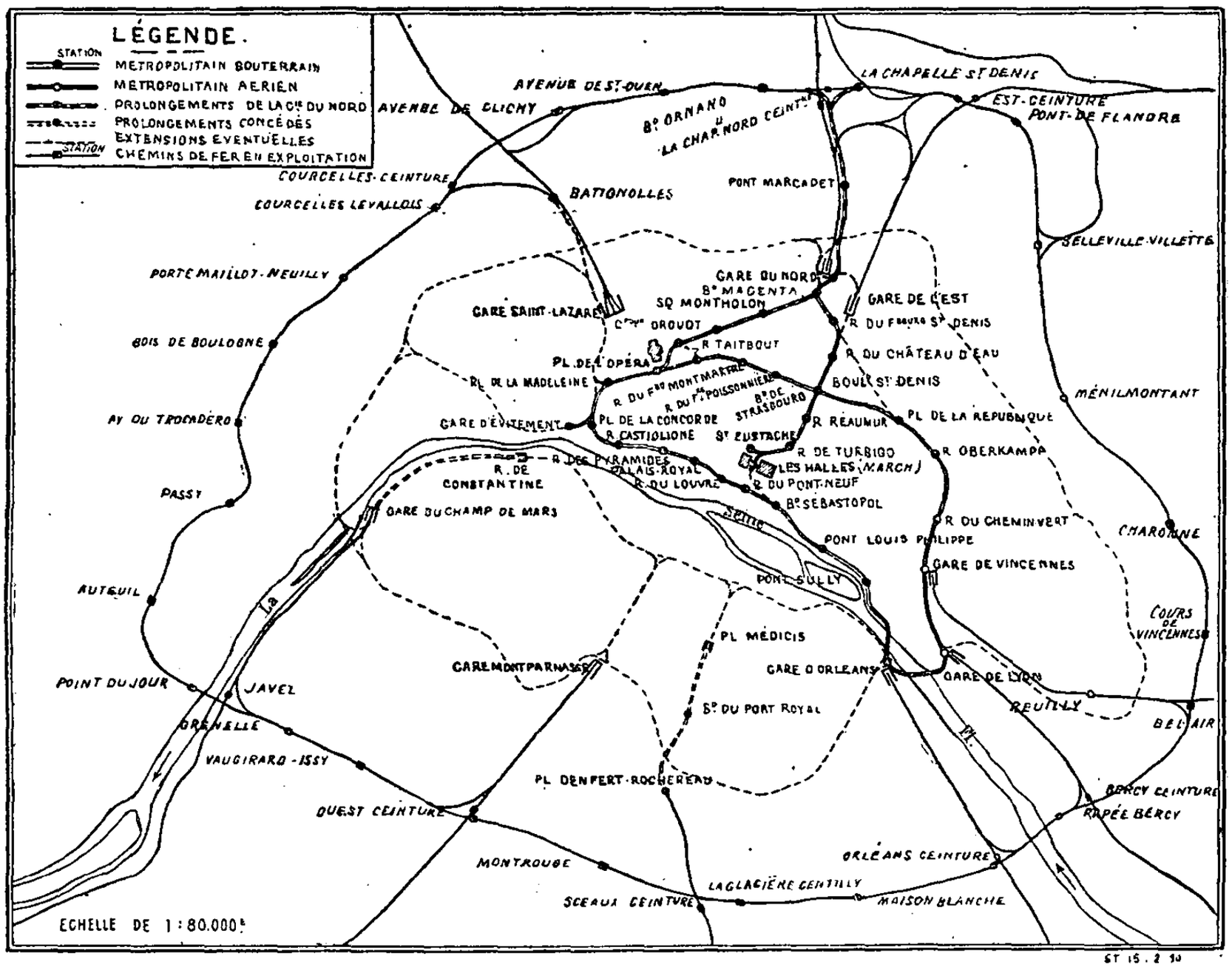


Fig. 371.

mais non compris les raccordements éventuellement prévus avec les gares de l'Ouest (Saint-Lazare) et de l'Est, le jour où ces deux Compagnies sentiront l'utilité d'une jonction avec le réseau métropolitain ; l'étude présentée par le Nord se prête à cette éventualité.

2° Installation par une société financière au nom de laquelle la Compagnie des établissements Eiffel se présente, comme demandeur en concession, d'un réseau métropolitain central comportant la création immédiate d'un souterrain exécuté, sans expropriations, sous les grands boulevards et sous la rue de Rivoli, avec une portion de viaduc, pour former le circuit entre la place de la République, la Bastille, la gare de Lyon, la gare d'Orléans et l'Hôtel-de-Ville. L'extrait de carte ci-joint (fig. 371) représente cet anneau, créé de manière à se prêter à des extensions ultérieures, indiquées sur la carte par des traits pointillés, et complété par un raccordement avec les lignes de prolongement du Nord, ainsi qu'avec les gares de Lyon et d'Orléans. Le parcours est de 7,770 mètres en souterrain et 3,455 mètres en viaduc ; la demande est faite sans subvention ni garantie d'intérêt. Il ressort des chiffres fournis par les auteurs du tracé, que le premier réseau, ainsi constitué, dessert, en totalité ou en grande partie, treize des vingt arrondissements de Paris, et une population de 600,000 habitants, dans un rayon de moins de 500 mètres.

Tels sont les projets qui, après un avis favorable du Conseil général des ponts et chaussées, a été mis aux enquêtes. A l'heure ou nous imprimons ces lignes, la solution de cette importante affaire est encore incertaine, mais on ne peut que souhaiter, dans l'intérêt de la circulation parisienne, qui est si encombrée, que ce nouveau moyen de transport vienne enfin dégager les rues où l'on passe difficilement, quoiqu'on les élargisse sans cesse, et fournir au public un autre mode de locomotion que les omnibus où l'on ne trouve pas de places, ou des voitures dont les cochers refusent de prendre les voyageurs. — M. C.

Nous donnons ici une étude sur les *avant-projets* que notre *Dictionnaire* ne mentionne pas, et nous nous attacherons ensuite aux chemins de fer spéciaux, dont nous décrirons deux types intéressants qui n'ont pu trouver place dans le *Dictionnaire,* le *chemin de fer glissant* et le *chemin de fer funiculaire par traction avec câble sans fin.*

• Avant-Projet. Lorsque les ingénieurs ont une étude d'avant-projet à présenter, ils sont ordinairement fixés sur les localités qu'ils ont à desservir et sur les points principaux se trouvant sur le parcours de la ligne à étudier. Ces points dont ils ne peuvent s'écarter sensiblement, sont ce qu'on appelle en terme du métier « des points obligés. »

Il existe en France une carte dite « carte d'Etat-Major » dont la publication est faite sur des feuilles portant en tête le nom de la ville principale qui se trouve dans la zone figurée. Ces feuilles sont depuis longtemps livrées au public, et elles se vendent couramment dans les principales librairies de Paris et de la province. Elles donnent les principales altitudes des points remarquables, au moyen de cotes noires inscrites au dessus d'un point et repérées par rapport au niveau de la mer.

Ces points repérés ont été obtenus au moyen de nivellements et par la triangulation générale de la France faite par les officiers d'Etat-major. Les cotes intermédiaires entre les points repérés sont représentées par des hachures noires qui permettent, en comptant les tranches, d'obtenir des cotes d'altitude sur tous les points de la carte. Mais en raison des dispositions adoptées pour le figuré du terrain qui est représenté comme le sont tous les autres détails en noir, en raison aussi de la petitesse de l'échelle (1/80 000), il n'est pas possible à l'ingénieur d'étudier sérieusement un tracé d'avant projet, ni de dresser un profil en long de ce tracé, lequel n'indiquerait que très grossièrement les accidents de terrain. Il convient pourtant d'utiliser cette carte en y indiquant *grosso modo* le tracé probable établi d'après les données qu'elle renferme.

Une fois ce tracé établi, comme l'ingénieur n'est pas sûr que la direction qu'il indique ne puisse être sujette à des déplacements plus ou moins considérables, il a recours à l'emploi de la carte d'Etat-Major au (1/40 000e) dont l'échelle, double de la première, donne une plus grande certitude et permet d'établir un profil représentant les accidents de terrain que la première carte n'a pu lu donner. A cet effet, il entoure le tracé qu'il a indiqué sur la carte au 1/80 000e d'une zone variable suivant le plus ou moins de degré de certitude qu'il a acquise par la première étude ; il teinte cette zone en rouge et demande au dépôt de la guerre l'extrait de la carte au 1/40 000e compris dans cette zone.

Cette carte au 1/40 000e qui a servi à établir celle au 1/80 000e livrée à la publicité, n'a jamais été mise en vente ni tirée. Mais les minutes sont soigneusement conservées au dépôt de la guerre qui en délivre des extraits moyennant une rétribution peu élevée.

Elle donne toutes les altitudes nivelées et en plus grand nombre que dans la première ; au lieu de hachures, le terrain est figuré par des courbes de niveau en terre de Sienne, indiquant habituellement entre elles des différences de niveau de 10 mètres, quelquefois de 20 mètres, dans les endroits trop escarpés où les courbes pourraient se confondre ; ces courbes de niveau sont figurées en terre de Sienne ; les cours d'eau en bleu, les chemins, routes, etc., en noir. Le dépôt de la guerre délivre ces extraits sur du papier dioptrique.

Comme il serait très difficile de procéder sur ces extraits à une étude qui exige quelquefois de longs tâtonnements, on en fait habituellement tirer plusieurs exemplaires autographiés sur papier fort.

La carte une fois tirée, on a déjà, comme il est facile de s'en convaincre par ce qui vient d'être dit, un élément beaucoup plus exact et surtout plus clair qu'avec la carte au 1/80 000e, puisque celle-ci représente tout en noir tandis que celle-là donne des couleurs différentes pour figurer les détails différents.

Mais, telle quelle est lorsqu'elle sort de la presse autographique, elle n'est pas encore suffisamment claire pour que l'ingénieur puisse étudier avec certitude un tracé qui ne s'éloigne pas trop du tracé à exécuter.

Les courbes de niveau, en effet, étant placées de 10 mètres en 10 mètres, et étant figurées en une seule et même couleur, on serait obligé de suivre avec la pointe du crayon leurs contours plus ou moins sinueux et il arriverait quelquefois que malgré toute l'attention qu'on y apporterait, on courrait le risque de passer sans s'en apercevoir d'une courbe à l'autre.

Voici le moyen qu'on emploie pour éviter cette chance d'erreur et, en même temps, pour rendre la carte plus claire.

On donne aux courbes de niveau des couleurs différentes et voici celles qu'on adopte en général : on suit avec une plume fine contenant la couleur afférente à chaque courbe, toutes les sinuosités qu'elle décrit et on donne 1° aux courbes de 100 en 100 mètres la couleur verte ; 2° à celles de 80 en 80 mètres la couleur orangé ; 3° à celles de 60 en 60 mètres, la couleur bleue ; 4° à celles de 40 en 40 mètres, la couleur rouge ; 5° enfin à celles de 20 en 20 mètres la couleur jaune ; on conserve la couleur terre de Sienne à toutes les courbes intermédiaires *de 90, 70, 50, 30 et 10 mètres.*

La carte ainsi arrangée change d'aspect, et permet d'embrasser d'un seul coup d'œil toute la topographie de la zone dans laquelle on se propose de faire mouvoir les différentes directions qu'on peut étudier et comparer ensuite entre elles, afin de fixer le choix sur le tracé le plus avantageux qu'il convient d'appliquer sur le terrain.

L'ingénieur cherche alors à établir sur la carte les diverses lignes de pente qu'il convient d'adopter en desservant les points obligés. L'établis-

sement de ces lignes de pente s'obtient d'abord par la recherche de la ligne de moindre dépense, c'est-à-dire de la ligne qui, avec une pente donnée, se rapproche le plus possible des cotes d'altitude déterminées par les courbes de niveau. Le plus souvent on se contente, pour déterminer cette ligne, d'ouvrir le compas de manière à ce que les pointes soient distantes de 200 mètres ; soit à l'échelle de la carte cinq millimètres (0m.005).

Supposons, par exemple, que le point de départ soit à la cote 100 représentée sur le tracé par une courbe verte qui le coupe à son origine et qu'on ait adopté, afin de gagner un des points obligés, la rampe de 0,015 par mètre ; il faudra donc, pour obtenir la ligne de moindre dépense, qu'on trouve sous la pointe du compas, à 200 mètres du point de départ, la cote

$$200 \times 0{,}015 + 100 = 103 ;$$

qu'à 200 mètres plus loin on trouve la cote 106 ; à un kilomètre la pointe du compas devra s'arrêter exactement à mi-distance de la courbe 110 indiquée en terre de Sienne sur la carte et de la courbe 120 indiquée en jaune ; à deux kilomètres elle devra venir coïncider avec la courbe 130 indiquée en terre de Sienne et ainsi de suite, en ayant soin de marquer par des points au crayon rouge tout le parcours effectué par le compas. En réunissant tous ces points entre eux, on obtient une ligne brisée qui est la ligne de moindre dépense. Supposons que cette ligne ainsi obtenue affecte la forme suivante (fig. 372) :

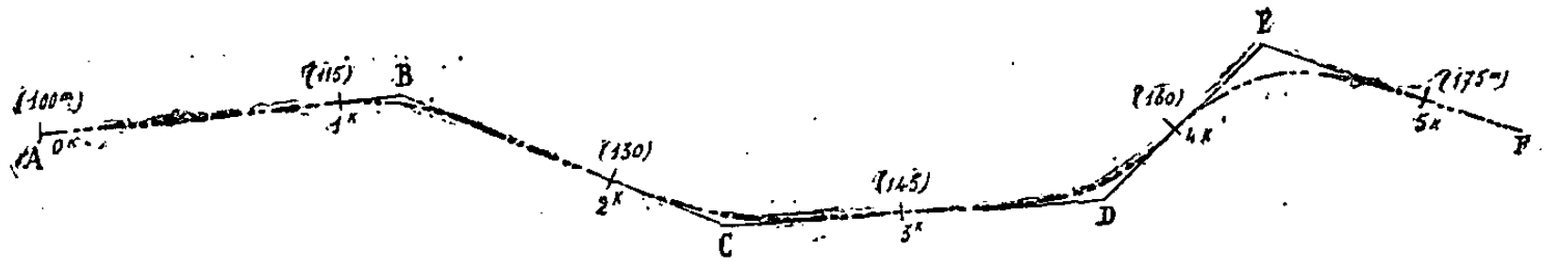


Fig. 372.

Si le tracé pouvait suivre exactement toutes les sinuosités de cette ligne brisée on obtiendrait un profil qui ne présenterait sur l'axe aucune hauteur de déblai ni de remblai, ou du moins des hauteurs insignifiantes ; il s'en suivrait que la dépense de construction serait réduite à sa plus simple expression. Mais il n'en est pas ainsi ; il faut nécessairement raccorder cette série de lignes brisées par des courbes dont les rayons minimums sont commandés par les exigences de l'exploitation. Ces rayons sont déterminés par les règlements qui sont en usage, soit au minimum de rayon de 250 mètres pour les lignes à voie large et 80 mètres pour les lignes à voie étroite. Il est bon d'observer en outre que deux courbes tournant en sens contraire doivent toujours, quel que soit leur rayon, être séparées entre elles par une ligne droite dont la longueur ne doit pas être inférieure à 100 mètres pour les lignes à voie large, et à 60 mètres pour les lignes à voie étroite. Cette condition s'explique par ce fait, que pour assurer la sécurité des voyageurs, éviter des déraillements et obtenir un moindre effort de traction, il est prudent d'éviter qu'un train se trouve en même temps engagé dans une courbe tournant dans un sens, dans une ligne droite et dans une autre courbe tournant en sens contraire.

Il s'agit donc de raccorder par des courbes la ligne brisée qu'on a obtenue en observant les conditions ci-dessus. Or, il est évident que les alignements AB, BC, CD, DE, EF une fois raccordés entre eux par des courbes, l'axe du tracé se trouvera sensiblement déplacé et que la ligne brisée ABCDEF ne coïncidera plus exactement avec les cotes données par la carte aux abords de chacun des sommets d'angle B C, D E, puisqu'au droit de chacun de ces sommets on aura été conduit à rejeter l'axe du tracé tantôt à droite tantôt à gauche suivant la direction de l'ouverture des angles.

Le tracé une fois établi de cette manière, il ne reste plus qu'à relever exactement sur la carte les cotes rencontrées par l'axe pointillé et à dresser le profil du terrain sur lequel on applique la ligne rouge ou la ligne de pente qn'on s'est donnée, en la modifiant, s'il y a lieu, en raison du changement de développement. Le profil se présente alors avec ses tranchées et ses remblais et les hauteurs principales se déterminent aisément par la comparaison des hauteurs données par le terrain naturel avec celles données à chaque point correspondant par la ligne de pente qu'on y a appliquée.

C'est alors qu'il devient nécessaire de se transporter sur le terrain et de parcourir le tracé ainsi arrêté et défini, car malgré tout le degré d'exactitude que présente la carte, il arrive quelquefois que des points intermédiaires compris entre deux courbes de niveau ont été négligés. Mais ce sont là des détails qui frappent à première vue et qui n'ont en général qu'une importance secondaire.

La visite du terrain doit avoir pour but, surtout pour l'ingénieur de recueillir des renseignements sur les produits du pays traversé ; sur l'importance du trafic et sur la densité des populations qui seront appelées à profiter de l'établissement du chemin de fer projeté. Il a, en outre, à examiner sur place les emplacements des grands et petits ouvrages d'art, le régime des cours d'eau traversés, les routes, chemins ou rivières qu'il peut y avoir lieu de détourner, les éléments de transports que le pays peut fournir, la détermination des emplacements des stations qu'il convient de placer, autant que possible, le plus près des centres de population, aux abords des routes et chemins fréquentés et dans le voisinage des carrières plus ou moins exploitées et des diverses industries dont on doit toujours chercher à se rapprocher, afin de leur faciliter les transports de leurs produits aux stations.

Muni de tous ces renseignements l'ingénieur se livre alors à l'étude du trafic probable. On adopte en général, pour la détermination de cet élément, une formule très simple qui est le résultat d'expériences faites sur un grand nombre de tracés. On prend à cet effet sur la carte et de chaque côté du tracé arrêté une zone de 5 à 6 kilomètres suivant que les voyageurs ou marchandises auront intérêt à se rendre aux stations de la ligne projetée, au lieu de prendre une direction opposée. On prend le chiffre de la population comprise dans cette zone et ce chiffre multiplié par le coefficient 0,6, donne le produit de la recette brute kilométrique annuelle ; pour avoir le produit de la recette nette on retranche de la recette brute les frais d'exploitation qui peuvent être évalués pour les lignes à voie large à 2,300 francs + 3/10 de la recette brute et pour les lignes à voie étroite à 1,800 francs + 3/10 de la recette brute.

M. Michel, ingénieur des ponts et chaussées, a admis après de nombreuses études sur ce sujet que pour toute la France, le rapport du nombre des habitants desservis par une ligne, au nombre des voyageurs expédiés par les stations de cette ligne, peut être représenté par une moyenne de 6,50 voyageurs par habitant et le mouvement des marchandises par une moyenne de 2,20 tonnes par habitant. Cette dernière formule donne des résultats un peu plus forts que la première. Il appartient donc à l'ingénieur de choisir celle des deux qu'il croit devoir appliquer et présenter en raison des circoustances locales et en tenant compte des éventualités qui peuvent se produire dans l'avenir. Les chemins de fer, en effet, établis dans des contrées qui en étaient totalement dépourvues développent souvent le trafic des produits naturels du pays traversé. Des industries qui n'auraient eu avant aucune raison d'être s'y établissent et y prospèrent.

Ces éventualités peuvent donc se produire et il appartient encore ici à l'ingénieur de rechercher les causes qui peuvent déterminer, dans un avenir plus ou moins éloigné, l'établissement d'usines destinées à transformer les produits naturels du pays, et à en tenir compte pour l'établissement des éléments qui servent à déterminer le trafic probable.

Il lui reste ensuite à préparer le dossier qu'il doit soumettre à l'administration supérieure, conformément aux circulaires ministérielles en date des 21 février 1877 et 28 juin 1879. Ce dossier doit être ainsi composé :

1° Une carte au 1/80000e. Cette carte doit indiquer le tracé en rouge et être suffisamment étendue pour qu'on puisse se rendre compte des centres de populations appelées à profiter du chemin de fer projeté. Il est bon afin de la rendre plus lisible, d'entourer d'un cercle teinté en rose les chefs-lieux des communes dont on a relevé le chiffre de la population. Ces cercles doivent être à l'échelle de 0,01 par mille habitants ou moins de 0,01 si la population est trop dense ;

2° La carte au 1/40000e avec courbes de niveau. Cette carte doit indiquer en rouge le tracé avec son kilométrage, les courbes avec l'indication de leurs rayons, les stations avec un double trait, les ouvrages d'art et enfin toutes les indications susceptibles d'offrir quelque intérêt ;

3° Un plan au 1/10000e comprenant une zone qui doit s'étendre au moins de chaque côté du tracé à 1 kilomètre. Ce plan doit comme la carte qui précède contenir toutes les indications déjà données, mais il doit aussi figurer la charpente du tracé, c'est-à-dire la ligne polygonale autour de laquelle se meuvent les courbes avec l'indication de leur développement, des angles et des tangentes. C'est habituellement les tableaux d'assemblage du cadastre qui servent à la confection de ce plan. On prend les extraits soit dans les communes traversées, soit sur les minutes conservées à la direction des contributions directes ;

4° Un profil en long d'ensemble au 1/40000e pour les longueurs et au 1/2000e pour les hauteurs. Ce profil ne doit indiquer que les données qui correspondent à la carte au 1/80000e ;

5° Un profil en long au 1/10000e pour les longueurs et au 1/1000e pour les hauteurs. Ce profil doit indiquer les données qui correspondent au plan au 1/10000e. Il est bon toutefois d'ajouter que les hectomètres doivent y figurer avec une cote de hauteur à chacun d'eux ;

6° Des profils en travers types au 1/100e pour les longueurs et pour les hauteurs. Ces profils en travers doivent indiquer les largeurs de plateforme qu'on a appliquées dans les calculs des terrassements, ainsi que les différentes inclinaisons qu'on se propose de donner aux talus des tranchées et des remblais, enfin toutes les indications suffisantes pour qu'on puisse se rendre un compte exact de la forme transversale du tracé ;

7° Les profils en travers spéciaux à la même échelle s'il y en a, ceux, par exemple, qui indiquent les emplacements de murs de soutènement ou d'ouvrages spéciaux tels que souterrains ou viaducs ;

8° Le devis descriptif. Cette pièce doit donner les détails du tracé, les indications des pentes, courbes, l'emplacement des carrières et enfin tous les renseignements qu'on donne en général dans cette pièce ;

9° Une estimation sommaire des dépenses. Cette estimatien peut se faire de diverses façons. Certains ingénieurs se bornent à présenter en chiffres ronds le montant des dépenses de chaque catégorie de travaux ; d'autres donnent des détails plus longs en faisant figurer tous les travaux afférents à chaque catégorie, mais tous arrivent habituellement à un chiffre qui représente l'estimation de la dépense kilométrique, à laquelle ils ajoutent une somme à valoir pour dépenses imprévues ;

10° Les procès-verbaux des conférences avec les services intéressés. Ces procès-verbaux font mention de l'entente qui s'est produite avec les ingénieurs des services d'entretien des routes, chemins ou cours d'eau traversés ou déviés par le tracé du chemin de fer. Ils contiennent également les observations présentées ou les réserves faites par chacun de ces chefs de service ;

11° Une carte au 1/80000 destinée au ministre de la guerre, en exécution d'un décret du 2 avril 1874;

12° Le rapport. Ce rapport doit contenir : 1° un exposé ; 2° une description du tracé ; 3° des détails sur les alignements et les courbes ; 4° une description du profil en long ; 5° une description des profils transversaux ; 6° des détails sur les terrassements et sur les couches géologiques du sol traversé ; 7° une description sommaire des ouvrages d'art et des stations ; 8° des détails sur la superstructure et sur le matériel roulant ; 9° les bases d'estimation des dépenses ; 10° les formules qui ont servi à déterminer le trafic probable et l'appréciation des avantages de l'entreprise ; 11° des détails sur les conférences ouvertes ; 12° enfin les conclusions.

Ce dossier ainsi composé est envoyé à l'ingénieur en chef qui ouvre les conférences au deuxième degré, résume le rapport de l'ingénieur, donne son avis et adresse le dossier au ministre qui le soumet à l'examen du conseil des ponts et chaussées.

Telles sont en résumé les formalités à remplir pour l'étude et la préparation des dossiers d'avant-projets de chemins de fer. — L. D.

CHEMINS DE FER SPÉCIAUX

Le chemin de fer glissant a figuré à l'Exposition de 1889, où il a été particulièrement remarqué en raison de l'originalité de son principe, et le chemin de fer funiculaire à câble sans fin, qui est appliqué depuis plusieurs années sur les tramways de certaines villes d'Amérique, va l'être également à Paris pour relier au centre de la ville divers quartiers élevés, comme Montmartre, Belleville (mai 1890).

• **Chemins de fer funiculaires avec câble sans fin pour tramways.** Cette disposition fort originale est appliquée dans certaines rues de San-Francisco, en Amérique, depuis 1873, et comme elle est actuellement en cours d'installation dans Paris, nous croyons devoir en faire ici l'objet d'une description résumée.

Le tramway funiculaire emprunte la force motrice d'un câble sans fin installé à demeure dans l'axe de la rue à parcourir, et qui est maintenu constamment en mouvement sous l'action d'une machine fixe.

Lorsque la voiture veut se mettre en marche, elle se rattache au câble qu'elle saisit au moyen d'une mâchoire à griffes, et elle se trouve ainsi entraînée avec lui comme elle l'aurait été sous l'action d'un câble directement attaché. Lorsque la voiture veut s'arrêter, il lui suffit de desserrer les griffes de la mâchoire, et elle abandonne le câble qui continue seul son mouvement. Lorsqu'elle arrive à l'extrémité de son parcours, elle quitte le brin du câble sur lequel elle était reliée, et passe sur la voie de retour, où elle retrouve le brin allant en sens inverse. Comme les deux brins sont également moteurs, dans le parcours d'une rampe, par exemple, le poids de la voiture descendante contribue à soulever celui de la voiture montante, et diminue ainsi l'effort à fournir par la machine motrice.

Cette disposition assure à la voie une capacité de transport presque illimitée, puisque les voitures peuvent se succéder pour ainsi dire sans interruption, en s'amarrant sur un point quelconque du câble. Par contre, elle présente des difficultés d'installation considérables, car elle n'est guère applicable que sur les parcours qui sont presque en ligne droite, et d'autre part, il est impossible de conserver le câble moteur à l'air libre, où il arrêterait toute circulation, et on est obligé de le loger dans une raînure ménagée sur le sol au milieu de la voie. Cette raînure constitue un véritable tube fendu suivant la génératrice supérieure d'une ouverture aussi étroite que pos-

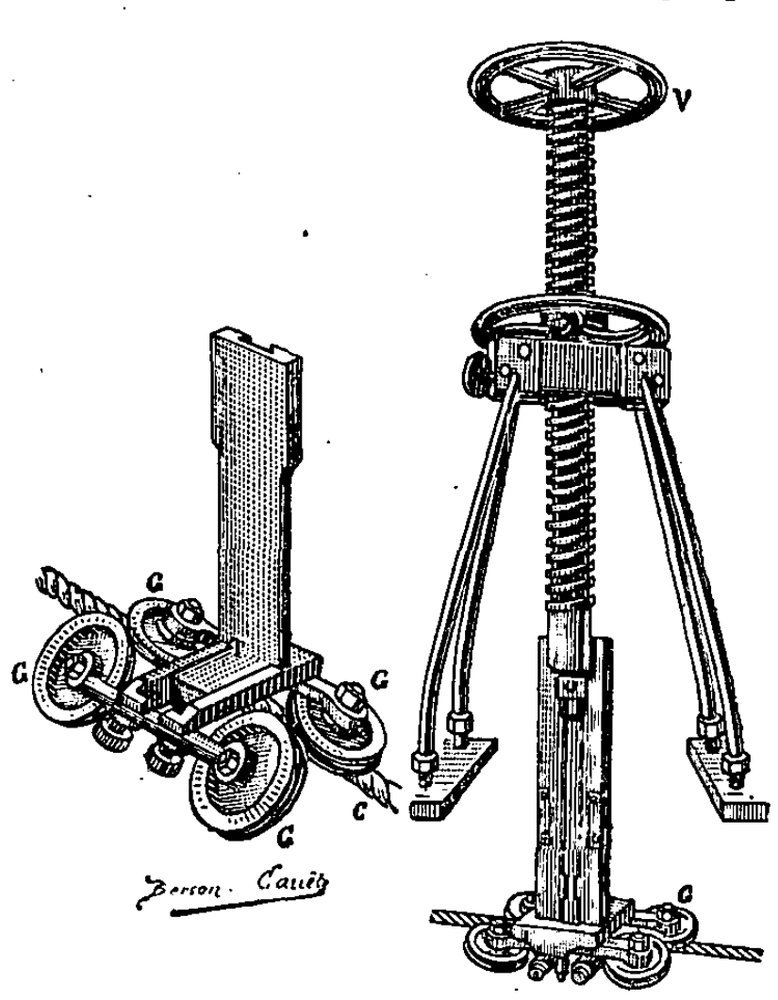


Fig. 373 et 374. — *Machine des tramways de San-Francisco. Vue des galets qui saisissent le câble. Vue d'ensemble.*

sible, afin de livrer seulement passage à la griffe d'attache. Enfin, il est nécessaire de soutenir le câble dans ce tube par des galets convenablement disposés, ce qui entraîne encore des difficultés nouvelles pour le tracé de ces galets. L'entretien de ce tube doit présenter enfin d'assez grandes difficultés, car il faut empêcher autant que possible l'accès des matières étrangères, enlever rapidement l'eau, la neige ou la boue qui pourraient s'accumuler, et gêner le fonctionnement du câble.

Malgré ces objections, les résultats obtenus en service sont des plus satisfaisants, surtout en raison du climat très doux de la ville, et ce type de tramway s'est propagé rapidement dans la ville de San-Francisco. La première application en avait été faite, en 1873, par M. Hallidie, dans une partie de la rue Clay, mais elle s'étendit ensuite sur des parcours plus importants, atteignant jusqu'à 2 kilomètres avec des pentes et contre pentes, comme celles des rues de Californie,

Geary, etc. L'exemple de San-Francisco fut suivi, d'ailleurs, par différentes villes des Etats-Unis.

La principale application de ce type de voie dans cette ville se rencontre sur la chaussée de la rue Clay. Comme cette rue est à double pente, on est obligé de guider le câble par des galets disposés tantôt en dessus, tantôt en dessous, et il a donc fallu reporter latéralement la tige de la mâchoire pour éviter les galets. Cette machoire est représentée dans les figures 373 et 374, elle est formée, comme on le voit, de quatre galets G cannelés sur leur contour, qu'on peut rapprocher ou éloigner du câble par le mouvement d'une tige filetée T qui termine la partie supérieure de la barre d'attelage. Elle est commandée de la voiture par une manette V placée à la main du mécanicien.

Dans le cas où la pente de la voie est unique, l'installation de la mâchoire est plus simple, et elle est formée de deux pinces verticales actionnées directement de la voiture.

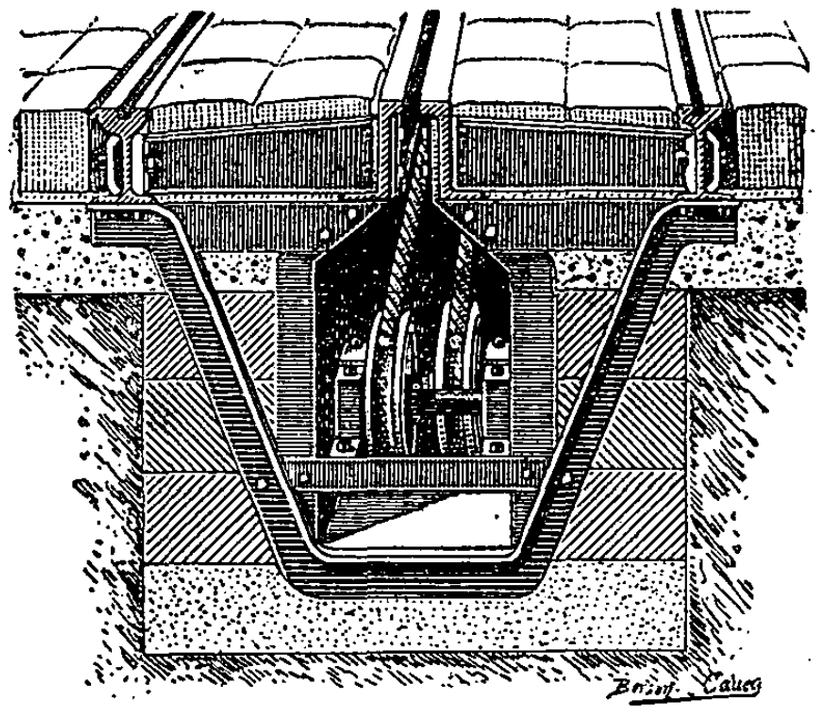


Fig. 375. — *Installation du tramway funiculaire à Paris. Coupe transversale montrant la disposition du tube recevant les câbles moteurs.*

La voie est double sur toute sa longueur, elle est d'ailleurs utilisée sur une grande partie de son parcours par d'autres voitures de tramways à traction par chevaux.

Le câble employé dans la rue Clay, à San-Francisco, est en fil d'acier, il a 2 centimètres environ de diamètre, il est soutenu par des galets verticaux tous les 12 mètres. Ce câble est tendu sous l'action d'un contrepoids de 130 kilogrammes, il reçoit son mouvement d'un tambour de 2^{m},40, situé à l'une des extrémités de la voie et actionné directement par la machine motrice. La vitesse de marche est de 10 kilomètres à l'heure; le service dure environ dix-sept heures par jour.

Les trains de San-Francisco sont composés de deux voitures dont l'une appelée *dummy* porte la barre d'attelage et reçoit le mécanicien qui la commande. Le *dummy* renferme seize places de voyageurs, et la voiture ordinaire vingt-quatre. Ces voitures sont munies de freins afin de les maintenir immobiles pendant les arrêts sur les pentes trop prononcées.

L'entretien du tube ne paraît pas entraîner trop de difficultés dans une ville comme San-Francisco dont le climat est assez doux; mais à Paris, il n'en sera sans doute pas tout à fait de même, et il y aura probablement des précautions spéciales à prendre pour l'enlèvement de la neige et de la boue. Il sera peut être possible, d'ailleurs, comme le proposait M. Hallidie, d'atteler un chasse neige sur le câble, afin de déblayer rapidement la voie en cas de besoin.

Les tramways funiculaires actuellement en cours d'installation à Paris sont établis dans des conditions tout à fait analogues ; seulement on a dû, en raison de la faible largeur des rues, se contenter d'une voie unique pour l'aller et le retour, avec de simples garages ménagés de distance en distance. Il en résulte que les deux brins du câble moteur, l'un montant, l'autre descendant, sont reportés dans le même tube central, avec une fente longitudinale unique pour le passage de la mâchoire de la voiture. La figure 375 représente l'installation de ce tube avec les galets de support des deux câbles reportés de part et d'autre de la fente ; on remarquera également que ce tube est solidement rattaché aux traverses repliées en forme d'U qui relient les rails. On est arrivé ainsi à donner à cet ensemble toute la solidarité nécessaire pour éviter les déformations. — B.

• **Chemin de fer glissant.** Le chemin de fer glissant présente une originalité toute particulière, car il substitue au frottement de roulement des véhicules ordinaires, un simple frottement sur un liquide, et il atténue ainsi dans une proportion considérable l'effort de traction à développer. Le frottement de glissement sur l'eau ordinaire n'exige pas un effort supérieur à 0^{k},5 à 1 kilogramme par tonne, c'est à peine le cinquième, comme on voit, de la résistance au roulement des surfaces métalliques en contact dans les conditions les plus favorables. On arriverait même à un chiffre absolument insignifiant, si on pouvait remplacer l'eau par une matière complètement fluide, comme l'air, par exemple, et la maintenir toujours interposée entre les surfaces frottantes.

Le glissement sur un fluide ou même sur l'eau présente donc des avantages théoriques qu'on aperçoit immédiatement ; la difficulté est surtout d'en obtenir la réalisation pratique avec un fonctionnement sûr et régulier sur une voie un peu longue, et c'est à ce point de vue que l'essai pratiqué sur la voie installée pendant l'Exposition de 1889 sur l'Esplanade des Invalides donne déjà quelques indications intéressantes.

L'idée du chemin de fer glissant avait été émise à l'origine, vers 1852, par le célèbre hydraulicien M. Girard qui, alors, n'avait en vue que l'application directe de l'eau sous pression à la traction sur les voies ferrées, pour remplacer les locomotives dans la traversée des montagnes.

Ces machines qui donnent des résultats si remarquables sur les voies en palier, n'ont plus en effet qu'un rendement fort médiocre sur les lignes à rampes un peu fortes, et dès qu'on dépasse un certain chiffre, de 25 à 30 millimètres par mètre, la locomotive ne peut plus guère remorquer que

son propre poids; et au delà, de 6 à 8 centimètres de pente par mètre on est même obligé de renoncer tout à fait à la traction par simple adhérence. Il faut recourir aux locomotives à crémaillères et arriver ensuite à l'emploi des câbles mus par des machines fixes. On utilise quelquefois, pour actionner ces machines, l'eau des torrents et des chutes, généralement fort nombreuses dans les régions montagneuses ; mais M. Girard avait songé à réaliser l'utilisation directe, en faisant agir l'effort de l'eau sur le train, sans aucun intermédiaire. L'eau est amenée à cet effet sur la voie par une série d'ajutages fixes également espacés qui projettent le courant sur une ligne d'aubes courbes fixée au-dessous des voitures et constituant une sorte de turbine rectiligne s'étendant sur toute la longueur du train. La distance des ajutages fixes est toujours inférieure à cette longueur, de sorte que le train reste continuellement soumis à l'action de l'eau sous pression, ne pouvant pas quitter un ajutage moteur avant d'avoir atteint le suivant.

Dans les études qu'il avait poursuivies d'après ce principe, M. Girard avait reconnu bientôt qu'il y aurait une économie considérable à supprimer tout roulement et à remplacer les roues par des patins frottant sur les rails, à condition d'interposer entre les surfaces métalliques une mince nappe d'eau ou même d'air, si la chose avait été possible. Il avait même installé dans sa propriété de la Jonchère une ligne d'expériences ainsi établie, présentant une longueur de 40 mètres avec une pente de 50 millimètres par mètre, et dans ces conditions restreintes le fonctionnement en était satisfaisant. Malgré ce premier succès, et l'appui personnel que lui accordait l'empereur Napoléon III, il ne put obtenir en temps utile la concession d'une ligne importante qu'il sollicitait pour faire un essai en grand. Cette concession lui fut accordée seulement en 1869, et il mourut en 1871 victime de la guerre franco-prussienne, sans avoir pu se mettre à l'œuvre.

L'idée du chemin de fer glissant était donc restée abandonnée après la mort de M. Girard, malgré ses avantages théoriques, lorsque M. Barre, qui avait été le collaborateur de M. Girard, résolut de la remettre en lumière en installant, avec certaines modifications, une voie d'expériences à l'Exposition de 1889.

Cette voie établie le long de la palissade de clôture du Champ-de-Mars présentait une longueur de 165 mètres, elle recevait un train formé de plusieurs vagons découverts, munis à la partie inférieure de la ligne d'aubes courbes dont nous avons parlé plus haut.

Chaque vagon reposait sur des patins de frottement d'un type nouveau; ceux-ci sont maintenus isolés de la voie ferrée par une mince nappe d'eau sous pression fournie par un réservoir contenu dans un tender spécial placé en tête du train et mis en communication avec tous les patins. Lorsqu'on veut arrêter le train, on interrompt la communication avec ce tender, et on laisse ainsi les patins s'appuyer directement sur la voie; lorsqu'on veut repartir, au contraire, on les soulève par l'action de l'eau comprimée, avant d'ouvrir sur la voie les ajutages fixes qui amènent le courant d'eau produisant l'entraînement.

Le patin, représenté dans les figures 376 à 378, est une sorte de tiroir renversé frottant par ses bords ou gardes sur le rail élargi, et portant en son milieu une crapaudine qui reçoit le poids du vagon par l'intermédiaire d'une tige de suspension T. L'eau arrive dans l'intérieur de cette boîte par une tubulure centrale XX' ménagée sur le couvercle, elle s'y accumule sous pression en comprimant l'air qui est refoulé vers le haut, et elle tend donc à soulever le patin appuyé sur le rail. Dès que la pression est suffisante, la séparation se produit, et l'eau tend alors à s'échapper sur tout le périmètre des patins. L'évacuation est gênée toutefois par quatre cannelures concentriques avec points d'interruption formant chi-

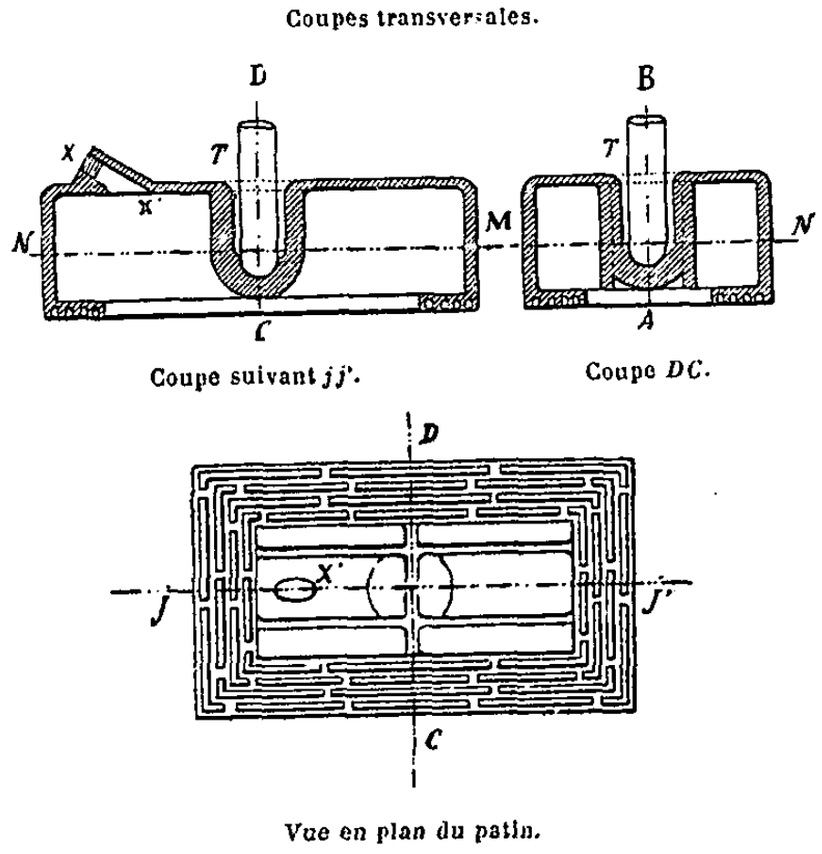


Fig. 376 à 378. — *Patin du chemin de fer glissant.*

T Tige de pression reportant le poids de la voiture sur le patin
X X' Tubulure d'arrivée de l'eau ménagée dans la boîte du patin.

canes ménagées sur les gardes des tiroirs. Ces cannelures dont le tracé a été étudié à cet effet, amortissent peu à peu le tourbillonnement de l'eau, et il s'établit bientôt un régime comportant l'écoulement de l'eau par une mince nappe de 1/2 à 3/4 de millimètre d'épaisseur, qui empêche tout contact entre les gardes et le rail.

D'après les expériences pratiquées à Senlis, par les soins de M. Barre, le débit d'un pareil patin supportant une charge de 1,000 kilogrammes environ et soulevé par un courant d'eau sous pression de 2 kilogrammes, ne dépassait pas $0^{l},963$ par seconde, soit 58 litres environ à la minute, ou 350 litres à l'heure. La pression de l'air comprimé sous le patin se maintenait à $1^{k},800$.

Quant à la crapaudine ménagée sur le patin pour recevoir l'appui de la tige de suspension du vagon, on remarquera sur les figures 376 et 377 qu'elle est reportée aussi bas que possible, sans atteindre nécessairement le niveau des gardes frottantes. Cette disposition a pour but d'abaisser

le centre de suspension au-dessous du centre de la poussée déterminée par la réaction de l'air refoulé dans le haut de la boîte, et elle prévient ainsi tout renversement.

La crapaudine présente enfin une surface d'appui sphérique avec un jeu suffisant pour permettre au patin d'obéir à tous les dévers possibles du rail.

Il est nécessaire, d'autre part, de guider latéralement les patins pour prévenir toute déviation en marche; avec les rails en U renversé qu'il employait dans la voie de l'Exposition de 1889, M. Barre se borne à munir à cet effet les patins de pattes verticales en bronze phosphoreux ou en acier coulé qui viennent frotter à l'occasion contre les joues du rail. Cette disposition ne peut être employée toutefois, comme M. Barre le remarque lui-même, que sur les lignes ne comportant ni aiguillage ni croisement et où le service des trains est fait seulement en navette.

Il y aura donc un autre mode de direction à étudier pour le cas de croisements, et M. Barre compte adopter alors des fers à T ou des cornières placés en saillie sur le rail qui guideront le patin. Ceux-ci se déplaceront dans les croisements pour assurer la déviation du patin et par suite celle de la voiture, comme le ferait une aiguille de voie ordinaire. Il semble toutefois qu'en supprimant les pattes du patin on sera obligé de conserver les fers à T latéraux sur toute la longueur de la

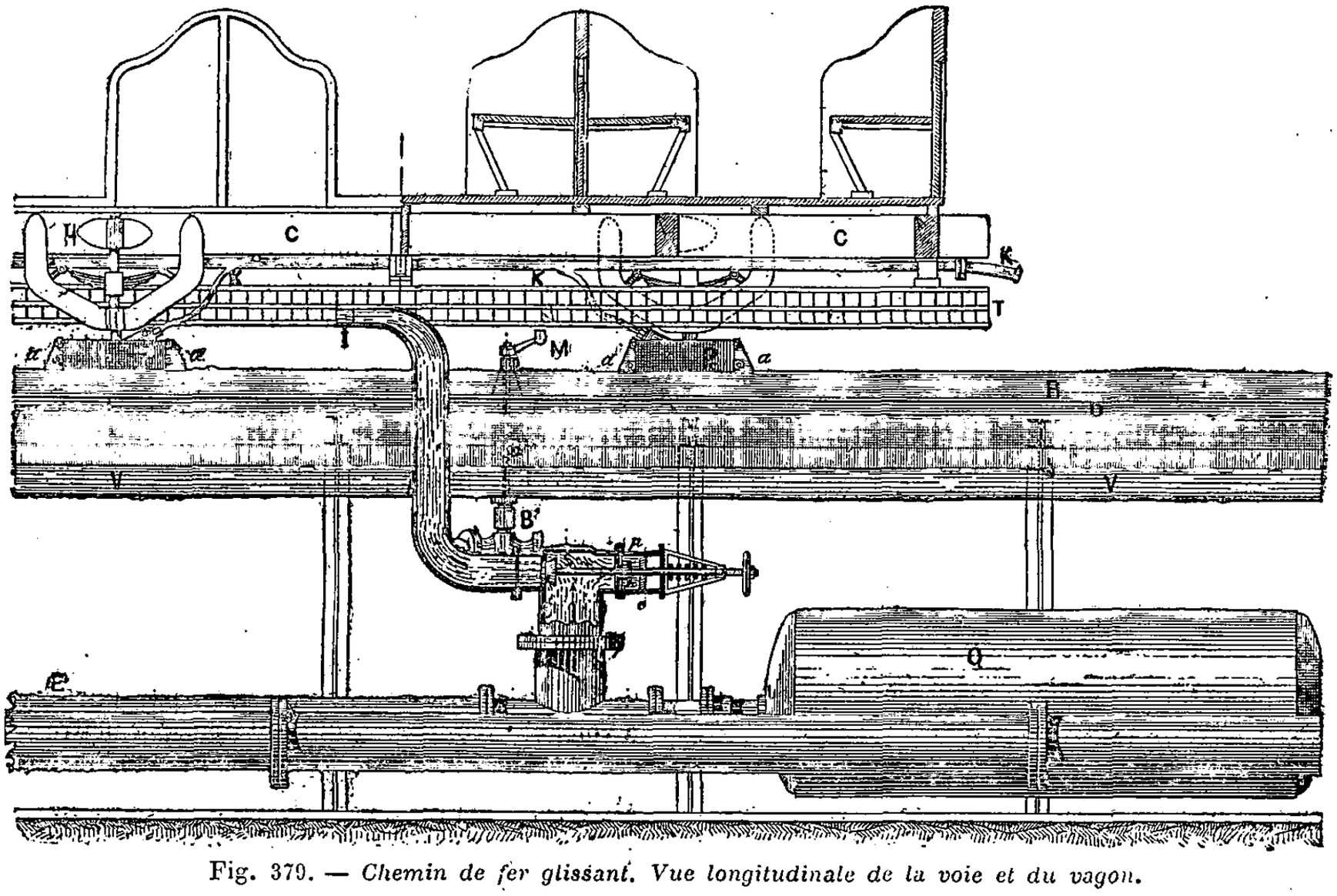


Fig. 379. — *Chemin de fer glissant. Vue longitudinale de la voie et du vagon.*

C Châssis du vagon. — *K* Tuyau de communication du tender avec le patin *a*. — *H* Tige de suspension du vagon. — *M* Aiguille de manœuvre actionnant le robinet *B* ouvrant la conduite motrice. — *S'* Soupape de réglage. — *E* Conduite d'eau reliant les réservoirs *Q* disposés de distance en distance sous la voie.

voie, ce qui entraînerait une complication et une dépense considérable.

Ces diverses dispositions, de même que le tracé des cannelures et la forme des patins, résultent des modifications apportées par M. Barre à l'installation de cet organe essentiel, et elles constituent des perfectionnements importants par rapport à celles qu'avait essayées primitivement M. Girard.

L'alimentation des patins s'opère, comme nous l'avons dit, par le tender lui-même, au moyen d'un tuyau régnant sur toute la longueur du train. Le tender emporte à cet effet des accumulateurs d'air comprimé pour assurer le refoulement de l'eau. Pour des parcours fort longs, on serait obligé de munir le tender d'une machine à comprimer de l'air. Quant au renouvellement de l'eau, on voit d'autre part qu'il exigerait des arrêts assez rapprochés. Un vagon de 10 tonnes reposant sur quatre galets consommerait au minimum un mètre cube et demi à l'heure; un train de six vagons, y compris le tender, absorberait donc 10 mètres cubes, sans tenir compte des fuites inévitables, surtout en présence des dénivellations de la voie.

Les joints forment donc une grosse difficulté de cette installation en raison de la nécessité d'assurer la continuité, pour ainsi dire, étanche des rails successifs, et cela, malgré le jeu des dilatations et des dénivellations inévitables. M. Girard y avait pourvu d'une manière très ingénieuse en prenant des barres terminées en biseau entre lesquelles il interposait un coin en forme de V refoulé par un ressort qui le repoussait plus ou moins suivant le jeu resté libre. M. Barre a remplacé cette disposition compliquée par un joint plus économique : les rails en forme d'U renversé sont retenus à leurs extrémités par des pattes scellées dans des

dés en pierre et dans des longrines de support, pour prévenir l'entraînement longitudinal ; ils portent sur les abouts une rainure légèrement courbe et peu profonde qui reçoit un boudin en caoutchouc de 8 à 10 millimètres de diamètre. Le joint des rails est serré à 2 ou 3 millimètres, et on obtient ainsi une sorte de petite cuvette à fond en caoutchouc de largeur variable. Les joints sont maintenus par des broches traversant des oreilles d'accouplement ménagées aux extrémités de chaque barre, afin de prévenir autant que possible le désaffleurement.

Cette disposition prévient, comme on voit, les fuites dues au jeu des dilatations ; mais il est à

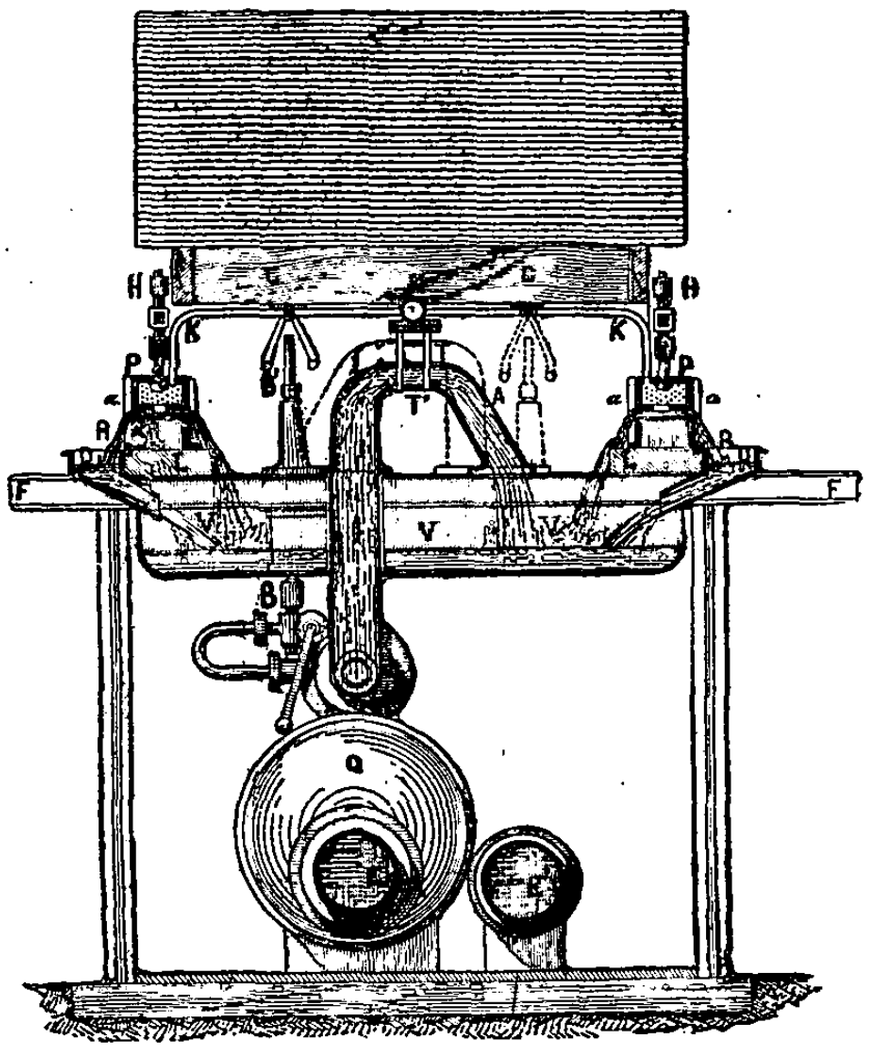


Fig. 380. — *Chemin de fer glissant. Coupe transversale de la voie montrant le parcours effectué par le courant d'eau moteur.*

C Châssis du vagon. — *H P* Tige de suspension du vagon. — *R* Rail. — *L* Longrine de support. — *V* Réservoir recueillant l'eau écoulée. — *K* Tube de communication du tender avec les patins. — *Q* Réservoirs d'eau placés de distance en distance sous la voie, et reliés par les conduites *E*. — *T'* Aubes motrices du vagon. — *B* Robinet ouvrant la conduite motrice pour assurer la propulsion du vagon.

craindre qu'elle n'ait pas la même efficacité au point de vue de la dénivellation.

On sait en effet que dans les voies ordinaires, le passage des trains détermine sur la voie des déformations variables, qui produisent en particulier un relèvement très sensible de l'extrémité du rail d'amont par rapport à celle du rail d'aval, pendant que les roues du train passent successivement en ce point. Les curieuses expériences de M. Coüard ont même donné la mesure précise de ces dénivellations qui atteignent souvent près d'un centimètre. Le même fait devra se produire sur les rails glissants, et il y aura certainement là une difficulté fort grave, en raison de la nécessité de maintenir toujours cette mince lame d'eau interposée pour empêcher le frottement direct du patin sur le rail.

Il nous reste à parler du propulseur qui complète l'installation du chemin de fer glissant.

L'eau sous pression est dirigée par une conduite maîtresse E, figures 379 et 380, dans des réservoirs Q régnant sur toute la longueur de la voie, elle est amenée, comme nous l'avons dit, dans des appareils fixes répartis sur toute la voie ; le jet qui s'en échappe est dirigé sur les aubes mobiles fixées aux voitures, et il détermine ainsi ou entretient le mouvement.

Ces appareils propulseurs sont représentés dans les figures 379 et 380, ils reçoivent une forme recourbée en col de cygne, ils portent à la partie inférieure une boîte à clapet, maintenue fermée en temps normal sous la pression même de l'eau venant de la conduite maîtresse.

Cette boîte est munie d'un robinet spécial à trois voies dont la tige B' est manœuvrée du train lui-même au moyen de l'aiguille M. Suivant la position occupée par le manneton de ce robinet, la boîte est ouverte ou fermée, et elle admet ou arrête le courant d'eau dans le propulseur. Le tracé des orifices du robinet est étudié de manière à atténuer le plus possible par un écoulement gradué du courant d'eau les chocs résultant de ces manœuvres, tout en conservant la rapidité nécessaire ; du reste M. Barre est arrivé à les rendre presque insensibles par l'addition d'un tampon hydraulique avec ressort de contre-pression, comme l'indique la figure 379.

Un clapet de vidange a été ajouté également par lui à la base du propulseur, pour enlever l'eau restant dans la base après la fermeture, et le soustraire ainsi aux inconvénients de la gelée dans les temps froids.

Les propulseurs sont munis d'organes spéciaux dits *amortisseurs*, placés en face à poste fixe sur la voie, et avec un jeu suffisant pour permettre le passage des aubes mobiles. Ces armortisseurs forment un canal parabolique qui recueille l'eau sortant des aubes, ils comportent à la partie inférieure huit rangées de chaînes pendantes sans fin qui ont pour but d'amortir la vitesse de l'eau ; elles se trouvent entraînées en effet dans la veine liquide sortant du canal, et elles se noient dans la masse de l'eau dont elles absorbent la force vive. L'eau tombe sans vitesse dans un canal collecteur V d'où elle est reprise pour servir ultérieurement, ce qui permet d'employer toujours la même eau, sauf les pertes inévitables qui seront sans doute fort importantes.

On comprend immédiatement d'après cette description comment se fait la mise en marche d'un pareil train : l'eau sous pression venant du tender est admise d'abord sous les patins pour soulever les voitures, puis, on ouvre le robinet du premier propulseur sur la voie pour déterminer le départ, et le mouvement ainsi déterminé se continue par l'ouverture successive des propulseurs à mesure que le train les rencontre. L'aiguille fixée à l'arrière du train ferme au contraire de son côté les propulseurs dont l'action devient inutile lorsque le train va les dépasser.

Si le train doit revenir sur la même voie, il

faut évidemment une seconde série de propulseurs agissant sur la seconde ligne d'aubes dirigées en sens inverse des premières, et disposées sous les voitures à côté de celles-ci. Ces propulseurs sont actionnés par une conduite de retour spéciale E' disposée parallèlement à la conduite E.

C'est là le fonctionnement normal qui paraît très simple au premier abord, mais nous devons reproduire à cet égard les observations que nous avions présentées déjà dans la *Nature* (voir le numéro du 28 septembre 1889), car, sur une grande ligne, telle que le comporte l'exploitation actuelle des chemins de fer, on rencontrerait probablement des difficultés pratiques qui rendraient une application importante excessivement difficile.

Tout d'abord il est évident qu'il est nécessaire en raison des arrêts en pleine voie, de pouvoir actionner les propulseurs, les ouvrir ou les fermer quelle que soit leur position par rapport au train ; autrement, en effet, il serait impossible de se mettre en marche ou de s'arrêter à volonté.

Pour les bifurcations nous avons indiqué précédemment qu'on serait obligé de recourir à un mode de guidage comportant des T ou des cornières en saillie, sur toute la longueur de la voie, ce qui ne sera pas sans entraîner de grandes complications.

Il paraît également fort difficile de régler à volonté la vitesse de marche, car on ne peut guère compter réaliser pratiquement une ouverture bien graduée des boîtes à clapet.

En palier, il n'y a peut-être pas beaucoup d'inconvénient ; mais en rampe, et surtout en pente, cette situation paraît peu acceptable, et il serait même nécessaire dans ce cas de pouvoir utiliser comme frein l'effort de l'eau venant des propulseurs ; il y aurait donc une étude importante à faire pour pouvoir graduer sûrement cet effort.

En ce qui concerne les patins, nous avons signalé plus haut les difficultés qu'on rencontrerait pour maintenir toujours une mince lame d'eau interposée, à cause des dénivellations inévitables des rails sous l'influence des lourdes charges en marche.

Les phénomènes atmosphériques, comme la gelée entraîneront aussi des difficultés fort graves, sur lesquelles il est inutile de s'appesantir.

Il semble donc que jusqu'à présent, pour faire ses preuves, le chemin de fer glissant doit rester limité à une application sur une ligne isolée de faible longueur convenablement choisie, et bien approvisionnée d'eau. L'expérience faite dans ces conditions permettra seule d'augurer les résultats qu'on pourrait espérer sur une grande ligne.

L'idée est fort ingénieuse, tout à fait séduisante en théorie, elle assure un mode de traction très économique et particulièrement agréable pour les voyageurs, puisqu'on supprime toutes les secousses des trains ordinaires en marche, il est donc fâcheux qu'elle reste inutilisée, lorsqu'elle pourrait rendre de grands services sur un chemin de fer métropolitain par exemple où elle évite en même temps toute production de bruit et de fumée. Pour assurer le succès, nous croyons qu'il serait nécessaire de réaliser un moteur plus indépendant de la voie que n'est la transmission d'eau sous pression avec ses propulseurs ; et on se trouverait ainsi conduit à adopter un moteur électrique convenable qui aurait des roues tournantes pour prendre appui sur les rails, ou qui peut-être aurait la faculté de prendre appui sur un fil conducteur. Ce moteur serait bien mieux en main du mécanicien, et n'exigerait qu'une installation beaucoup plus simple. Il semble donc que cette solution, combinée d'ailleurs pour les vagons avec le glissement sur l'eau, donnerait en pratique des résultats satisfaisants. — B.

• **Chemin de fer à voie étroite** (V. *Dictionnaire*, CHEMINS DE FER, § *Chemins de fer portatifs*). L'exemple le plus récent et le plus caractéristique que l'on puisse citer des chemins de fer économiques à voie étroite est sans contredit le chemin de fer Decauville qui a été appliqué avec un grand succès à l'Exposition universelle de 1889 pour relier l'Esplanade des Invalides avec le Champ-de-Mars, sur un parcours de 3 kilomètres.

Locomotives. Les locomotives étaient du type Mallet-Compound à quatre essieux. Cette locomotive pèse 9 tonnes et demie à vide et 12 tonnes en service ; elle est articulée, ce qui lui permet de passer dans les courbes de petit rayon.

Par suite de l'application du système Compound, les quatre essieux sont moteurs. Ils forment deux groupes distincts. Le groupe d'arrière est fixé à la chaudière et comporte deux cylindres qui reçoivent la vapeur à 12 atmosphères. Le groupe ou train d'avant est muni de deux cylindres d'un plus grand diamètre dans lesquels la vapeur agit à 5 atmosphères. Cette locomotive peut développer une puissance de 75 à 80 chevaux ; elle faisait 120 kilomètres par jour à l'Exposition.

Chaque train de voyageurs pesait environ 51 tonnes sans le poids de 12 tonnes de la locomotive. Ainsi cette dernière remorquait un peu plus de quatre fois son propre poids.

Vagons. Dispositions générales de sûreté dans le service du chemin de fer de l'Exposition. Les vagons de $1^m,70$ de largeur étaient de trois modèles :

1° Un modèle de $9^m,20$ de longueur à 56 places ;

2° Un modèle de voitures de première classe à 12 places, montées sur deux essieux ;

3° Un vagon-salon de $4^m,50$ de longueur, contenant 20 places et monté sur deux essieux.

Pour le service si actif de l'Exposition, dix locomotives et cinquante vagons ont suffi, bien qu'il y eut parfois treize trains par heure.

Les gares et les haltes étaient munies chacune de disques, analogues à ceux des grandes lignes, qui ne peuvent s'ouvrir aux passages à niveau que lorsque les barrières sont fermées. Des cloches électriques annonçaient l'arrivée des trains à toutes les haltes, qui étaient, en outre, munies de postes téléphoniques.

— A la date du 6 novembre, jour de la fermeture de l'Exposition, le chemin de fer Decauville avait transporté 6,302,670 voyageurs répartis en 37,008 trains. La journée la plus forte a été celle du dimanche 8 septembre qui a fourni 63,276 voyageurs.

CONSTITUTION DE LA VOIE DECAUVILLE. Le sys-

tème Decauville est caractérisé par la solidarité des rails avec les traverses. Ce système extrêmement rigide, est formé de tronçons d'une longueur variant de 1m,25 à 5 mètres. Cette disposition donne à l'ensemble de la voie la forme d'échelles couchées sur le sol. Les rails et les traverses sont en acier.

La jonction bout à bout des tronçons se fait très rapidement au moyen d'éclisses dont chacune est fixée préalablement à l'une des extrémités d'un tronçon et vient s'encastrer dans l'extrémité d'un tronçon contigu. La jonction des tronçons est libre si la voie ne doit servir que momentanément et si la traction doit être faite par des chevaux ; au contraire, la voie est boulonnée si la ligne est définitive.

Les plaques tournantes, les éléments de voies courbes, les croisements, en un mot tous les accessoires sont préparés d'avance et divisés en tronçons d'un poids tel qu'un ou deux hommes peuvent aisément les transporter et les mettre en place.

Au Champ de Mars, la voie était posée sur une couche mince de ballast. Les rails en acier avaient été préalablement rivés aux traverses également en acier, lesquelles avaient été embouties et fermées au marteau-pilon. Ces traverses ont été imaginées par M. le capitaine d'artillerie Péchot qui a fait de nombreux perfectionnements dans le matériel des chemins de fer portatifs.

Diverses applications de ce système de chemins de fer. Le chemin de fer de l'Exposition a été une démonstration complète des services que peuvent rendre les chemins de fer à voie étroite pour transporter des voyageurs sur un faible parcours.

Ce système peut être appliqué pour des services très variés. La voie étroite de 0m,60 pourrait servir d'affluent d'une grande ligne, soit d'une manière permanente, soit temporairement pour une circulation très active de voyageurs. Elle peut rendre de grands services et être économique dans l'exploitation des coupes de bois, des carrières, pour les transports nécessités par une grande culture, soit de betteraves, de canne à sucre, etc. Pour ces dernières applications, on peut souvent se contenter d'une voie de 0m,50 et la traction se fait au moyen de chevaux.

Enfin, ces chemins de fer de 0m,60 de largeur ont été employés en Tunisie, au Tonkin, à Madagascar. L'artillerie en fait usage pour le transport des grosses pièces.

Au moyen de quatre vagonnets porteurs, à quatre essieux chacun, on peut manœuvrer jusqu'à des canons de 40 tonnes sans que la charge dépasse 3 tonnes par essieu.

La locomotive Mallet de 12 tonnes, en service, peut remorquer 280 tonnes en palier et 96 tonnes sur une rampe de 10 millimètres par mètre. Elle est donc applicable pour les terrains accidentés. Dans le cas où le sol est à peu près horizontal, on peut faire usage de locomotives de 6 tonnes qui peuvent remorquer en palier 15 tonnes à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure et 35 tonnes à une vitesse de 10 kilomètres ; ce qui suffit pour un grand nombre d'applications lorsqu'il s'agit de transporter du vin, des céréales, etc.

Prix de revient de la voie. L'avantage des chemins de fer à voie étroite est, comme on le sait, de supprimer la plupart des travaux d'art, par la raison qu'ils peuvent contourner les accidents du sol. Les trains pouvant passer avec facilité, 1° dans la voie de 0m,60 présentant des courbes de 20 mètres ; 2° dans la voie de 0m,75 présentant des rayons de 35 mètres ; 3° dans la voie d'un mètre présentant des rayons de 50 mètres. Ce système permet d'établir des lignes de voyageurs à voie de 0m,60 et 0m,75 de largeur à raison de 19,000 francs le kilomètre, y compris locomotives, voitures de 1re, 2e et 3e classes et vagons à marchandises. Les locomotives peuvent faire 50 kilomètres en deux heures et demie sans arrêt.

En résumé, les chemins de fer à voie étroite ont un grand avenir : l'élasticité de leur adaptation à des services variés, soit de voyageurs, soit d'exploitations industrielles, la rapidité de leur montage et de leur démontage, leur coût peu élevé d'installation par suite de la réduction des travaux d'art, toutes ces conditions réunies assurent un grand développement à ce genre de voie de transport. Il n'est pas douteux que l'exemple du petit chemin de fer de l'Exposition n'ait une grande influence sur l'application des voies étroites dans tous les pays qui ont pris part à notre exposition et sur les améliorations futures dont ces chemins sont susceptibles. — L. A.-B.

CHEMINÉE D'USINE. Il est intéressant de rechercher quelles sont les cheminées d'usine qui atteignent les plus grandes hauteurs. Cette recherche est curieuse a plus d'un titre ; elle nous permet de faire des comparaisons instructives, et elle montre, que certaines, et même beaucoup de ces cheminées ont des hauteurs que l'on peut qualifier de colossales, et qui peuvent rivaliser avec la plupart des monuments les plus élevés de notre globe.

Ces cheminées colossales sont encore peu nombreuses, mais leur nombre a augmenté sensiblement dans ces dernières années, et tend à augmenter encore.

L'Amérique ne peut pas se vanter de posséder sur son sol la plus haute cheminée du monde, pas plus que le plus haut monument. Elle se trouve dépassée, pour le colossal, dans ces deux circonstances, par la vieille Europe.

La plus haute cheminée d'usine de l'Amérique, qui a été terminée en 1890, se trouve à Fall-River (Massachussets) ; elle mesure 105 mètres de hauteur, et est destinée à évacuer les gaz de tous les générateurs de quatre nouvelles usines métallurgiques, appartenant à la Fall-River Iron Co. Le diamètre de cette cheminée est de 9 mètres à la base, et de 6m,30 au couronnement ; le diamètre intérieur est le même sur toute la hauteur et atteint 3m,30. Deux carneaux principaux de 2m,85×1m,80 chacun, la relient aux carneaux spéciaux de quarante chaudières, qui fournissent la vapeur à quatre machines à triple expansion, de 1,350 chevaux chacune.

Une autre cheminée des Etats-Unis mesure des dimensions presque aussi considérables ; nous voulons parler de celle de la fabrique de fil de la Clark Thread Co, à East-Newark (Etat de New-Jersey) ; elle mesure, en effet, juste 100 mètres de hauteur. Il y est entré, détail curieux à noter, 1,700,000 briques, et elle a coûté 425,000 francs ; elle sert au tirage des feux de trente-deux cheminées, fournissant une force de 4,000 chevaux ; elle a été terminée en 1889.

Nous allons voir maintenant, en poursuivant notre

étude, que l'Europe a largement, et depuis longtemps déjà, dépassé l'Amérique sous le rapport de la hauteur de ses cheminées d'usine.

En France seulement, il y a deux cheminées plus hautes que celles de Fall-River et d'East-Newark ; ce sont celles situées à Croix, près de Lille, et à l'usine des Etaings, près de Rive-de-Gier (Loire).

La cheminée de la commune de Croix (Nord), achevée tout récemment (1889), a une hauteur de 105 mètres. En y comprenant les fondations, elle a même 112 mètres, et jusqu'à la pointe de son paratonnerre, elle a 123 mètres. Son volume total est de 2,530 mètres cubes, et son poids atteint 5,000,000 de kilogrammes. Il y est entré 1,200,000 briques.

Grâce à l'élévation de cette cheminée monumentale, les fumées du suint et des fours à potasse, n'incommodent plus les propriétaires voisins.

L'autre cheminée française, celle de l'usine des Etaings (Loire), mesure 108 mètres du sol au couronnement.

Les plus hautes cheminées des Etats-Unis, celles dont nous avons précédemment parlé, n'occupent que le sixième rang parmi les cheminées du globe, pour la hauteur. Elles se trouvent, en effet, dépassées par les deux cheminées françaises citées plus haut, et par trois cheminées anglaises.

Les trois cheminées de l'Angleterre, en question, sont : la cheminée de Bolton, qui a 112 mètres de haut, et les deux cheminées de Glascow, en Ecosse, dont l'une mesure 132 mètres et l'autre 138 mètres de hauteur. Ces cheminées, déjà anciennes, ont été construites dans le but de déverser à une grande hauteur les gaz délétères provenant des fabriques de produits chimiques; c'est, du reste, le plus souvent le but qu'on se propose d'atteindre en élevant des cheminées gigantesques.

L'obélisque de Washington a été largement dépassé par la tour Eiffel; les cheminées américaines, que certains journaux ont cité plusieurs fois comme les plus hautes, sont également surpassées, et de beaucoup, par les deux colosses de Glascow.

Cette grande ville a donc l'honneur de posséder actuellement le *nec plus ultra* des cheminées d'usine, et la plus grande hauteur qui ait été atteinte jusqu'à ce jour pour une cheminée, est donc de 138 mètres.

On ne s'en arrêtera certainement pas là; tout fait supposer, en effet, que l'on verra surgir très prochainement même, des cheminées d'usine d'une plus grande hauteur encore.

Déjà plusieurs cheminées colossales sont projetées et même en construction.

Citons celle qu'on élève actuellement, à la fonderie impériale de Halsbrüch, près de Freiberg, en Saxe, et qui a pour objet de lancer les gaz nuisibles à une hauteur suffisante pour en éviter les inconvénients au voisinage. Sa hauteur serait de 150 mètres, avec un diamètre à la base de 15 mètres. Elle sera faite en fer et briques.

Si cette cheminée de 150 mètres se fait, ce qui est plus que probable, elle sera le plus haut monument du globe, après la tour Eiffel (300 mètres), l'obélisque de Washington (169), la cathédrale de Cologne (159) et celle de Rouen (150). — L. A.-B.

• **CHEMINEMENT.** *T. de topogr.* La méthode par cheminement pour le relevé d'un plan topographique consiste à mesurer successivement tous les côtés, et tous les angles d'un polygone tracé sur le terrain. Elle comporte une vérification importante par la fermeture du polygone. — V. *Dictionnaire*, PLANCHETTE, TOPOGRAPHIE.

◦ **CHENILLE.** Nous savons déjà que la chenille n'est qu'une sorte de passementerie de l'aspect de l'insecte du même nom, ou pour mieux préciser, un fil uni recouvert d'un fil veloute. On distingue la chenille plate et la chenille ronde, la première entrant dans l'ameublement et la composition des garnitures multiples pour la toilette des dames, la seconde s'employant principalement dans la fabrication des tapis en moquette : dans ce dernier cas cependant, on emploie quelquefois, mais en moindre proportion, la chenille ronde.

Pour obtenir la *chenille plate* pour moquette de tapis, on dispose les fils de la chaîne sur un ensouple à compartiments lorsque la chenille doit être très grosse, ou sur un ensouple ordinaire quand elle est moyenne ou fine. On passe le nombre de fils nécessaire pour une pièce dans une dent de peigne, on laisse vide la quantité de dents qui répond à une largeur de chenille, soit une dent pleine sur huit ou douze dents vides, et ainsi de suite sur toute la largeur du métier. La dent du peigne varie de 16 à 25 millimètres de largeur avec ouverture de 2 millimètres, puis de chaque côté de ce dernier on met un *fer* en laiton qui répond à la moitié de la largeur de la chenille, tel que pour les rubans. On tisse avec une navette ordinaire en passant la duite sur toute la largeur des chaînes, en enroulant à chaque coup de navette un des deux fers, et on obtient un tissu dont une partie est liée par la chaîne de chaque dent pleine. Entre les parties liées, il reste une longueur de tresse constamment flottée qui, une fois coupée le long du fer, produit le poil de la peluche.

Pour la *chenille ronde*, il faut une deuxième chaîne en soie ou en laine et on a deux manières de disposer les fils de torsion, formés au moyen d'une chaîne montée à part et qui a pour but de maintenir les spirales que prend la chenille en se tordant. Lorsque les chaînes sont en soie, la deuxième est formée de deux gros fils retors, en sens opposé à celui que l'on donne à la chenille, et, lorsqu'elles sont en laine, on peut remplacer chaque fil retors de la deuxième chaîne par un ou plusieurs fils simples en coton, ayant subi un fort apprêt qui leur donne une raideur analogue au fil de fer et conservant la position primitivement prise. Pour chaque chenille, il y a deux ou plusieurs fils de tour passés dans la dent pleine du fond; l'un ou plusieurs de ces fils passent constamment sur le tissu, mais sans être tissés; il existe en dessous du tissu la même disposition de chaîne, mais sans être liée. A mesure que le tissu avance, on le découpe à distance égale des deux liages au moyen d'un appareil produisant un effet analogue à celui obtenu dans la coupe du velours.

Dans certains ateliers, on ne procède au tournage de la chenille que lorsque celle-ci est découpée et enlevée du métier; dans ce cas, on supprime sur le métier les fils de tour et on ne se sert que des fils de liage. Pour tourner la chenille, on ajoute les fils de tour à mesure que s'opère la torsion de la chenille, ce qui demande un appareil permettant de rouler plusieurs pièces simultanément. Ceci a surtout lieu pour la fabrication des *chenilles pour tapisserie* dans lesquelles le poil doit être tenu d'une façon très solide.

La petite *chenille pour modes*, quoique dérivant dans sa fabrication des mêmes principes que ci-dessus, s'obtient d'une manière plus simple, avec un appareil ou instrument à la main, dans lequel nous retrouvons l'âme ou fil de centre, passant au centre de l'instrument, à égale distance des deux fers. Cette âme se compose ordinairement de deux fils très retors et fortement tendus, qui lient les flottes de la chenille au fur et à mesure de son enroulement autour des fers. La chenille une fois terminée, l'âme est détendue, les fils retors se détournent et, par ce seul fait, arrondissent la chenille. C'est élémentaire, mais peu productif. Aussi dans ces derniers temps a-t-on inventé une machine à fabriquer, non pas la chenille ordinaire, mais une sorte de tresse tordue analogue d'aspect avec elle, dont l'âme en coton devient absolument invisible par l'enroulement des flottes en soie ou en laine; cette nouvelle chenille s'applique à tous les travaux de tenture et d'ameublement aussi bien qu'à ceux de mode ou de fantaisie et en la combinant avec la chaîne ou la trame d'un tissu, on est arrivé à obtenir d'excellents effets. — A. R.

• * **CHESNEAU** (Ernest-Alfred), naquit à Rouen le 9 avril 1833, d'une famille de vieille bourgeoisie angevine. Après avoir terminé ses études au collège de Versailles, il s'engagea au 2e hussards en 1851, et passa trois ans sous les drapeaux. Ses premiers essais littéraires datent de 1855 et parurent dans le *Quart d'heure*, puis dans l'*Appel* et le *Moniteur commercial et judiciaire* (1857). La *Revue des races latines* publia son premier Salon (1859) et la *Revue européenne*, ses articles sur les peintres du dix-huitième siècle (1860). Après avoir collaboré à l'*Opinion nationale*, il fut chargé du feuilleton hebdomadaire des beaux-arts au *Constitutionnel*, de 1863 à 1870. Durant la même période, il remplit les fonctions de rédacteur au Musée du Louvre, puis d'inspecteur des Beaux-Arts (1869); en 1870 il donna sa démission de ces dernières fonctions.

En 1867, il avait été chargé de rédiger le rapport du jury des classes des Beaux-Arts à l'Exposition universelle.

Pendant le siège de Paris, il fit son devoir comme garde national, puis la Commune, en le menaçant d'arrestation, le contraignit de partir pour Bruxelles où il donna des conférences très suivies à la salle Marugg. De retour à Paris, il publia à la *Patrie* une série d'articles d'actualité : « Notes d'un petit moraliste » et collabora, soit comme chroniqueur, soit comme salonnier, soit comme critique d'art à la *France*, au *Figaro*, au *Moniteur universel*, au *Paris-Journal*, à l'*Indépendance belge*, à l'*Artiste*, à l'*Instruction publique*, à la *Revue des Deux-Mondes*, à la *Gazette des Beaux-Arts*, à l'*Art*, etc., etc., de 1872 à 1886. Vers cette époque, vaincu par la maladie, il dut renoncer à la critique militante et se vouer uniquement à des œuvres d'historien d'art. Ses derniers articles de revue ont paru dans le *Livre* et le *Magazine of Arts* (1889).

Voici la liste des œuvres de Ernest Chesneau publiées en librairie : *Libre étude sur l'art contemporain* (Salon de 1859), in-8°, 1859, Chaix ; *les Intérêts populaires dans l'art*, brochure in-8°, 1862, Dentu ; *les Chefs d'école*, in-12, 1862, Didier ; l'*Art et les artistes modernes en France et en Angleterre*, in-12, 1863, Didier ; l'*Art dans les résidences impériales, Compiègne*, in-8°, 1864 ; *Le décret du 13 novembre et l'Académie des Beaux-Arts*, brochure in-8°, 1864, Didier ; *les Nations rivales dans l'art*, in-12, 1868, Didier; l'*Art japonais*, brochure in-8°, 1868. Morel ; *Un humoriste anglais: John Leech*, brochure in-8°, Claye, 1875 ; *Le statuaire J.-B Carpeaux*, in-8°, Quantin, 1880 ; *la Chimère*, roman (mentionné par l'Académie), in-8°, Charpentier, 1880 ; *Peintres et Statuaires romantiques*, in-18, Charavay, 1880 ; *l'Education de l'artiste*, in-18, Charavay, 1881 ; *la Peinture anglaise*, in-12, Quantin, 1883 (ces deux derniers ouvrages ont été traduits en anglais et édités par la maison Cassel and C°) ; *l'Œuvre de Eugène Delacroix*, in-8°, Charavay, 1886 ; *Peintres anglais contemporains*, in-folio, librairie de l'Art, 1883 ; *les Estampes en couleur du dix-huitième siècle*, Magnier, 1889, plus une foule de préfaces pour les catalogues de vente, entre autres celle de la galerie San-Donato. Enfin, il a fait des conférences à l'Union centrale des Beaux-Arts appliqués à l'industrie, à la Société archéologique de Chartres, à l'Institut Rudy, à la Société des conférences Sainte-Geneviève. Chesneau fut, en outre, l'un des premiers collaborateurs du *Dictionnaire de l'Industrie et des Arts industriels* et nous lui gardons un souvenir reconnaissant pour le concours si dévoué et si précieux qu'il a donné à notre œuvre.

Ernest Chesneau est mort le 21 février 1890. Il était chevalier de la Légion d'honneur du 14 août 1865.

* **CHEVREUL**. Nous avons déjà reproduit dans l'article biographique Chevreul (V. *Dictionnaire*), la vie et les travaux du célèbre chimiste. Nous avons suivi cette longue carrière si noblement remplie, jusqu'à la date de son centenaire qui fût pour lui un véritable triomphe. Paris pavoisait, illuminait, il allait fêter dans le vieillard illustre la double immortalité de la vie et du génie. Chevreul, malgré son grand âge, résista à ces vives et touchantes émotions; il survécut encore quelques années; et dans ses derniers instants, sa pensée se portait toujours vers cet horizon vaste, infini de la science; il en aimait les conceptions hardies, audacieuses. C'est ainsi que chaque jour il allait en voiture visiter les travaux de la tour Eiffel. Cette tour était à ses yeux la personnification de l'idée, de la puissance créatrice, réalisée par le travail. Malheureusement l'œuvre des Titans, il ne l'a pas vu achevée, il n'a pas gravi son sommet, car c'est à la suite d'une de ses promenades, que, pris de faiblesse générale, il s'alita pour ne plus se relever. Il s'éteignit le 9 avril 1889, doucement, sans agonie, et s'il n'a en mourant proféré le mot célèbre de Marc-Aurèle, *laboremus*, sa vie entière le dit, le proclame.

Ses funérailles eurent lieu aux frais de l'Etat; il fut inhumé à l'Hay dans le caveau de sa famille.

Des notabilités de la science et diverses délégations assistaient à cette mémorable cérémonie. Nous terminerons cette notice en citant quelques lignes du discours de M. Descloiseaux, président de l'Académie des sciences :

« L'Institut perd en Chevreul son vénéré doyen, et l'Académie des sciences une de ses gloires les plus pures, la véritable incarnation de ses meilleures traditions de bonne confraternité et de travail assidu... Lorsque Chevreul se nommait lui-même le doyen des étudiants de France, il nous enseignait que dans la science il y a toujours à apprendre et que tout individu qui s'arrête est bientôt dépassé par ses émules et ses successeurs. »

Oui, Chevreul avait foi dans cet infini des découvertes, dans cet au delà scientifique; et ainsi que Newton, il aurait pu dire qu'il n'était qu'un « enfant ramassant des coquillages sur les rives du grand Océan de la Vérité. » — J. D.

• * **CHILI**. La République du Chili occupe la partie sud-ouest de l'Amérique du Sud. Elle s'étend du 17°,57 au 56°,3 de latitude sud, et comprend un certain nombre d'îles importantes, quelques-unes même, par exemple Chiloë, étant très peuplées. La superficie totale est de 753,216 kilomètres carrés.

Le climat est très doux et très égal, excepté dans les territoires du sud, où l'on trouve de la neige pendant six mois de l'année; mais ce sont des colonies peu habitées. Dans le nord, plusieurs années se succèdent sans qu'il tombe une goutte d'eau. Au sud, à partir de Chiloë, il pleut en moyenne cent quatre-vingt-quatorze jours par an, surtout de mars à août, période qui correspond là-bas à l'hiver, les saisons étant interverties.

En tous cas, il n'est pas de pays au monde, si les statistiques sont exactes, où l'on compte proportionnellement autant de centenaires. Le recensement de 1885 en a révélé 484 pour une population de moins de 3,000,000 d'habitants; l'un d'eux, habitant le district de Curico, aurait atteint à cette époque l'âge extraordinaire de cent cinquante ans ! C'est un extrême, mais les centenaires de cent vingt ans seraient encore au nombre d'une trentaine.

Le véritable développement industriel et commercial du Chili date seulement de la conclusion des traités de 1884 avec le Pérou et la Bolivie, à la suite de la guerre heureuse soutenue par ce pays contre ses redoutables voisins. Non seulement ces traités ont mis aux mains du Chili les provinces de Tacna et d'Antofagasta, à des conditions de rachat qui en rendent très probablement l'annexion définitive, mais ils lui ont créé une situation financière supérieure à celle de ses adversaires, et une prépondérance morale considérable. Ajoutons que le gouvernement est entre les mains d'hommes instruits et hardis, qui n'épargnent rien pour développer les forces vives du pays et préparer un avenir qui, suivant toutes les prévisions, doit être merveilleux.

Au dernier recensement décennal (1885), le Chili comprenait 2,526,969 habitants, soit un accroissement de près d'un *cinquième* depuis dix ans, et la proportion très forte d'enfants de six à quinze ans, plus de 600,000, indique une natalité au-dessus de la moyenne. Le nombre des étrangers est d'environ 40,000, dont la plus grande partie anglais, allemands et français. On compte encore 50,000 indiens araucans, récemment annexés, et quelques milliers de Fuégiens. Depuis, des statistiques portent la population totale à 3,200,000 habitants.

La République est divisée en vingt-deux provinces et deux territoires. Les villes importantes sont Santiago et Valparaiso; la langue du pays est l'espagnol, mais dans tous les grands centres on trouve à se faire comprendre en français, car notre influence politique et commerciale est très grande dans ce pays.

Le développement des côtes est considérable, car la largeur du Chili est seulement de 170 à 300 kilomètres sur une longueur de 40° géographiques; on pourrait en

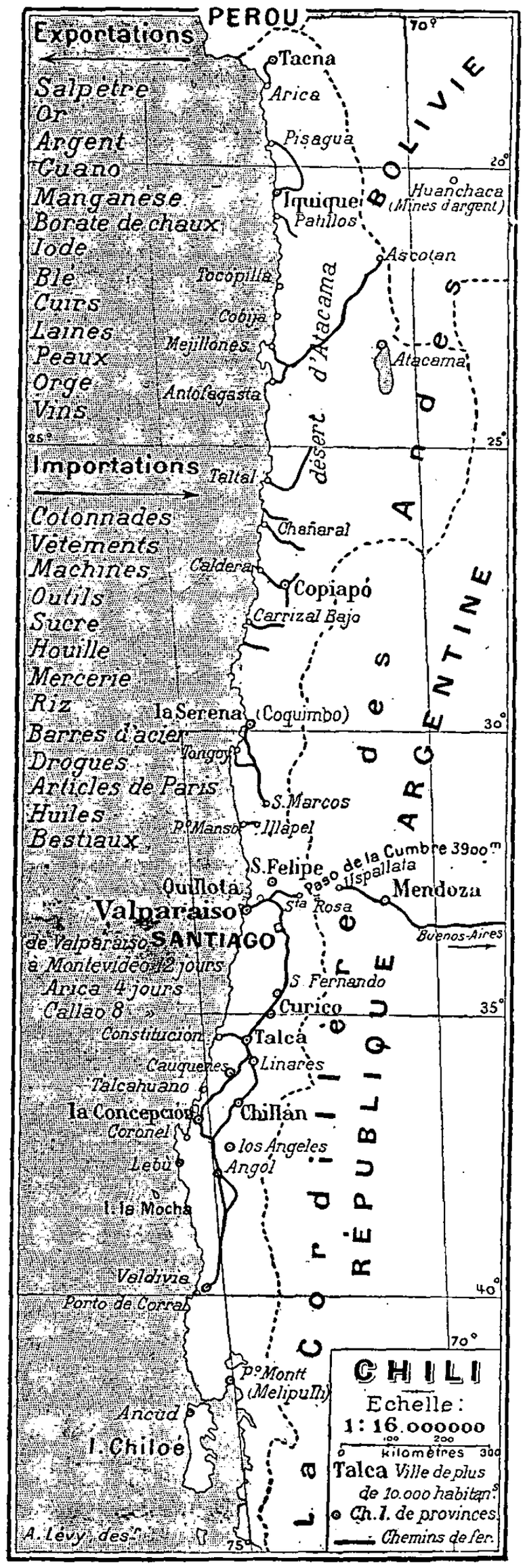


Fig. 381.

déduire que le Chili est une grande puissance maritime, mais sur soixante ports disséminés sur ses côtes, quatorze méritent seulement ce nom pour l'importance de leur mouvement, parmi lesquels il convient de citer : Valparaiso (1,212 navires sortis en 1886), Talcahuano (985

navires). Coronel (942 navires, Coquimbo (785 navires), Iquique (695 navires), Caldera (531 navires). Le mouvement total était, en 1887, de 7,862 navires entrés, pour 7,108,978 tonnes, et 7,980 navires sortis, pour 7,206,959 tonnes. Mais le commerce extérieur ne comprenait dans ce total qu'un peu moins de 2,000,000 de tonnes, dont les navires anglais avaient accaparé la plus forte partie. La marine française était représentée par 225 vapeurs ou voiliers, contre 2.700 anglais. Punta-Arenas est le seul port franc de la République.

Une ligne de paquebots : la *Compagnie Sud-Américaine de navires à vapeur*, a son point de départ à Valparaiso; elle reçoit une subvention du gouvernement. Parmi les compagnies maritimes qui font un service régulier avec les ports chiliens, la plus importante est la *Pacific, steam Navegation C°*.

Les chemins de fer ont pris une grande extension, surtout depuis 1881. Ils comprenaient environ 1,200 kilomètres, en 1888, et à cette époque 1,000 kilomètres étaient en construction. En outre, un certain nombre de lignes appartiennent à des sociétés particulières. La principale de toutes ces lignes est celle de Santiago à Valparaiso.

De belles routes ont été tracées récemment, notamment celle qui, traversant le Pas-d'Uspallata, conduit à la République Argentine.

Le gouvernement du Chili n'a pas subvenu à toutes ces dépenses, et de plus à celles que la guerre lui a imposées, avec ses seules ressources. En 1885, la dette nationale s'élevait à 19,000,000 de francs. En 1888, elle atteignait les chiffres suivants :

Dette extérieure	199.882.500 fr.
Dette intérieure et papier monnaie . .	237.620.480
Soit au total	437.502.980 fr.

Ce qui ne cesse pas d'être lourd pour un budget de 255,000,000. Néanmoins la situation est d'apparence prospère, et les dépenses faites uniquement dans un but utile, ne peuvent que développer rapidement les ressources du pays.

Les principaux revenus de l'Etat sont fournis par les droits de douanes, très protecteurs. Paient 35 0/0 les albums, lorgnettes, armes, sucres, cannes, malles, chaussures, voitures, cartouches, matériel en fer ou bois, rubans de soie ou velours, voitures d'enfants, corsets, chocolat, conserves, canifs, statues, fleurs artificielles. Sont tarifés à 15 0/0 les alambics, pompes à vapeur, fils d'or et d'argent, vagons et charrettes, ciments, bouchons, douves. Enfin entrent en franchise : acier en barres et en plaques, animaux vivants, avoine, houille et goudron, mercure, pompes à incendie, asbeste, cartes géographiques, fruits, bagages de voyageurs, guano, blé et farines, plantes et semences; les liqueurs paient 20 fr. par caisse de douze bouteilles, le café, la bière, les cigares, le tabac à priser, le thé et le vin blanc paient également des droits très lourds.

Il n'est perçu de droits d'exportation que sur le cuivre, l'argent, l'iode et le nitrate de soude (salpêtre).

Le commerce, tant extérieur qu'intérieur, a suivi une progression constante et très rapide qui révèle une activité extraordinaire de transactions; les augmentations sont, par année, de 30 à 40,000,000 de francs! Le tableau ci-dessous indique les chiffres de commerce extérieur pour les principaux ports, en 1886 :

	Importations	Exportations
Valparaiso.	179.882.745	68.992.380
Pisagua.	1.673.725	29.762.470
Iquique	9.167.665	69.229.455
Tocopilla	617.860	3.647.305
Antofagasta.	2.214.130	7.802.215
Taltal	1.090.580	10.177.575
Caldera	2.579.815	7.811.420
Carrizal-Bajo. . . .	2.157.140	589.245
Coquimbo.	8.042.030	20.860.500
Talcahuano.	10.915.260	19.508.085
Coronel	1.179.890	17.312.915
Valdivia.	1.263.580	220.615
Ancud.	27.255	60.410
Melipulli	39.060	104.160
	220.850.735	256.078.750

Voici maintenant le détail des principaux articles d'importation, avec la comparaison entre 1886 et 1887. Ce sont les dernières statistiques établies :

Importations (en francs).

Articles	Valeur en 1886	Valeur en 1887	1887 Augmentation	1887 Diminution
Produits alimentaires	61.545.460	50.922.550	»	10.624.910
Tissus	48.391.125	57.346.410	8.955.385	»
Matières premières	24.450.815	31.105.950	6.675.135	»
Habillement, bijouterie.	12.146.365	12.846.970	700.695	»
Machines et instruments.	21.231.530	28.242.785	7.011.255	»
Articles de ménage.	14.355.880	16.521.615	2.165.735	»
Matériel de chemins de fer et télégraphes. .	4.253.945	7.219.135	2.965.190	»
Vins et spiritueux.	4.575.135	5.399.525	820.390	»
Tabacs et cigares	2.065.045	2.237.670	172.625	»
Minéraux.	551.680	51.395	»	500.285
Objets d'art	3.468.920	3.083.730	»	383.190
Produits chimiques et pharmaceutiques. .	3.076.990	3.432.230	355.240	»
Armes.	299.320	364.385	65.075	»
Articles divers.	19.389.525	23.885.680	4.496.050	»
Monnaies or.	95.195	15.300	»	
— argent.	891.265	367.815	»	575.730
Billets de banque	68.540	111.155	»	
Totaux.	220.850.735	243.154.310	34.382.690	12.079.115

Les exportations ont été établies pour l'année 1888. On peut donc en faire la comparaison avec l'année 1887. Le résultat est plus satisfaisant encore que celui des importations :

Exportations (en francs).

Classification	1887	1888	1888	
			Augmentation	Diminution
Mines	247.245.075	316.034.650	68.789.575	»
Agriculture	46.846.235	43.921.815	»	2.924.420
Manufactures	230.405	244.060	13.655	»
Articles divers	233.275	550.155	316.880	»
Numéraire	1.587.425	1.504.375	»	83.050
Réexportation	1.607.375	3.194.620	1.587.245	»
Totaux	297.749.790	365.449.675	70.707.355	3.007.470
Augmentation en 1888			67.699.885	

On voit que les produits des mines sont la principale source de revenus du Chili, et pourtant les procédés d'extraction sont encore bien imparfaits, les voies de communication rares, les débouchés difficiles et la main-d'œuvre chère. Tous les propriétaires de mines manquent d'argent, et ont des prétentions exagérées qui en retardent la mise en exploitation.

Les principaux produits des mines chiliennes sont avant tout, en poids, le salpêtre et l'argent; puis viennent le guano, le cuivre, le manganèse, le borate de chaux. Le guano a évidemment une valeur proportionnelle moindre.

La plus grande partie du commerce d'exportation est aux mains des Anglais : 56,898,000 dollars en 1888, en augmentation sensible, contre l'Allemagne, 4,751,000; la France, 4,295,000; le Pérou, 2,071,000, et les Etats-Unis, 2,070,000. La proportion est la même pour les importations, excepté sur ce point, que la République Argentine, qui ne figure pas à l'exportation, vient ici en quatrième rang.

Les principaux articles d'importation sont, pour l'Angleterre, les barres d'acier, le riz, les drogueries, cotonnades et vêtements, mercerie, houille et sucre raffiné; pour l'Allemagne, les mêmes denrées, et, en outre, les fers et machines de toutes sortes; pour la France, le sucre raffiné, les produits chimiques, les cotonnades, les cotons fins de couleur, les huiles et les articles de Paris; pour la République Argentine, les bestiaux.

A l'exportation, l'Angleterre a reçu surtout, pour les mines, du nitrate de soude, du cuivre en barres, de l'argent, de l'iode et du manganèse; l'Allemagne, du nitrate, du cuivre et de l'iode; la France, du cuivre, du nitrate et de l'argent fondu; les Etats-Unis, presque uniquement du nitrate de soude.

Pour les produits agricoles, l'Angleterre reçoit principalement du blé; l'Allemagne, du cuir pour semelles; la France, des laines et des peaux. Ajoutons que les vins, récemment tentés, n'ont pas encore donné des résultats très importants, mais que le succès et l'étendue des plantations nouvelles fait prévoir à bref délai une exportation considérable.

De grands efforts sont faits pour attirer les agriculteurs au Chili; le gouvernement donne aux colons qui justifient de connaissances techniques, des lots de terre de 40 hectares, ayant une valeur effective de près de 8,000 francs. Mais il exige que ces colons aient une provision de 1,000 francs, nécessaire pour mettre ces terres en rapport, et grâce à cette sage mesure il a évité les abus qui se sont produits dans beaucoup d'autres essais de colonisation.

D'ailleurs, afin de former dans la population indigène des agriculteurs compétents et au courant de tous les progrès modernes, le gouvernement a fondé ou encouragé plusieurs écoles et institutions spéciales.

La Société nationale d'agriculture de Santiago reçoit une subvention annuelle de 100,000 francs pour distribuer des primes de concours, entretenir des avenues et promenades, et surveiller le jardin zoologique.

L'instruction supérieure se donne à l'Institut agricole de la *Quinta normal* : économie rurale, arboriculture, viticulture et vinification, botanique agricole, zootechnie générale et spéciale, anatomie et physiologie comparées des animaux domestiques, chimie agricole, constructions rurales et législation. Une bibliothèque et un musée sont annexés à l'Institut. Toutes les découvertes les plus récentes de la science reçoivent là une application dont nos institutions européennes seraient jalouses, notamment les vaccinations, système Pasteur, pour lesquelles l'Institut a une installation spéciale.

Enfin, l'instruction pratique est donnée dans des écoles spéciales établies à Santiago, Talca, Chillan, San Fernando, Conception, Elqui et Salamanca.

Il existe aussi des écoles des mines, des arts et manufactures, un institut d'ingénieurs et une école professionnelle et commerciale de jeunes filles.

Comme dans tous les pays neufs, l'industrie est encore bien peu développée; néanmoins les capitaux se réunissent plus facilement, et sous l'impulsion du gouvernement, on peut prévoir le moment où le Chili deviendra un centre industriel. On nous signale, parmi les industries qui seraient d'une installation facile et d'un écoulement certain de marchandises, les suivantes : cordages et toiles grossières, tissus, cuirs, chapeaux, articles d'ameublement, sucres, produits alimentaires, bougies, papiers, produits chimiques, faïences, cristallerie. Voici d'ailleurs un tableau des fabriques existantes en 1887 :

Scieries, menuis., etc.	225	Fabriques de tuiles et briques	300
Fabriques d'amidon.	40	Fonderies de fer et forges	212
— d'huile	20	Imprimeries et lithographies	150
Carrosseries	64	Minoteries	600
Brosseries	80	Boulangeries	300
Chocolat	5	Fabriq. de souliers	50
Distilleries	100	— de sucre	2
Meubles	45	Raffineries de sucres	2
Papeteries	3	Fabriques de drap	2
Fonderies	150		
Tanneries	138		
Fabriques de savons.	65		

Nous relevons, d'autre part, dans les déclarations de sociétés anonymes à forts capitaux, quelques indications précieuses pour les nouvelles tentatives en 1888 : Compagnie d'électricité de Conception, Fabrique nationale de papiers, Compagnie des eaux de Taltal, Société nationale de produits chimiques et pharmaceutiques, Compagnie du gaz d'Antofagasta, Compagnie industrielle, etc. outre un certain nombre de compagnies de mines et de chemins de fer qui, dirigées par des Chiliens, se fourni-

ront dans le pays de tout le matériel qu'elles pourront y trouver, donnant ainsi un encouragement précieux à toutes les entreprises nouvelles.

Il y a peu à dire sur l'état actuel des beaux-arts au Chili, ils sont jusqu'ici dans l'enfance encore; néanmoins il faut reconnaître que les efforts du gouvernement, qui entretient à ses frais, en Europe, une dizaine de peintres, quatre sculpteurs et un architecte, ont été récompensés par des résultats pleins de promesses; la plupart ont obtenu aux salons de Paris, des mentions honorables, et le sculpteur Arias a remporté une médaille au Salon de 1887. Parmi ceux qui sont parvenus déjà à une belle carrière, nous citerons les peintres Manuel-Antonio Caro, Smith, Lira, Orrego, Valenzuela, Errazuriz, et les sculpteurs Plaza, Virginio Arias et Carlos Lagarrigue.

Le gouvernement vient de créer un musée national des beaux-arts, dans les jardins de la Quinta Normal, des amateurs ont fondé des prix importants, des revues artistiques ont trouvé des lecteurs, et le public chilien, récemment réfractaire à toute idée artistique, a commencé à acheter beaucoup, surtout aux enchères. Il y a là un débouché précieux pour nos artistes, qui n'ont pas encore beaucoup de concurrence à redouter.

Ce qui est indiscutable, c'est que, des pays de l'Amérique latine, le Chili est le seul qui puisse présenter un ensemble d'artistes, une sorte d'école nationale, autre chose enfin que des individualités exceptionnellement douées et sans signification pour l'avenir.

Le Chili à l'Exposition universelle de 1889. Le pavillon du Chili occupait au Champ-de-Mars un emplacement de 60 mètres carrés bien suffisant pour permettre aux nationaux de cette République, empêchés par la guerre de figurer à l'Exposition de 1878, de faire valoir leurs produits, certainement dignes d'attention, et plus encore promettant des résultats grandioses pour l'avenir. Au point de vue industriel ou bien au point de vue de l'exploitation agricole raisonnée, le Chili est un pays neuf.

Le pavillon chilien, transporté depuis à Santiago, était une construction très pratique, toute en fer, carrée, flanquée aux coins de quatre pylônes et surmontée d'une coupole. Sur la façade un porche monumental, orné de légères colonnettes, sur les côtés d'élégants balcons couverts. A l'extrémité opposée à l'entrée un joli jardin d'hiver communiquait avec la galerie au premier étage. Ce que cette ossature avait d'un peu sévère était habilement corrigé par un emploi intelligent de terres cuites, de staffs et de faïences; comme dans la plupart de ces pavillons en fer, le plafond du rez-de-chaussée était ajouré, de façon à faire valoir le monument dans toute sa hauteur.

En bas on avait réuni tous les produits des mines, les céréales et les vins, qui sont, à proprement parler, les ressources du pays. La collection des minerais compte parmi les plus riches et les plus complètes. Cuivre et composés, sulfates, sulfures et silicates de MM. Escobar et Brown, Fr. Latrille, Delfina, Cervero et Cie, Demofilo Herrera, Diaz, à Lota, Copiapo, Coquimbo; argents des mines Godoi, Vincente Serrano, Lina Hernandea; or et quartz aurifères de Santo-Domingo, de la Perra et des mines de M. Pastena; fer magnétique de Florida; nitrates d'Antofagasta; lapis de Cazadero; mercure et sulfure de mercure de M. Francio Fayle; salpêtre du désert d'Atacama.

A côté de ces minerais on trouverait de la houille, bien certainement, ce qui permettrait de les mettre en œuvre sur place; les quelques recherches, notamment dans la province de Conception, ont permis d'envoyer de beaux échantillons d'anthracites. Malheureusement les efforts de ce côté sont rares et sans suite. Les mines du Chili, en général, sont exploitées d'une façon primitive, d'après le rapport d'un savant ingénieur, M. Ch. Legrand, chargé d'une mission dans l'Amérique du Sud.

Il faut faire une place spéciale aux mines de guano, une des curiosités du Chili, parce c'est une de ses principales sources de revenus. Cet incroyable dépôt de fientes et de détritus végétaux, accumulé près de la mer pendant des siècles, atteint facilement une épaisseur moyenne de 25 mètres, et on l'exploite comme une mine de houille, au moyen de puits. La Compagnie commerciale française compte parmi les premiers exploitants, et son exposition est très intéressante.

De belles laines, des céréales, blés, maïs blanc, rouge ou jaune, seigle et avoine, qui constituent une exportation importante jusque vers l'Uruguay et le Brésil, des haricots, des fruits secs et confits, du miel de palme de Erhinger, des tabacs, des pelleteries qui ornaient l'escalier en fer conduisant au premier étage, complétaient l'exposition du rez-de-chaussée, avec les vins, dont l'importance en quantité et qualité, a été pour beaucoup de visiteurs une révélation; il y avait là une variété de couleurs et de goût à laquelle on ne s'attendait pas, et des crus véritables aux marques de Limaché, Subercaseaux, Urmeneta, ont été appréciés des gourmets. On ne pensait pas voir le Chili importateur de vins en France, et de façon à devenir une concurrence sérieuse peut-être pour nos producteurs.

Avant de quitter le rez-de-chaussée, donnons un souvenir à l'exposition spéciale de MM. Cousino, grands propriétaires et industriels, qui avaient réuni quelques spécimens sortis de leurs mines, de leurs fermes, de leurs verreries et de leurs poteries.

Au premier étage, enfin, étaient disposés des produits manufacturés de toutes sortes, vêtements indigènes ou à l'instar de Paris, meubles et étoffes d'ameublement d'Alexandre Silva, savons et stéarines d'une usine de bougies de Santiago, et à titre de curiosité, des objets divers en peau de grenouille tannée, envoyés par M. Nicolas Gaucher, de Valparaiso. Tous ces produits, d'ailleurs, étaient plus remarquables par les progrès réalisés récemment et par l'activité industrielle dont ils témoignaient, que par leur perfection. Nous en dirons à peu près autant des beaux-arts, représentés par le sculpteur V. Arias et le peintre Cambios de Fortuna.

CHIMIE. Dans ces dix dernières années, aucune doctrine chimique nouvelle n'a surgi, mais les chimistes ont développé avec une fiévreuse activité les conséquences des théories antérieurement émises, ils ont continué à exploiter avec succès les mines précieuses déjà entr'ouvertes; les faits les plus nombreux sont venus donner un solide appui aux lois de l'enchaînement des atomes, des substitutions, de l'atomicité des éléments, de l'isomérie de position. Nous compléterons l'article CHIMIE, du *Dictionnaire*, par quelques remarques concernant : 1° l'enseignement de la chimie; 2° la théorie atomique; 3° la notation atomique; 4° la nomenclature; 5° les travaux sur les corps simples; 6° les travaux de chimie en général; 7° les travaux de synthèse.

1° En chimie organique, on a distingué nettement et avec juste raison, dans les édifices moléculaires deux parties : l'une de plus grande résistance aux réactions, composée dans la plupart des cas d'une chaîne acyclique ou cyclique d'atomes de carbone et désignée sous le nom de *noyau*; l'autre dans laquelle les transformations s'effectuent relativement avec facilité et désignée sous le nom de *groupement fonctionnel*.

Ces groupes fonctionnels sont aujourd'hui assez

nombreux, nous prions le lecteur de se reporter dans le *Dictionnaire*, aux mots : CARBURES D'HYDROGÈNE, ALCOOL ET PHÉNOL, ALDÉHYDE ET ACETONE, ACIDE, ETHER, AMMONIAQUE COMPOSÉE, AMIDE, QUINONE.

La chimie organique basée sur la classification par les groupes fonctionnels peut paraître plus facile, plus claire, plus élégante, plus séduisante par suite pour l'enseignement, c'est la marche qui s'impose davantage aux ouvrages encyclopédiques appelant chaque groupe fonctionnel à son tour alphabétique et embrassant à chaque mot dans un aperçu général la question tout entière.

L'étude basée sur la classification par les noyaux donne une connaissance plus approfondie des relations qui existent entre les nombreux composés organiques, elle convient davantage à celui qui a en vue la fabrication des produits. Plusieurs ouvrages de chimie moderne ont adopté de préférence cette classification. La forme dictionnaire peut au besoin se prêter à l'étude de la chimie organique dans cette direction plus pratique.

2° La théorie atomique a eu ses hésitations, elle a eu ses évolutions et nous ne pouvons croire qu'elle soit, dans son état actuel, le dernier mot de la science. Mais en attendant une prochaine transformation, elle affirme chaque jour, par une succession non interrompue de faits, son étonnante fécondité; les résultats industriels auxquels les chimistes ont été conduits par l'application qu'ils ont faite ou les déductions logiques qu'ils ont tirées de ses principes lui ont donné la plus éclatante confirmation ; elle a été réellement pour l'Allemagne, par la fabrication des matières colorantes du goudron, une source de richesses et la vraie *poule aux œufs d'or*. Elle est aujourd'hui la théorie régnante, la théorie classique de tous les pays. La France seule est restée en arrière et compte encore d'éminents et nombreux chimistes comme réactionnaires ou réfractaires à la nouvelle théorie. Heureusement que les Wurtz, les Schutzenberger, les Friedel se sont mis en France à la tête du mouvement pour l'enseignement de la théorie atomique, car nous serions arrivés déjà, en particulier pour les matières colorantes artificielles qui forment tout un nouveau monde, à nous isoler tellement des chimistes des autres pays que nous ne pourrions plus ni les comprendre, ni nous faire comprendre.

3° La notation atomique et la notation en équivalents se servent des mêmes symboles et les *formules brutes* dans l'un des systèmes, se ramènent facilement par l'application de quelques règles bien simples à des formules correspondantes dans l'autre système. Dans les *formules de constitution* il y a plus de divergence. La représentation des corps dans la théorie atomique paraît plus compliquée que dans la théorie des équivalents : c'est que dans la première la formule développée exprime ou traduit dans le schéma plus de notions scientifiques que dans la seconde; vouloir simplifier serait le plus souvent vouloir supprimer dans la représentation symbolique du composé des indications importantes à connaître et faciles à interpréter, savoir : 1, le rapport des *poids des composants ;* 2, le volume déterminé qu'on rapporte toujours conventionnellement à *deux volumes;* 3, un poids déterminé dit le *poids moléculaire;* 4, la *fonction* simple ou mixte du corps ; 5, l'état isomérique ; 6, la capacité de combinaison. La notation ancienne ou par équivalents ne peut traduire toutes ces indications. Mais le lecteur doit être prévenu que ces formules atomiques, alors même que dans les explications il serait question de *lieux chimiques* pour les différentes parties du composé, n'ont pas la prétention d'assigner aux atomes ou groupes d'atomes le *lieu* qu'ils occupent dans l'espace, mais seulement les rapports de saturation réciproque des atomes. Ainsi entendues, ces formules développées en notation atomique ont rendu et continuent à rendre les plus incontestables services.

4° La nomenclature moderne ne présente pas moins de divergences que la notation. Si l'on veut exprimer par un nom composé le grand assemblage de groupes atomiques qui répond à certains corps organiques, le mot devient d'une difficulté au premier abord désespérante pour la prononciation comme pour la mémoire. C'est pour apporter plus de simplification sous ce rapport que l'on a déjà commencé, mais on devrait ne s'avancer dans cette voie qu'avec beaucoup de méthode et de circonspection, on a commencé à désigner par des noms courts et s'unissant facilement à d'autres mots, des groupements d'atomes servant en quelque sorte de noyaux auxquels se rattachent des séries de corps. C'est ainsi que l'on a créé les groupements : *azo, diazo, hydrazo, oxyazo, azines, aldines, oxazines, quinoléines, quinizines, pyrazol*, etc. Ces groupes, une fois leur notion scientifique parfaitement définie, peuvent être d'un précieux secours dans la nomenclature pour ramener le nom de certains corps à une longueur raisonnable.

L'Exposition de 1889 a provoqué la réunion d'un congrès international de chimie, qui a formulé des vœux aussi modestes que légitimes, touchant la nomenclature. Voici les principales résolutions adoptées par le congrès pour tendre à l'uniformité du langage chimique : *a)* les hydrocarbures auraient tous un nom terminé en *ène* et ainsi disparaîtraient pour ces composés la terminaison *ol* qui serait exclusivement réservée pour les alcools et la terminaison *ine* qui servirait pour les alcaloïdes; *b)* le préfixe *bi* indiquerait la duplication de radicaux, tandis que *di* serait réservé pour les doubles substitutions, le diphényle serait nommé biphényle; *c)* le groupe CAz conservera son nom de cyanogène ; *d)* pour les noyaux compliqués non azotés, des chiffres désigneront les sommets, et pour les noyaux azotés, on se servira des préfixes *ortho, méta, para* pour les liaisons avec le noyau hydrocarboné, et de lettres grecques pour les liaisons avec le noyau azoté; *e)* les aldéhydes prendraient le nom de l'alcool correspondant et non plus le nom de l'acide; *f)* pour les *acétones*, le nom de *carbonyle* serait remplacé par celui de *cétone* (qui vient de *Kéton*, allemand); *g)* pour les dérivés de la série grasse, non saturés,

et bisubstitués, comme aussi pour les urées bisubstituées les lettres *a* et *b* désigneront les atomes de carbone reliés par des liaisons multiples; dans le cas des dérivés trisubstitués cette désignation par *a* et *b* ne sera pas nécessaire, mais on aura soin d'exprimer en premier lieu les deux radicaux fixés au même atome de carbone.

5° *Travaux sur les corps simples.* La découverte de quelques nouveaux métaux vient de mettre en évidence une fois de plus la portée de l'analyse spectrale pour la recherche des traces de corps connus ou inconnus. Après la découverte du *gallium* par Lecoq de Boisbaudran (1875), celle du *décipium* pressentie par Delafontaine (1878), du *gadolinium* découvert par Marignac (1878), de l'*holmium* découvert par Clève (1880), du *scandium*, trouvé par Nilson (1879) et étudié par Clève (1880), du *thulium* signalé par Soret et étudié par Clève (1880), de l'*ytterbium* découvert par Marignac (1880) nous pouvons ajouter le *germanium* découvert par Winkler (1885), le *néodymium* et le *praséodymium* découverts (1886) par Auer von Welsbach.

Ces découvertes viennent à l'appui de la classification du chimiste Mendeléef (V. *Dictionnaire*, CHIMIE, p. 279) et combler les places vides qui correspondent à des corps déjà connus par prévisions, mais non encore obtenus dans les laboratoires. Nous ferons remarquer toutefois que plusieurs des métaux classés comme corps simples : le samarium, le disprosium, peut-être le décipium, pourraient bien n'être qu'un mélange de deux éléments. Enfin le fluor, connu antérieurement, a été isolé nettement pour la première fois en 1887, par Moissan; l'ozone a été l'objet de nouvelles études de la part de MM. Houzeau (production de l'électrisation de l'air), Berthelot (thermo-chimie), Hautefeuille et Chapuis (propriétés générales) et Friedel a poursuivi le parallèle entre le silicium et le carbone au point de vue de l'enchaînement de leurs atomes.

6° *Travaux de chimie générale.* Le développement extraordinaire qu'a pris l'industrie des matières colorantes a provoqué des travaux de la plus haute portée sur la chimie générale.

Nous ne ferons que mentionner en passant les travaux sur le triphénylméthane, sur les colorants de la série thionique, sur les phtaléines, sur les azoïques, diazoïques, tétrazoïques, sur l'alizarine et l'indigotine artificielles, sur les dérivés de la quinoléine et de l'acridine (V. *Dictionnaire* et *Supplément*, COLORANTES [Matières]). Les méthodes générales de substitutions des groupes *fonctionnels* sont devenus chaque jour plus classiques et offrent au chimiste toutes les ressources pour passer facilement d'un corps à un autre se rattachant au même *noyau*. Nous signalerons encore, comme études importantes pour le développement de la chimie générale, les remarquables travaux de Berthelot, sur la formation thermique des corps isomères et sur les équilibres chimiques, le travail de Berthelot et Werner sur l'isomérie dans la série benzénique, celui de Berthelot et Jungfleisch sur les lois du partage d'un corps entre deux dissolvants, celui de Salet et de Gernez sur la spectroscopie, celui de Berthelot et de Thomsen sur la thermo-chimie, celui de Van't-Hoff sur les formules de structure dans l'espace, celui de Schutzenberger et de Grimaux sur les composés albuminoïdes et colloïdaux, les travaux sur les relations qui existent entre la constitution des corps organiques et le pouvoir rotatoire de leurs dissolutions (J.-A. Lebel) et leurs propriétés chromatiques (Witt), la méthode de synthèse de Friedel et Crafts, enfin des travaux sur le point de départ de la chimie : le volume occupé par la molécule et la genèse des éléments.

La chimie générale a perfectionné la fabrication du chlore et du phosphore et fabrique industriellement l'acide sulfurique anhydre; la chimie métallurgique a créé la métallurgie du nickel, amélioré celle de l'aluminium et du sodium et emploie l'électrolyse comme méthode industrielle d'extraction; la chimie agricole a fait de sérieux progrès dans la fabrication des engrais et surtout des superphosphates; la chimie des explosifs a trouvé et tient en réserve de nouveaux modes de destruction; la chimie pharmaceutique fait pousser dans les cornues des antiseptiques, des anesthésiques, des fébrifuges; la chimie des couleurs a poursuivi ses conquêtes dans cette mine inépuisable des goudrons; la chimie biologique a fait d'importantes découvertes : *ptomaïnes* et *leucomaïnes*, étudiées par Gautbier; *ferment nitrique*, par Schlœsing et Müntz; *bacilles chromogènes, pathogènes, saprogènes, zymogènes*, par Pasteur et son école; la bile et la *névrine*, par Wurtz; ainsi qu'un dérivé de la carottine (règne végétal) qui rappelle singulièrement la cholestérine de la bile.

7° La science, mettant à profit toutes les méthodes de synthèse qu'elle s'est créées, poursuit ce grand travail de constructions moléculaires auquel M. Berthelot a donné les assises fondamentales et forme chaque jour, de toutes pièces, des corps nouveaux qui intéressent soit la chimie pure, soit la chimie appliquée à la pharmacie et à la médecine, mais plus encore à la fabrication des matières colorantes. C'est le goudron, devenu depuis trente ans une source intarissable de couleurs nouvelles, qui nous apparaît dans ces dernières années comme une source de produits pharmaceutiques avec l'*hypnone* (acétophénone), l'*antifébrine* (acétanilide), l'*exalgine* (méthylacétanilide), la *kairine* (chlorhydrate de orthoxy-tétrahydro-méthyl-quinoléine), la *thalline* (isomère du précédent ou chlorhydrate de méthoxy-tétrahydro-quinoléine), le *salol* (éther salicylique du phénol), le *thymol* α (propylméthylphénol) et l'*antipyrine* (diméthyloxyquinizine), brevetée comme procédé de fabrication (méthode de Knorr) et comme dénomination, mais fabriquée aussi par une marche détournée (méthode de M. Petit) et vendue sous le nom d'*analgésine*. Ces produits de synthèse se trouvaient dans plusieurs vitrines de l'Exposition (1889) : MM. Naville et Brigonnet. Petit, Fournier, Compagnie parisienne de couleurs d'aniline. Nous ajouterons que, dans les grandes usines de matières colorantes de l'Allemagne, il y a des ateliers spéciaux où l'on fabrique à côté de tant de nouveaux colorants les

nouveaux remèdes à la mode et surtout l'*antipyrine*, qui fut d'un usage universel et qui a doublé de prix (200 francs le kilogramme) dans la récente épidémie de l'*influenza*.

Il est vrai que ces remèdes artificiels ne font encore que timide figure auprès des produits pharmaceutiques naturels, qui s'étalaient nombreux, mieux préparés que jamais, et qui offraient des principes immédiats nouveaux, attestant ainsi que le règne organique végétal peut encore jeter à la science un solennel défi. La chimie du reste n'a eu sur ce point que la modeste prétention de nous donner des antiseptiques, comme l'*acide phénique*, l'*aseptol* et le *thymol*, etc., des antithermiques ou antipyritiques, succédanés de la quinine, comme kairine, thalline, antipyrine; des succédanés de l'opium ou analgésiques, comme l'hypnone, l'exalgine, la cocaïne. Hors de là, le champ est encore bien vaste.

C'est dans la fabrication des matières colorantes artificielles que la science moderne a plus justement le droit d'être fière de sa conquête. Elle produit tous les jours, comme par enchantement, dans ses laboratoires industriels des colorants qui rivalisent victorieusement, pour la beauté et le prix, avec les colorants que l'art et l'industrie devaient attendre exclusivement du règne organique. — V. Colorantes (Matières).

Il faudrait pourtant bien se garder de croire que la chimie moderne puisse réaliser par voie de synthèse tous les édifices moléculaires qui se construisent silencieusement, mais sûrement dans le vaste laboratoire de la nature depuis que le monde est monde. L'Océan vient briser l'orgueil de ses flots contre le sable du rivage; la chimie s'arrête devant la *cellule vivante*. Les substances qui forment la base de notre alimentation de tous les jours lui posent des problèmes les plus difficiles à résoudre, pour ne pas dire des problèmes insolubles. Le sucre et les matières grasses et amylacées lui sont tous connus dans leur composition centésimale et l'on peut dire aussi dans leur poids moléculaire, par suite dans leur formule brute.

L'on sait que le sucre est un anhydride diglucosique, tandis que la *saccharine* de Fahlberg est un imide sulfone de l'acide benzoïque; on sait que la *margarine* ou beurre de margarine n'est pas un produit de synthèse; on sait que la fécule, l'amidon, la dextrine ont pour composition élémentaire $(C^6H^{10}O^5)^n$; on a voulu déterminer n et on a trouvé qu'il fallait au moins supposer $n=3$ pour l'amidon en s'appuyant sur la réaction suivante :

$$\underset{\text{Amidon}}{3C^6H^{10}O^5} + H^2O = \underset{\text{Maltose}}{C^{12}H^{22}O^{11}} + \underset{\text{Dextrine}}{C^6H^{10}O^5}$$

qui traduirait une phase intermédiaire de la transformation de l'amidon en glucose par l'influence des acides, mais M. Flourens au dernier *Congrès des sociétés savantes* (mai 1890) et à la Société industrielle du nord de la France (juin 1890) a montré comme résultat de ses études sur cette question par les méthodes saccharimétriques et polarimétriques qu'il ne se forme qu'une seule espèce de dextrine sans qu'il se produise de maltose comme terme de passage pour arriver de l'amidon à la glucose. Nous n'avons donc encore jusqu'à présent que l'espoir de préparer par des voies synthétiques les aliments *respiratoires* dont nous usons à chaque repas.

Quant aux aliments *plastiques*, aux substances albuminoïdes, on a déterminé leur composition centésimale, on sait que leur molécule est extraordinairement complexe, que la formule la plus simple qui soit proposée pour l'albumine du blanc d'œuf serait, d'après M. Lieberkühn

$$C^{72}H^{112}Az^{18}SO^{22},$$

d'après Schutzenberger $C^{60}H^{100}Az^{16}O^{20}$, d'après Renooz $C^{40}C^{31}Az^5O^{12}$, d'après Gauthier $C^9H^7AzO^3(C^{60}H^{99}Az^{15}O^{19})^4$, on a voulu pénétrer le mystère du groupement des atomes dans ces édifices moléculaires si compliqués, M. Schutzenberger a proposé pour la structure moléculaire de l'albumine :

$$C^2O^2\begin{cases} Az<\begin{matrix}CO.C^5H^{10}.AzH.C^2H^4.AzH.C^2H^4.CO.OH\\ CO.C^4H^8.AzH.CH^2.Az.C^2H^4.CO\end{matrix} \\ Az<\begin{matrix}CO.CH^3\\ CO.C^7H^{12}<\begin{matrix}AzH.CH^2.AzH\\ AzH.CH^2.AzH\end{matrix}>C^4H^6<\begin{matrix}CO.OH\\ CO.OH\end{matrix}\end{matrix} \\ Az<\begin{matrix}CO.\\ H\end{matrix} \end{cases}$$
$$CO\begin{cases} Az<\begin{matrix}CO.C^3H^6.AzH.C^2H^4.Az.C^2H^4.CO\\ CO.C^4H^8.AzH.CH^2.AzH.C^2H^4.CO.OH\end{matrix} \end{cases}$$

ou en formule brute $C^{60}H^{100}Az^{16}O^{20}$.

Telle est la formule *la plus simple* répondant à la constitution de l'albumine, telle que les plus récents travaux ont permis de l'établir avec une certaine probabilité. C'est dire que la synthèse des matières albuminoïdes est encore à faire.

Certains chimistes attachent une importance capitale à ce problème dont la solution leur ferait entrevoir la reproduction de masses *réticulées* ou *spongoïdes*, de groupements moléculaires rappelant les *colloïdes* de Graham et conduisant *peut-être aux éléments anatomiques des organismes vivants*. D'autres chimistes plus nombreux et plus modestes, s'arrêtent respectueusement au seuil du sanctuaire de la vie. — v.

● * **CHINE.** L'empire chinois, compris entre 20° et 51 de latitude nord et 70° et 132° de longitude est du méridien de Paris, est situé entre la Sibérie, l'Hindoustan, la Birmanie, Siam et le Tonquin; il comprend : la Chine propre ou empire du Milieu, *Tchong-Kou*, la Mandchourie, la Mongolie, le Turkestan chinois ; le Tibet, la Corée, le Tonkin, même, que nous possédons de fait, ont été ou sont encore sous un protectorat plus ou moins étroit, et en tous cas mal défini.

La Chine propre est de beaucoup la plus importante de ces grandes divisions. Elle s'étend, des monts Inchan

et de la grande muraille au nord, jusqu'aux limites de la Birmanie et à la rivière de Song-Koï au sud, sur une étendue de 4,000,000 de kilomètres carrés, plus de sept fois la superficie de la France, et compte environ 420,000,000 d'habitants, ce qui indique une densité extraordinaire de population. La Mandchourie comprend 1,274,000 kilomètres carrés, et environ 3,000,000 d'habitants; la Mongolie, 3,377,000 kilomètres carrés, et 3,000,000 d'habitants; le Turkestan chinois, 1,300,000 kilomètres carrés, et environ 1,500,000 habitants musulmans, d'origine turque, et où l'autorité chinoise s'exerce à peine.

Deux grandes îles très fertiles, très peuplées, se rattachent à la Chine : Formose et Haïnan.

Le grand commerce intérieur de la Chine se fait par les fleuves et les canaux, dont les principaux sont : le fleuve Jaune ou Hoang-ho, le Yang-tsé-Kiang ou fleuve Bleu (4,196 kilomètres), à l'embouchure duquel se trouve Chang-haï, le grand port chinois; le Si-Kiang ou Tigre, de beaucoup le moins long, mais sur le delta duquel se sont élevés trois grands centres commerciaux : Macao, Hong-Kong et Canton, avec sa succursale Whampoa.

Chang-haï est un des cinq ports ouverts aux Européens par les traités de 1842, dès le début il a eu un mouvement d'affaires considérable; mais c'est surtout depuis l'expédition de 1860 que son développement est devenu extraordinaire. En 1844, on y comptait seulement : 40 étrangers, 265 étrangers en 1851, 2,773 en 1870 plus de 3,000 en 1885. Les grandes maisons de commerce d'Europe y ont établi des succursales; les navires des Messageries maritimes, de la Compagnie péninsulaire (anglaise), les lignes de Yang-Tsé-Kiang, de Tien-tsin. Ning-po, Fou-tchéou, y font escale; environ 5,547 bâtiments de tous les tonnages, dont 2,500 anglais, donnent à ce port un mouvement exceptionnel, dont le tableau suivant montre le détail, pour 1888 :

Nationalités	Vapeurs		Voiliers	
	Bâtiments	Tonnage	Bâtiments	Tonnage
Anglais	2.436	2.495.081	101	63.949
Chinois	1.342	1.379.355	586	80.870
Allemands	583	416.343	15	4.761
Français	123	258.691	»	»
Danois	14	8.571	4	1.096
Suédois et Norvégiens	7	7.126	2	2.520
Russes	13	11.620	1	1.148
Belges	20	11.160	»	»
Japonais	196	198.868	20	8.716
Américains	»	»	73	39.970
Espagnols	«	»	8	2.146
Italiens	»	»	1	1.308
Siamois	»	»	2	590
	4.734	4.786.761	812	207.074

Les principaux articles d'importation sont, en première ligne l'opium, puis les cotonnades et lainages, les métaux, surtout l'étain, les nids d'hirondelle, la mercerie, le charbon, les substances tinctoriales, la farine, le ginseng du Japon et d'Amérique, le caoutchouc, les machines, les cuirs, le pétrole, les bois, le savon et le sucre raffiné.

A l'exportation, les bambous, les dattes, le chanvre, les cornes de chamois, l'indigo, le musc, la soie en cocons, les fourrures, la cire, enfin les produits d'agriculture : riz, sucre de canne, thé, tabac et laine.

Voici comment se répartissait à l'importation et à l'exportation, ce mouvement de marchandises dans le port de Chang-haï, pour l'année 1889, l'estimation en taëls d'environ 6 francs de notre monnaie :

Importations étrangères, tant de l'extérieur que des ports chinois et de Hong-kong	59.347.669
A déduire, réexportations pour l'extérieur	2.242.861
A déduire, réexportations pour les ports chinois	42.692.322
Produits indigènes importés	48.166.238
A déduire, réexportations pour l'extérieur	19.732.863
A déduire, réexportations pour les ports chinois	20.684.470
Exportations à l'étranger	21.885.122
— dans les ports chinois	16.250.970
Total du mouvement du port	145.649.999

Soit environ 873,000,000 de francs.

Les exportations, surtout à l'étranger, sont en progression sensible.

Ce mouvement de Chang-haï donne une idée générale du commerce de la Chine toute entière. Dix-neuf ports sont actuellement ouverts aux navires européens, et dans lesquels l'administration des douanes, principale source de revenus du gouvernement, est aux mains des Anglais. Après la guerre de 1860, le gouvernement chinois a créé une inspection générale des douanes, et en a confié la direction à un ancien consul anglais, M. Lay. C'est lui qui a organisé ce service très important, grâce auquel l'Angleterre tient en main toutes les ressources de la Chine. Mais son grand développement date surtout de la nomination à ce poste élevé de sir Robert Hart.

Voici la liste de ces dix-neuf ports, avec le chiffre du revenu des douanes (en taëls) qui permettra de se rendre compte de leur importance respective. Ce sont, à partir du Nord :

New-tchwang	337.431	Wen-tchéou	36.085
Tien-tsin	590.455	Fou-tchéou	1.923.177
Tchefou	321.777	Tamsui (île de Formose)	590.944
Ichang	174.233	Takou	399.202
Han-Hou	2.013.799	Amoy	1.065.080
Kinkiang	1.128.034	Souatou	1.428.864
Wuhu	539.848	Canton	2.398.772
Chin-Kiang	561.720	Kiung-tchéou	158 306
Chang-haï	5.681.461	Pakhoï	288.039
Ning-po	1.155.954		

Le total net des importations et exportations, c'est-à-dire dégagé des réexportations et des mouvements de produits indigènes, ressortait pour l'ensemble des ports chinois aux chiffres suivants :

1888	
Net importations (taëls)	124.782.893
Net exportations	92.401.067
1889	
Net importations (taëls)	110.884.355
Net exportations	96.947.832

Voici des chiffres comparatifs pour l'année 1849, après la première guerre :

Importations (taëls)	13.474.544
Exportations	18.212.716

Pour 1859, au moment de la grande expédition :

Importations (taëls)	32.099.226
Exportations	49.564.182

Et en 1870, après quelques années d'expérience et treize ports ouverts au commerce européen :

Importations (taëls)	99.412.000
Exportations	76.882.000

L'opium est un des principaux articles d'exportation : il entre en Chine surtout par Schangaï et Canton. Les

douanes ont perçu des droits sur 76,052 piculs en 1889, contre 82,612 en 1888 (le picul pèse 60k,500): mais il faut dire qu'il se fait beaucoup de contrebande sur les frontières hindoues et à Hong-Kong. On sait que l'opium est une des principales productions de l'Inde anglaise, et que l'interdiction portée par le gouvernement chinois, menaçant la prospérité des colonies britanniques, a été la cause première des deux expéditions qui ont ouvert la Chine au commerce européen; les grandes marques sont de Malwa, Patna, Benarès, Perse et Turquie. Mais les trois premières forment presque la totalité des importations.

Après l'opium viennent les tissus de coton, anglais et américains pour la plus grande partie, et pour une faible proportion, allemands, qui ont atteint 36,000,000 de taëls en 1889. Les draps américains sont d'une vente courante dans l'empire; puis les tissus de laine pour 3,975,476 taëls, fournis presque uniquement par l'Angleterre; parmi les métaux, le fer, l'étain, pour une somme très forte, près de 2,000,000 de taëls; le plomb, pour plus de 1,000,000; le cuivre. Dans les marchandises de consommation, le riz, pour plus de 6,000,000 de taëls; les poissons séchés, salés, conservés, pour 2,600,000 taëls; le poivre et les épices, le sucre, la farine; dans les articles divers, le charbon, qui est pourtant abondant, mais inexploité, pour 2,376,000 taëls; l'huile, de provenance américaine pour les trois quarts, et russe pour le surplus, près de 3,000,000 de taëls; les bois, les allumettes, qui sont même un des principaux articles d'importation, 1,123,000 taëls, en 1889; le papier, les nids d'hirondelle, pour 523,000 taëls; le bétel et le ginseng, les couleurs et substances tinctoriales, principalement l'aniline. Sont encore importés, dans une proportion moindre, les dents d'éléphant, la cochenille de Java, la poudre, les savons et parfumerie, les ailerons de requin, liqueurs, aiguilles, nacre, horlogerie, perles, poudre de salpêtre, ambre, cachou, gommes, cristalleries, fromages, olives et tapis.

A l'exportation, nous trouvons en première ligne les soies, pour 40,000,000 de taëls, et les thés, noirs et verts, pour 28,000,000; le coton brut, pour 5,000,000; les effets d'habillement, le papier, les feux d'artifices, la céramique, les cuirs et peaux, les pailles tressées, le tabac, les conserves végétales et les laines.

Le papier, les toiles de coton à l'usage des Chinois à l'étranger, la porcelaine et les meubles, figurent à la fois à l'importation et à l'exportation.

Voilà à peu près tout ce qu'il nous a été possible de recueillir sur l'état actuel du commerce chinois; ces documents sont fournis par les comptes rendus annuels de la douane anglaise. Quant aux statistiques indigènes qui seraient si curieuses et si utiles à connaître, elles sont gardées soigneusement par le gouvernement chinois et, d'ailleurs, le système bien connu des mandarins, de tout arranger pour la plus grande prospérité apparente du pays, ne permettrait pas de leur accorder grande confiance.

Quant à l'industrie, elle est pour ainsi dire nulle, au moins en ce qui concerne la concurrence aux produits européens: la Chine est avant tout un pays agricole, disposant d'une étendue de terre immense, bien arrosée et dans un état de culture très poussé; d'ailleurs, tout est tenu systématiquement caché par le gouvernement de Pékin, qui, tranquille dans l'état actuel des choses, se montre peu désireux d'ouvrir l'intérieur du pays aux étrangers, et de faciliter par les chemins de fer ou les bateaux à vapeur, des communications dangereuses dans une pareille agglomération d'individus. Cependant, un chemin de fer de 130 kilomètres de longueur a été livré à la circulation en 1888, d'autres sont à l'étude, et l'île de Formose possède plusieurs lignes, tant exploitées qu'en construction.

Ce n'est que peu à peu que la Chine intérieure pourra nous être ouverte tout à fait; pour le moment, il faut bien concilier notre impatience avec les nécessités d'une direction supérieure toute d'inertie, et dont la sagesse consiste surtout à ne céder que lentement devant le progrès.

CHLORE. *T. de chim.* Préparation. Le procédé suivi jusqu'à présent pour la préparation du chlore consiste à décomposer le bioxyde de manganèse par l'acide chlorhydrique d'après la formule :

$$MnO^2 + 4HCl = MnCl^2 + 2Cl + 2H^2O.$$

La régénération du bioxyde de manganèse du chlorure, résidu de la préparation, est due aux travaux de M. Walter Weldon — V. *Dict.*, Chlore.

M. Walter Weldon avait déjà jeté les bases d'un nouveau procédé de fabrication du chlore par la décomposition du chlorure de magnésium quand la mort vint l'enlever à ses travaux et priver la chimie industrielle de ses services. MM. Péchiney et Cie, de l'usine de Salindres, reprirent les idées de Weldon et les mirent en pratique. Nous allons décrire en quelques mots cette méthode de préparation du chlore connue aujourd'hui sous le nom de *procédé Weldon-Péchiney*.

La matière première est l'acide chlorhydrique provenant de la décomposition du sel. Le procédé comprend les opérations suivantes :

1° Dissolution de la magnésie dans l'acide chlorhydrique;

2° Préparation de l'oxychlorure de magnésium;

3° Concassage, broyage et tamisage de l'oxychlorure;

4° Dessiccation de l'oxychlorure;

5° Décomposition de l'oxychlorure.

Première opération. Dissolution de la magnésie. La magnésie qu'on dissout dans l'acide chlorhydrique est une partie de celle qui résulte de la cinquième opération.

L'acide chlorhydrique est constitué partie par celui qui se dégage de la cinquième opération, partie par la décomposition du sel.

La combinaison se fait avec une élévation de température considérable, aussi ajoute-t-on peu à peu la magnésie et l'acide en maintenant la température voisine du point d'ébullition du liquide. La dissolution s'opère dans un bac muni d'un agitateur. A la fin de la réaction on ajoute un petit excès de magnésie pour précipiter le fer, l'alumine, etc., on laisse déposer et le liquide clair est employé à l'opération suivante.

Deuxième opération. Préparation de l'oxychlorure. La solution du chlorure de magnésium est évaporée jusqu'au point où elle contient environ 6 équivalents d'eau, on y ajoute alors une certaine quantité de magnésie dans la proportion de

1 1/3 équivalent de magnésie pour 1 équivalent de chlorure de magnésium.

Le mélange s'effectue dans un vase animé d'un mouvement de rotation continue. Il se produit un dégagement de chaleur considérable; au bout de 20 minutes toute la masse devient dure; l'oxychlorure est formé. La composition de cet oxychlorure est sensiblement la suivante :

Chlorure de magnésium, $MgCl^2$. . . .	35.00
Magnésie, MgO.	19.84
Eau, H^2O	41.16
Impuretés	4.00
	100.00

Troisième opération. Les morceaux d'oxychlorure sont soumis à un concassage puis passés sur un tamis dont les mailles ont 5 millimètres de côté. Ce qui reste sur le tamis passe à la quatrième opération. Ce qui passe est repris pour la première opération pour être redissous dans l'acide.

Quatrième opération. Dans la dessiccation de l'oxychlorure par l'air et la chaleur, on obtient, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus de chlore libre et d'autant moins d'acide chlorhydrique 1° que le produit soumis à la décomposition contient moins d'eau ; 2° que cette décomposition est opérée à plus haute température. La dessiccation préalable est donc nécessaire. Elle s'opère à une température comprise entre 250 et 300°, au moyen de gaz chauds circulant dans un carneau dans lequel on a disposé, sur des vagonnets, des tablettes supportant l'oxychlorure tamisé. Pendant cette opération l'oxychlorure primitif perd 60 à 65 0/0 de l'eau qu'il contient.

En même temps il se dégage à l'état de HCl 5 à 8 0/0 du chlore qui s'y trouvait et la composition de l'oxychlorure, telle que nous l'avons donnée plus haut, devient :

$MgCl^2$	32.69	ou 0/0	44.45
MgO	20.81		28.36
H^2O	15.86		21.62
Impuretés	4.00		5.47
	73.36		100.00

Cinquième opération. Décomposition de l'oxychlorure. Le four de calcination se compose essentiellement de quatre chambres très étroites ayant des parois très épaisses. La partie supérieure de chaque chambre débouche dans une chambre spéciale appelée *chambre de combustion*. La partie inférieure communique avec un appareil spécial appelé *brûleur-réchauffeur mobile*.

Le brûleur-réchauffeur se compose de tubes en fonte de section rectangulaire contenus dans une enveloppe extérieure en tôle solidement armée. Chaque tube est divisé par deux cloisons verticales en trois compartiments. Les compartiments du centre portent le gaz combustible et les compartiments latéraux conduisent l'air dans la chambre de combustion.

Le brûleur étant en marche, les produits de la combustion entrent dans les chambres de travail par la partie supérieure de chacune d'elles, sortent à la partie inférieure, remontent, par un canal spécial, à la partie supérieure du brûleur-réchauffeur et descendent en circulant autour des tubes en fonte, échauffant ainsi le gaz combustible et l'air, enfin sont dirigés sur le carneau dans lequel s'effectue la dessiccation de l'oxychlorure (quatrième opération).

Le brûleur est monté sur galets de sorte que quand un four est suffisamment chaud on l'installe devant un autre.

Quand les chambres sont à la température voulue (environ 1,000 à 1,200°), on les charge d'oxychlorure de magnésium par une ouverture pratiquée au sommet de la chambre de combustion. La porte qui ferme cette ouverture est munie de petits trous pour faire passer un courant d'air dans les chambres au moyen d'un aspirateur.

L'oxychlorure se décompose sous l'influence de la chaleur des murettes et alors se produit le mélange du gaz dans lequel se trouvent le chlore et l'acide chlorhydrique. Ces gaz sont dirigés vers l'appareil où doit se condenser l'acide chlorhydrique, puis à l'endroit où le chlore est absorbé.

Quand la décomposition de l'oxychlorure est jugée suffisante, on ferme l'accès de l'air et on décharge la magnésie, résidu de l'opération, puis on ramène devant le four le brûleur mobile et on réchauffe les chambres pour une nouvelle opération.

Le tableau ci-dessous donne les résultats de plusieurs opérations de décomposition.

Tableau de la décomposition de l'oxychlorure de magnésium.

Poids de chlore chargé par opération	Chlore restant dans les résidus pour 100 du chlore chargé	Pour 100 kilogrammes de chlore chargé			Pour 100 du chlore total dégagé		Poids de chlore libre par opération	Pourcentage maximum en volume de chlore dans les gaz
		Chlore total dégagé HCl + Cl	Chlore libre	HCl	Chlore libre	HCl		
kil.							kil.	
415	17.60	82.30	42.40	40.00	51.40	48.60	176	6.25
408	19.00	81.00	42.90	38.10	52.96	47.04	175	6.45
414	16.00	84.00	44.68	39.32	53.20	46.80	185	7.15
420	15.00	85.00	45.23	39.77	53.20	46.80	190	7.78

L'aspirateur, dont nous avons parlé plus haut; se compose de deux cloches en plomb suspendues aux deux extrémités d'un balancier et plongeant dans une solution de chlorure de calcium qui dissout moins de chlore que l'eau pure. Chaque cloche communique par deux ouvertures, avec un tuyau d'aspiration et un tuyau de refoulement ; chaque ouverture est munie d'une soupape se telle sorte que quand la cloche monte, et que par duite, il y a aspiration la soupape de refoulement se trouve fermée, et inversement quand la cloche descend. La disposition des cloches étant telle que quand l'une monte, l'autre descend, l'aspiration et le refoulement sont à peu près continus.

Les gaz sortant du four de décomposition de l'oxychlorure sous l'action de l'aspirateur traversent :

1° Un réfrigérant à tubes de verre ;
2° Une série de bonbonnes en grès ;
3° Une tour ordinaire de lavage des gaz.

Le réfrigérant à tubes de verre se compose d'une tour en pierre de section horizontale, carrée

ou rectangulaire. Elle est traversée de part en part par une série de tubes de verre disposés en quinconce et faisant saillie de chaque côté de la tour. D'un côté, ils communiquent chacun par un robinet à une colonne d'eau qui doit alimenter tous les tubes; de l'autre côté, ils communiquent avec un système de gouttières qui permet l'évacuation de l'eau. Il est indispensable, pour éviter les ruptures que ces tubes soient toujours pleins d'eau, aussi leur a-t-on donné une légère inclinaison du côté de l'arrivée de l'eau.

Les gaz arrivent par le haut de la tour et sortent par le bas après condensation de toute leur vapeur d'eau plus ou moins chargée d'acide chlorhydrique. De là, ils traversent une série de bonbonnes en grès et la tour de lavage où ils abandonnent la totalité de leur acide chlorhydrique. Ils ne contiennent alors que du chlore et de l'air. Ils arrivent dans les cloches de la pompe qui les refoulent dans les appareils spéciaux où ils sont mis en contact avec le lait de chaux qu'ils transforment en chlorure de chaux.

En résumé pour 100 de chlore contenus dans le chlorure de magnésium mis en œnvre, la répartition est la suivante :

Chlore perdu	manipulations diverses?	5.00
	à la dessiccation.	6.27
Chlore rentrant dans le travail	resté dans les résidus.	13.30
	condensé à l'état de HCl. . .	35.29
Chlore libre produit.		40.14
		100.00

Par conséquent pour produire 40,14 de chlore libre on a consommé 100 — 48,59 de chlore soit 51,41 ; le rendement en chlore libre est donc de 78 0/0 du chlore mis en œuvre.

Tels sont les premiers résultats obtenus par MM. Péchiney et C^ie^ à Salindres. Il est certain que le procédé sera encore perfectionné et que le rendement pourra être sensiblement augmenté.

En travaillant avec des appareils capables de produire 1,000 kilogrammes de chlore en vingt-quatre heures, le prix de revient est le suivant :

Charbon, 6,000 kilogr. à 12 francs. . .	72 »
Main-d'œuvre.	74 06
Entretien.	20 »
Perte de magnésie.	7 »
Soit pour 1,000 kil. de chlore. .	173 06

Avec une installation produisant 6,000 kilogrammes de chlore en vingt-quatre heures, et en tenant compte de certaines améliorations apportées au procédé, MM. Péchiney et C^ie^ pensent réduire le prix de revient à :

Charbon, 4,000 kilogr. à 12 francs. . .	48 »
Main-d'œuvre.	45 »
Entretien.	20 »
Perte en magnésie.	5 »
Soit pour 1,000 kil. de chlore. .	118 »

Terminons en comparant le prix de revient de 1 tonne de chlore fabriquée en Angleterre, par le procédé Weldon ancien, et le procédé Weldon-Péchiney.

1° Weldon ancien.

Prix de revient de 1 tonne de chlore, soit 94 fr. ou liv. st.	3 15 0
Valeur de 3 tonnes 1/3 de HCl gaz à liv. st. 2 16 0, soit.	9 6 0
Valeur de 1 tonne de chlore. . . .	13 1 0

2° Weldon-Péchiney.

Prix de revient de 1 tonne de chlore, 94 fr. soit liv. st.	3 15 0
Valeur de 1 tonne 1/3 de HCl gaz à liv. st. 2 16 0, soit.	3 14 0
	7 9 0

Par conséquent, l'économie produite par ce dernier procédé égale livres sterling 5,12,0 par tonne de chlore produit.

Nos lecteurs, désireux de connaître le procédé avec plus de détails, et les discussions auxquelles il a donné naissance dans le monde industriel, pourront consulter le *Mon. scient.* Quesneville, 1888.

Propriétés du chlore. Le chlore se combine directement avec un grand nombre de corps simples et principalement avec l'hydrogène et tous les métaux.

L'action du chlore sur l'hydrogène est particulièrement intéressante :

A la température ordinaire et dans l'obscurité les deux gaz restent en présence sans production d'acide chlorhydrique. A la lumière diffuse ou à la lumière artificielle, si elle n'est pas trop vive, la combinaison se fait peu à peu. La rapidité de la combinaison croît jusqu'à un maximum qui se maintient constant pour une même lumière.

Sous l'influence de la lumière directe du soleil, ou de la lumière électrique ou de celle du magnésium, le chlore et l'hydrogène se combinent brusquement avec explosion.

Le chlore déplace le brome et l'iode de leurs combinaisons. Ces réactions sont utilisées pour l'extraction industrielle du brome et de l'iode. Avec les matières organiques, le chlore peut agir de deux façons différentes :

1° Il se fixe purement et simplement en donnant ce que l'on appelle un *produit d'addition.* Cette réaction n'est pas possible avec les corps *saturés*, c'est-à-dire ceux dont toutes les atomicités sont satisfaites (paraffines) ;

2° Il s'empare d'une partie de l'hydrogène et en même temps se substitue à lui en quantité équivalente. On obtient ainsi des produits dits *de substitution*, particulièrement étudiés par Dumas, Laurent, Regnault, etc.

$$\underset{\text{Acide acétique}}{C^2H^4O^2} + 2Cl = \underset{\text{Acide monochloracétique}}{C^2H^3ClO^2} + HCl$$

$$C^2H^4O^2 + 6Cl = \underset{\text{Acide trichloracétique}}{C^2HCl^3O^2} + 3HCl$$

Ces réactions sont ordinairement favorisées par la lumière et même ne se produisent souvent que sous son influence.

Le même corps peut donner des produits d'addition et de substitution, ainsi la benzine C^6H^6 donne suivant les conditions de l'expérience l'hexachlorure de benzine $C^6H^6Cl^6$ ou la série des benzines chlorées.

$$C^6H^5Cl, C^6H^4Cl^2 \ldots C^6Cl^6.$$

Acide chlorhydrique (V. *Dictionnaire*, ACIDE, ACIDE CHLORHYDRIQUE PUR, § *Préparation*). Un vase quelconque en grès ou en plomb, une tourie en grès, par exemple, est remplie au tiers d'acide chlorhydrique concentré. On fait couler en mince filet de l'acide sulfurique à 65-66° Baumé (2 volumes pour 1 d'acide chlorhydrique). L'acide sulfurique s'emparant de l'eau détermine le dégagement du gaz HCl qu'on lave et qu'on recueille dans l'eau distillée. Le dégagement s'arrête quand l'acide sulfurique atteint la densité de 1,560. Il retient alors 0,32 0/0 HCl. On peut le concentrer à nouveau ou le faire servir tel quel à la préparation du sulfate de soude. 100 kilogrammes acide sulfurique, densité 1,850, donnent 40 kilogrammes d'acide chlorhydrique, densité 1,180, qui coûte environ 2 fr. 50 de plus que l'acide ordinaire.

COMPOSÉS OXYGÉNÉS DU CHLORE. Le chlore forme avec l'oxygène une série assez complète de composés très instables dont les principaux sont :

Acide hypochloreux anhydre. . .	Cl^2O
— — hydraté	$ClHO$
— chloreux anhydre.	Cl^2O^3
— — hydraté.	$ClHO^2$
— chlorique hydraté.	$ClHO^3$
— perchlorique hydraté.	$ClHO^4$

L'acide hypochloreux, peu intéressant à l'état libre, forme avec les alcalis des composés très employés dont l'industrie fabrique des quantités considérables ; on les connaît sous le nom de *chlorures décolorants* (chlorure de chaux, eau de Javel, etc.). — V. *Dictionnaire*, CHLORURES DÉCOLORANTS.

Acide chlorique. Il forme avec les bases des sels très intéressants, tels que les chlorates de potasse, de baryte, etc. — V. *Dictionnaire*, CHLORATE.

L'acide chlorique s'obtient en décomposant le chlorate de baryte par une quantité calculée d'acide sulfurique et évaporant dans le vide.

Acide perchlorique. Il est le seul qui soit utilisé à l'état libre; il se prépare de la manière suivante, presque sans danger. On dissout dans l'eau chaude du chlorate de baryte et on ajoute à la solution une quantité d'acide sulfurique, préalablement étendu de 1 à 2 volumes d'eau, telle que toute la baryte soit précipitée à l'état de sulfate. Il est bon de laisser un très léger excès de baryte en dissolution. L'acide chlorique étendu que l'on obtient ainsi est évaporé dans des capsules de porcelaine, jusqu'à ce qu'il commence à faire entendre un crépitement particulier accompagné de vapeurs verdâtres de chlore. On dit alors que l'acide chlorique « chante ». En continuant la concentration sans élever sensiblement la température le liquide se décolore complètement et les vapeurs jaunes sont remplacées par des fumées blanches d'acide perchlorique. (Il est bon de ne pas faire « chanter » plus d'un litre ou deux d'acide chlorique dans le même vase.)

La liqueur *bien décolorée* est alors distillée dans une cornue de 1 litre chauffée dans un bain de sable et communiquant avec un ballon à long col dans lequel se condense l'acide perchlorique distillé. Il est indispensable que le produit soumis à la distillation ne soit en contact avec aucune matière organique, liège, caoutchouc, etc., dont l'oxydation brusque pourrait entraîner l'explosion de la cornue.

On obtient ainsi de l'acide perchlorique concentré à 40 ou 45° Baumé, qu'on ramène à 35° pour le livrer au commerce. Il doit être absolument incolore et ne contenir ni baryte ni acide sulfurique.

L'acide perchlorique sert à préparer certains perchlorates dont quelques-uns sont utilisés en pyrotechnie. Il sert dans les laboratoires au dosage de la potasse, etc., etc. — V. *Dictionnaire*, CHLORIQUE. — A. D.

●* **CHLOROZONE**. *T. de chim.* Nous avons parlé de ce produit à l'article TEINTURE, V. ce mot au *Dictionnaire*, p. 510. Le chlorozone ne s'est pas toujours concilié les faveurs des chimistes qui n'ont voulu y voir que l'hypochlorite de soude, mais il est plus avantageusement connu de certains industriels satisfaits des résultats qu'il leur donne.

Au point de vue étymologique le nom de *chlorozone* veut dire que le produit ainsi nommé doit remplacer le chlore et l'ozone, le chlore agent traditionnel du blanchiment d'atelier, l'ozone ou oxygène électrisé qui opère dans le blanchiment sur le pré.

Au point de vue théorique, M. Mills, docteur ès sciences, membre de la Société royale de Londres, a publié dans le journal *The Dyer and Calico printer* un travail (Trad. Imprimerie Bonnet et Morellet, Paris) dans lequel il établit que le chlorozone a sans doute une grande ressemblance avec l'hypochlorite de soude, mais qu'il n'est pas l'hypochlorite de soude, qu'il est un corps bien plus énergique ou bien un mélange de corps. MM. les professeurs de Luynes et Aimé Girard sont arrivés par leurs expériences personnelles aux mêmes conclusions et une décision en cour d'appel de Paris a reconnu les droits du breveté, M. Brochocki (1883). Des chimistes allemands, MM. Lunge et Landolt (1886) ne reconnaissaient au chlorozone qu'ils avaient préparé eux-mêmes aucun caractère de nouveauté. Quoiqu'il en soit, ce qu'il y a de plus clair, c'est que le chlorozone dose plus de chlore actif que de chlore réel, tandis que l'hypochlorite de soude dose au maximum autant de chlore actif que de chlore réel ; c'est de plus que le chlorozone possède le maximum de pouvoir décolorant pour un minimum de base alcaline, tandis que les hypochlorites ont un grand excès de base.

La pratique de plusieurs grands établissements en France et à l'étranger confirme ce que nous avons dit qu'avec le chlorozone la décoloration se fait d'une manière plus régulière, la fibre est plus ménagée, le blanc est plus parfait. — v.

●* **CHROMATOMÈTRE**, *T. de chim.* Appareil destiné à apprécier avec exactitude la couleur des vins et, en général, des liquides colorés. L'ins-

trument est fondé sur les effets de polarisation rotatoire. Un faisceau lumineux passe à travers le liquide en expérience contenu dans un vase à parois mobiles. Un autre faisceau lumineux, issu de la même source, traverse un appareil polarisateur. Les deux faisceaux sont ensuite rapprochés au moyen de prismes à réflexion totale. En faisant tourner le quartz de l'appareil polariseur, on arrive à donner au second faisceau la couleur du liquide ; d'autre part, on égalise l'intensité de coloration des deux faisceaux en agissant sur la vis qui commande la paroi mobile. L'angle de rotation du quartz donne le *ton*, tandis que l'épaisseur du liquide traversé fournit le *coefficient de coloration*. On a ainsi une double indication pour caractériser le liquide.

*° **CHROMATOPTOMÈTRE.** Appareil servant à constater l'infirmité appelé *daltonisme*. Les individus qui en sont atteints ne distinguent pas certaines couleurs ou confondent, par exemple, le rouge et le vert. On s'en assure en leur faisant regarder, à travers une ouverture percée dans un écran, de petits rectangles diversement colorés. On fait subir cet examen aux aspirants à certaines fonctions qui exigent une vue normale ; dans les chemins de fer, par exemple, et même dans l'armée.

CHROME. *T. de chim.* Dosage et Séparation. *Sels de chrome.* Les composés insolubles du chrome sont solubles dans l'acide chlorhydrique s'ils n'ont pas été calcinés. Si au contraire ils ont été calcinés ils doivent être fondus avec du carbonate de potasse.

Le chrome se dose à l'état de sesquioxyde Cr^2O^3. On obtient cet oxyde en précipitant la solution chromique par l'ammoniaque ou en calcinant les combinaisons du chrome avec des substances volatiles (chromate de mercure, sels à acides organiques, etc.).

Le chrome se dose aussi à l'état de chromate de plomb séché à 100°.

Les sels de chrome ne précipitant pas par l'hydrogène sulfuré peuvent être facilement séparés de tous les métaux qui précipitent par ce réactif.

Pour séparer le chrome des métaux de son groupe (qui précipitent par le sulfhydrate d'ammoniaque), excepté de l'alumine, on calcine le mélange avec parties égales d'azotate et de carbonate de potasse ; on reprend la masse fondue et refroidie par l'eau bouillante. Les oxydes restent sur le filtre ; le chrome reste dans la liqueur à l'état de chromate et peut être dosé sous forme d'oxyde Cr^2O^3 ou de chromate de plomb.

La séparation du chrome, fer et alumine, d'avec le nickel, cobalt, manganèse et zinc peut s'effectuer en précipitant la solution acide des métaux par l'ammoniaque en excès. Fer, chrome et alumine sont précipités. Les autres métaux restent en solution à l'état de sels doubles ammoniacaux.

Chrome et fer. On ajoute à la solution neutre et étendue des deux métaux un excès d'hyposulfite de soude et on fait bouillir jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide sulfureux ; le chrome est précipité avec le soufre et le fer reste en dissolution.

Par calcination on chasse le soufre et le résidu constitue l'oxyde de chrome que l'on pèse (Chancel).

Chrome et alumine. On précipite les deux oxydes par l'ammoniaque et on les fond avec 4 parties de carbonate de potasse et 4 parties d'azotate.

On reprend par l'eau bouillante et on ajoute du chlorate de potasse et de l'acide chlorhydrique pour éviter la réduction du chromate.

On évapore à consistance sirupeuse, on étend d'eau et on précipite l'alumine par l'ammoniaque. Le chrome reste dissous à l'état de chromate de potasse.

Chromate. Quand le chrome est à l'état de chromate on le dose sous forme de chromate de plomb ou bien on le réduit à l'état de sel de sesquioxyde en le chauffant avec de l'acide chlorhydrique et de l'alcool ou en traitant par l'hydrogène sulfuré.

On suit alors les méthodes de séparation indiquées plus haut.

* **CHRONOGRAPHE** (V. *Dictionnaire*, Chronographe). Les instruments chronographiques ont subi depuis quelques années des perfectionnements assez importants, surtout ceux qui sont destinés à l'astronomie et à la détermination des longitudes. On sait que ces appareils consistent essentiellement en une bande de papier qui se déroule devant une sorte de télégraphe Morse, et sur laquelle deux ou trois plumes inscrivantes viennent à certains moments tracer leurs indications. L'une de ces plumes est actionnée par un électro-aimant qui est excité toutes les secondes par un courant électrique qu'ouvre ou ferme une horloge de précision à chaque oscillation du pendule. Les indications de cette plume fournissent les secondes de temps. L'autre plume, ou les deux autres, dépendent de courants que l'observateur peut ouvrir ou fermer à volonté à l'aide d'un commutateur, de sorte qu'elles inscrivent les *signaux* de l'observateur. Sur la bande de papier on retrouve ainsi les marques de ces signaux dont la position indique l'époque grâce aux traces laissées par la plume à secondes. Si le mouvement de la bande de papier est uniforme et assez rapide, les intervalles des marques des secondes seront assez espacés, et par le fractionnement de ces intervalles, on obtiendra l'époque des signaux avec une très grande approximation. Les difficultés qu'on rencontre dans l'usage des appareils de ce genre sont de trois ordres principaux :

1° L'électro-aimant ne devient assez puissant pour attirer son armature qu'après que le courant a déjà circulé pendant un certain temps, et ce temps dépend de l'intensité du courant, d'où résulte un retard déjà fâcheux dans l'inscription des secondes aussi bien que des signaux, et qui, chose plus grave, varie lui-même avec l'intensité du courant ;

2° Si le mouvement de la bande de papier n'est pas rigoureusement uniforme, les fractions de seconde qui se mesurent par le fractionnement des intervalles seront inexactes ;

3° Les appareils traceurs laissent souvent à désirer et quelquefois les indications s'inscrivent mal, ou ne s'inscrivent pas du tout.

Nous avons beaucoup admiré, à l'Exposition universelle de 1889, les chronographes construits par M. Fénon pour différents observatoires et qui paraissent supprimer en grande partie ces difficultés. Les appareils de M. Fénon datent déjà de quelques années et ont été l'objet de récompenses de la part de la *Société d'encouragement pour l'industrie nationale.*

En premier lieu, pour éviter les retards d'inscription, ou tout au moins pour les rendre indépendants de l'intensité du courant, les électro-aimants fonctionnent par *ouverture du courant*, c'est-à-dire qu'en temps ordinaire le courant électrique passe constamment dans l'appareil ; l'armature reste ainsi fixée sur l'électro-aimant et la plume éloignée de la bande de papier. Quand le signal doit s'inscrire, le courant est ouvert, l'aimantation cesse, et un ressort antagoniste ramène la plume sur la bande de papier. Le signal est ainsi fourni par l'*origine* du petit trait que vient décrire la plume. Le retard d'inscription ne dépend plus que de la force du ressort ; il reste indépendant de l'intensité du courant et peut être mesuré une fois pour toutes. Il importe cependant que le fer de l'électro-aimant soit *très doux*, afin d'éviter l'influence retardatrice du magnétisme remanent.

L'uniformité du mouvement de la bande a pu être obtenue dans des conditions de grande précision, grâce aux progrès réalisés dans ces derniers temps dans les appareils d'horlogerie délicate. De plus, on a eu l'idée d'adapter au mécanisme de déroulement de la bande un dispositif spécial qui permet d'en faire varier la vitesse à volonté, de sorte que, suivant l'usage auquel on destine le chronographe, on peut obtenir, pour la seconde inscrite, une longueur plus ou moins grande.

Le traceur est entièrement nouveau, et paraît réaliser toutes les conditions désirables. Il consiste en un tube d'acier trempé qui forme siphon et dont l'une des branches plonge dans le réservoir à encre. L'autre branche qui se termine un peu plus bas que le niveau du réservoir est taillée en un biseau dont la pointe vient, pour l'inscription, s'appuyer sur la bande de papier, et y laisser une trace qui ne dépasse pas quelques dixièmes de millimètre de largeur. A l'état de repos, la capillarité suffit à empêcher l'écoulement du liquide. Le réservoir contient assez de liquide pour qu'il soit inutile de le recharger plus d'une fois par semaine, et en employant des encres à la glycérine qui ne s'évapore pas, on peut conserver la même charge pendant plusieurs mois.

L'appareil est toujours prêt à fonctionner quelle que soit la durée de l'interruption du service.

Il est clair que le traceur de M. Fénon n'est pas exclusif aux chronographes, et qu'il peut s'appliquer à n'importe quel instrument enregistreur, ce qui du reste a eté fait pour l'inscription des courbes barométriques au bureau central météorologique. — M. F.

CHRONOMÈTRE. — V. HORLOGERIE.

***CHRONOTACHYMÈTRE.** *T. de chem. de fer.* Appareil servant à enregistrer la vitesse et le sens d'un véhicule. Le chronotachymètre Pouget, employé sur la ligne P.-L.-M., se compose essentiellement d'un cylindre animé d'un mouvement hélicoïdal uniforme sur lequel viennent s'inscrire des signaux chaque fois que le véhicule a parcouru 25 mètres. Ces signaux sont inscrits par de petits marteaux mis en mouvement par une roue verticale qui roule contre le bandage de l'une des roues du véhicule. On trouvera une description détaillée de cet appareil dans la *Revue générale des chemins de fer* (décembre 1882).

***CHRONOTÉLÉMÈTRE.** *T. d'art milit.* Les chronotélémètres sont des instruments servant à mesurer les distances d'après le temps nécessaire à un mobile pour les franchir. Ils peuvent servir au règlement des hausses pour le tir de l'infanterie. Le chronotélémètre imaginé par le major belge Le Boulangé est basé sur la vitesse du son. Il se compose d'un tube de $0^m,08$ à $0^m,09$ de longueur, hermétiquement fermé, rempli de glycérine, et gradué de 0^m à 1800^m. Un curseur est mobile à l'intérieur du tube. Le curseur étant ramené au 0°, on dresse l'appareil verticalement au moment où l'on aperçoit la lumière ou la fumée d'un coup de fusil, et l'on arrête la descente du curseur en plaçant le tube horizontalement dès qu'on entend la détonation. Le chiffre en regard duquel se trouve le curseur indique assez exactement la distance.

***CHRYSORINE.** Laiton d'un jaune d'or, obtenu par la fusion, sous une couche de borax de 100 parties de cuivre et de 51 parties de zinc.

CIGARE. L'Exposition de 1889 ne nous a pas encore apporté la solution du problème si intéressant de la confection mécanique du cigare, bien souvent annoncée par les Américains. Quelques machines fondées sur des systèmes déjà connus ont été exposées, mais elles n'exécutent qu'une partie du travail de la confection.

L'emploi de moules en bois ou en fer-blanc, pour conserver une forme régulière aux intérieurs de cigares, tend à se développer de plus en plus en France où la fabrication à la main était restée en faveur.

On a pu admirer à l'Exposition la forme décorative sous laquelle les fabricants s'efforcent de présenter leurs produits. Il est prudent de se rappeler, quand on achète des tabacs de prix, que ce luxe typographique couvre assez souvent une certaine pauvreté de produits.

CIGARETTE. Malgré les critiques adressées par un assez grand nombre de consommateurs à la fabrication mécanique des cigarettes, celle-ci continue à prendre de l'extension et à exercer l'imagination des inventeurs.

On a vu à l'Exposition, et on trouve dans le commerce, aussi bien à l'étranger qu'en France, toute une pléiade de petits outils plus ou moins ingénieux, pour confectionner des tubes en papier, pour les remplir de tabac ou pour faire les deux opérations simultanément.

Le principe de la fabrication mécanique dans les manufactures reste à peu près le même, c'est-à-dire qu'on fabrique un tube de papier, plus ou moins long, et qu'on le bourre de tabac. La machine américaine qui confectionne une cigarette indéfinie en déposant un bourrelet de tabac sur la bande de papier en mouvement et en l'enveloppant avec cette bande collée, ne paraît pas avoir été perfectionnée. Elle existe depuis plusieurs années à la manufacture du Gros-Caillou, à Paris.

La question de la fabrication des bobines de papier continu, qui troublait tant au début la marche de la machine à cigarettes a été résolue par les fabricants de papier, et ces bobines se trouvent aujourd'hui dans d'excellentes conditions de confection et de prix. Les constructeurs de machines à cigarettes se sont efforcés de mettre ces bobines à la portée des petits fabricants, en les divisant, en en simplifiant le mécanisme pour en rendre l'entretien plus facile. La machine a été divisée en deux, l'une qui fait le tube, l'autre qui le remplit de tabac. On trouve même des tubes tout préparés, que le fabricant n'a plus qu'à garnir. M. Durand, le constructeur de la première machine française, fabrique aujourd'hui un tube indéfini, qui s'enroule en bobines, et se vend ainsi préparé ; une petite machine du même inventeur prend le tube, l'ouvre, le coupe à la longueur voulue et y introduit le tabac.

L'idée la plus originale qui ait surgi dans ces dernières années est un système de fermeture des tubes, qui supprime l'emploi de la colle. Les bords du papier sont repliés l'un sur l'autre, agrafés, puis sertis entre deux molettes cannelées. Le brevet, pour la France, de ce mode de fabrication a été acheté par l'administration à M. Decouflé. Un assez grand nombre de ces machines, dont chacune fournit environ 18,000 cigarettes par jour, fonctionne actuellement à la manufacture de Paris, et tous les fumeurs de cigarettes peuvent se rendre compte de ce mode de fermeture des tubes en examinant les cigarettes mises en vente actuellement.

Quant à la machine elle-même, la meilleure manière de l'étudier est d'aller la voir fonctionner dans la manufacture, où elle est visible pour tous les visiteurs.

CIMENT. — V. *Dictionnaire*, CIMENT.

Ciment métallique. Nous donnons d'après le *Bulletin céramique* la composition d'un ciment spécial employé pour réparer les monuments.

Il est employé pour restaurer les édifices. Ce ciment comprend une poudre et un liquide. La poudre présente en poids les proportions suivantes : oxyde de zinc, 2; calcaire dur écrasé, 2 ; grès pilé, 1.

On broie et l'on mélange intimement ces matières. On y ajoute un peu d'ocre pour imiter le ton de la pierre.

La composition liquide comprend une solution de zinc dans de l'acide chlorhydrique à laquelle on ajoute du chlorhydrate d'ammoniaque. Les proportions en poids sont les suivantes : limaille de zinc, 6 ; chlorhydrate d'ammoniaque, 1.

On étend le liquide avec les deux tiers de son volume d'eau.

Enfin, pour constituer le ciment, on gâche 1 kilogramme de la poudre préparée avec 30 décilitres de la liqueur.

Pour faire des réparations sur plus de 3 centimètres d'épaisseur, on rocaille le fond de la reprise avec de la bonne pierre, avant d'appliquer le ciment. Ce ciment donne après quarante-huit heures une résistance à la traction de 10 kilogrammes par centimètre carré, et de 48 kilogrammes après quatre mois. La résistance à l'écrasement après une année s'est élevée à 280 kilogrammes.

On a fait usage de ce ciment pour réparer un grand nombre de monuments et notamment le Louvre, le Palais-Royal et le Pont-Neuf.

Ciments proprement dits composés de chaux et d'argile employés dans le gros œuvre des constructions. Jusqu'à présent les chaux et les ciments se classent au point de vue du durcissement ou de la solidification, suivant la valeur du rapport de la quantité d'argile à la chaux caustique. Ce rapport est l'*indice d'hydraulicité*.

Pratiquement, on admet la classification suivante :

Désignation des produits	Indice d'hydraulicité
Chaux grasse ou maigre	0 à 0.10
— faiblement hydraulique	0.10 à 0.16
— moyennement hydraulique	0.16 à 0.31
— hydraulique	0.31 à 0.42
— éminemment hydraulique	0.42 à 0.50
— limite	0.50 à 0.65
Ciment	0.65 à 1.20
— maigre	1.20 à 3.00
Pouzzolane	3 et au-dessus

La considération de l'indice d'hydraulicité donne un renseignement général sur les produits, mais elle ne permet pas de les classer suivant leur résistance.

Dans le tableau précédent, on comprend ensemble sous la dénomination d'argile la silice et l'alumine. Mais on arrive à des résultats fort intéressants au point de vue de la résistance comparée des produits en tenant compte du rapport de l'alumine à la silice dans chaque produit. Cette étude montre alors l'influence caractéristique et respective de la silice et de l'alumine dans les ciments. Elle a été faite sur des ciments Portland qui sont, comme on le sait, des ciments à prise lente.

Résistance des principaux ciments Portland. A mesure que l'alumine diminue par rapport à la silice dans les ciments, la résistance de ces derniers augmente. Ce fait capital résulte des expériences faites à l'Ecole des ponts et chaussées de Paris sur des ciments après trente jours d'immersion sous l'eau (V. le tableau de la page 552).

Ces chiffres mesurent l'influence de la silice dans les ciments ; d'où il résulte que l'on doit avoir plus de confiance dans les ciments siliceux que dans les ciments alumineux. Les ci-

Provenances	Proportion de l'alumine à la silice	Résistance par cent² à la traction	Résistance par cent² à l'écrasement
		kilogr.	kilogr.
Porte-de-France.	0.80	11.00	50.00
Boulogne (Lonquéty).	0.68	17.28	225.80
Boulogne (Framchon).	0.67	22.32	228.80
Tenay (Meurgey et Cie). . . .	0.66	22.20	229.70
Voreppe (Thorrand et Cie). .	0.58	24.62	199.68
Grenoble (Bertet-Sisteron). .	0.50	25.00	»
Portland anglais.	0.47	»	200.00
Saint-Victor-la-Coste.	0.30	33.30	370.00
Valbonnais (Pelloux et Cie). .	0.16	33.50	390.00

ments siliceux présentent des garanties de meilleure tenue ultérieure mais avec une prise plus lente. La résistance à la traction et à l'écrasement augmente avec la lenteur de prise.

Le séjour des ciments dans les silos permet l'extinction de la chaux libre qui peut se trouver accidentellement dans les ciments. Sous l'action de l'humidité de l'air, les aluminates se décomposent en produits plus stables; ce qui conjure les fendillements ou la désagrégation qui pourraient se manifester en œuvre. Les ciments très siliceux ont un grand avantage sur les ciments argileux dans les travaux à la mer. Les sels comme les aluminates, facilement attaquables et décomposables par l'eau ordinaire, le sont bien davantage par la dissolution du sulfate de magnésie.

Danger que présente l'emploi du ciment frais. Il est dangereux d'employer le ciment fraîchement fabriqué, à cause de la grande quantité de chaux libre qu'il peut contenir. Cette chaux, en s'éteignant, augmente de volume pendant que le ciment fait prise. La dilatation qui en résulte détermine des ruptures dans les travaux. On peut éviter ces accidents en exposant le ciment à l'air avant de l'employer. Il est bon aussi de laisser s'écouler une quinzaine de minutes entre le malaxage du ciment avec le sable et l'instant de l'emploi. Des ingénieurs prescrivent aussi de s'assurer avec le thermomètre si la température ne s'éléve pas au moment où l'on verse l'eau sur le ciment. On sait que la chaux vive produit une élévation de température au contact de l'eau.

Nous rappellerons que la présence de la chaux vive dans le ciment est le résultat de la fraude des fabricants pour obtenir des ciments à prise rapide.

Ciments fabriqués par des calcaires magnésifères. M. G.-J. Peschl, ingénieur à Prague, a indiqué tout récemment un procédé de fabrication de ciment qui permet d'utiliser les calcaires magnésifères. Le procédé consiste à cuire isolément le calcaire; puis, après avoir éteint la chaux et l'avoir mélangée avec le sable, à faire du mélange une pâte très épaisse au moyen d'eau renfermant en dissolution de la soude et de la potasse, dans la proportion d'une partie de soude et une de potasse pour cent parties du mélange sec de chaux et de sable. Cette pâte épaisse est façonnée en briquettes que l'on calcine et qui constituent le ciment. L'eau alcaline dissout la magnésie contenue dans la chaux. Pendant la calcination, une combinaison se fait entre la magnésie et les alcalis (soude et potasse). Quand on mouille le ciment pour l'employer, cette combinaison se dissout et la chaux s'éteint. Il se produit donc le contraire de ce qui a lieu dans les ciments magnésifères, dans lesquels le mélange de la magnésie avec la chaux a pour effet de déterminer des crevasses dans le ciment.

Travaux des ciments à ossature métallique. On fait un judicieux emploi du ciment dans les travaux à ossature de fer, et le soubassement de la Tour Eiffel est un curieux exemple de ce genre de travail. Le principe consiste à noyer dans une couche de ciment d'une épaisseur de plusieurs centimètres, un treillis métallique à mailles de six à dix centimètres de côté et l'on obtient ainsi un monolithe à toute épreuve. Il est bon de noter que le fer se conserve parfaitement dans le ciment alors qu'il se rouille et se gonfle dans la maçonnerie. Les applications du ciment dans les constructions métalliques sont nombreuses et leur a procuré une résistance remarquable qu'on peut évaluer dans les canalisations d'eau, par exemple, jusqu'à 5,300 kilogrammes de charge par mètre de longueur et de ciment, avec la faible épaisseur de 0,04 de ciment.

Ciment de laitier. — V. Laitier (Utilisation des).

Essais des ciments. Depuis quelques années, l'étude des procédés pratiqués pour apprécier la valeur des ciments a fait de grands progrès. C'est en 1877 que furent prescrites en Allemagne les premières méthodes uniformes pour apprécier les ciments, et entre autres la résistance à l'arrachement. L'*Union des architectes et ingénieurs autrichiens* suivit cet exemple et publia en 1878 un ensemble de prescriptions concernant les conditions que devaient remplir les ciments et les agglomérants hydrauliques. En 1881, la Russie, la Suède, la Suisse en firent autant. La Suisse, en 1883, adopta comme essai décisif la résistance à l'écrasement.

En France, il n'existe aucune méthode uniforme d'essai des ciments et des agglomérants hydrauliques. Les industriels procèdent de diverses manières. Les essais à l'arrachement sont cependant pratiqués généralement à cause de leur simplicité. Les essais à la compression qui donneraient les indications les plus utiles laissent beaucoup à désirer au point de vue de l'outillage.

En résumé, les meilleures conditions qui permettent d'apprécier les ciments sont comprises dans les déterminations suivantes :

1° Le poids volumétrique ; 2° la densité ; 3° la finesse de la mouture ; 4° la durée de la prise du ciment ; 5° l'invariabilité du volume ; 6° la résistance à la traction et à la compression.

Le *poids volumétrique* et la *densité* ne forment qu'une seule et même détermination dont la solution consiste à déterminer aussi exactement que possible le poids d'un litre de ciment. A cet effet, on fait usage d'un vase taré en verre d'une

capacité d'un litre pour mesurer le ciment en poudre. La seule précaution à prendre, c'est de faire écouler lentement le ciment dans le vase afin d'avoir un tassement régulier ; ce qui se fait à l'aide d'une main en corne. On arrase la surface du ciment au moyen d'une règle en verre que l'on fait glisser sur les bords du vase. Ensuite, on pèse directement le vase et son contenu, et en retranchant la tare, préalablement connue, on obtient le poids du ciment. Enfin, ce poids, exprimé en kilogrammes est en même temps la densité. Ainsi trouve-t-on, par exemple, un poids de 3ᵏ.1, la densité est 3.1.

La finesse de la mouture se détermine au moyen de tamis dans lesquels on met un poids déterminé, ordinairement 100 grammes de la matière à expérimenter. On fait usage d'abord d'un tamis de 900 mailles par centimètre carré, puis d'un second tamis de 4,900 mailles par centimètre carré. Le refus du premier tamis ne doit pas dépasser 10 0/0 et celui du second 35 0/0.

On ne peut conclure de la seule finesse de la mouture de la bonne qualité d'un ciment par la raison que les ciments insuffisamment calcinés sont souvent mieux moulus que les ciments bien calcinés. Or ces derniers possèdent ordinairement une plus grande force liante que les premiers, même en poudre à grains plus gros.

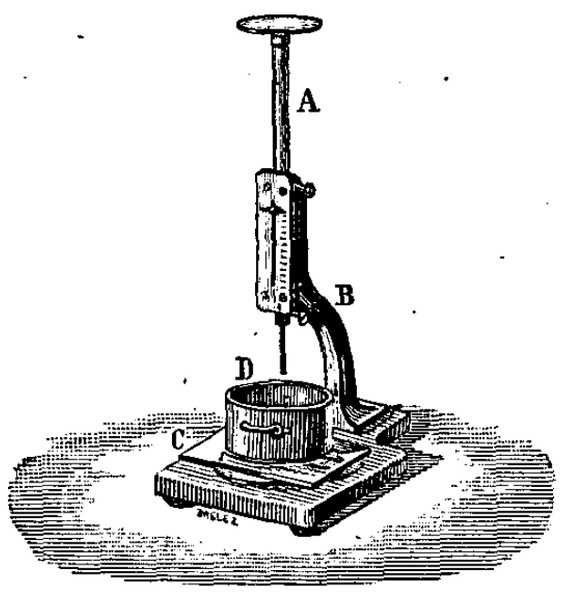


Fig. 382.

Durée de la prise. Pour mesurer la durée de la prise on se servait autrefois de l'aiguille dite *de Vicat*, qui a été perfectionnée ou plus exactement elle est remplacée aujourd'hui par un appareil (fig. 382) construit sur le même principe, dû à M. Tetmayer, de Zurich. Il se compose d'une tige métallique A, terminée à sa partie inférieure par une aiguille carrée de 1 millimètre de côté, pesant avec ses accessoires 300 grammes. Cette tige glisse verticalement dans un support B, muni d'une graduation.

Au-dessous de l'aiguille se trouve une plaque de verre C et un vase cylindrique de 8 centimètres de diamètre et de 4 centimètres de hauteur. On prend 500 grammes de ciment pur que l'on mélange avec une quantité d'eau à 15°, telle qu'elle puisse, après deux ou trois minutes, former une pâte ferme et plastique. Cette pâte est placée sans choc dans le vase d'essai que l'on arrase exactement au plan des bords du vase. De temps en temps, on laisse reposer l'aiguille sur la pâte et l'on y constate son enfoncement. A partir de l'instant où l'aiguille surchargée ne peut plus traverser la masse, on considère que la prise est commencée. Lorsque la pâte a acquis une consistance telle que l'aiguille, abandonnée à elle-même, ne laisse pas de marque sensible sur la surface, le ciment a fait prise et le temps écoulé depuis le commencement de la prise jusqu'à sa fin est désignée sous le nom de *durée de la prise.*

L'appareil est muni de deux thermomètres, l'un donnant la température de l'air et l'autre, plongeant dans le ciment, permet de constater que pendant la prise du ciment sa température s'élève peu ; ce qui est une condition essentielle.

Toutes ces manipulations doivent être faites à une température moyenne de 15°. La détermination de la durée de la prise du ciment est un des éléments les plus importants pour en apprécier la valeur. En France, on admet qu'un ciment lent ne doit pas prendre avant trente minutes et que la prise doit être complète après douze heures. Les prescriptions allemandes et autrichiennes classent les ciments en lents ou prompts suivant qu'ils font prise en plus ou moins de trente minutes. Les prescriptions russes admettent une durée de quarante-cinq minutes pour les ciments lents. Les prescriptions suisses réduisent la durée de prise à dix minutes pour les ciments prompts et à trente minutes pour les ciments lents.

Invariabilité du volume. Il est de la plus grande importance de pouvoir s'assurer que le volume du ciment pendant la prise et pendant le durcissement reste invariable. Certains ciments subissent après la prise une augmentation de volume qui leur fait perdre leur cohésion et amène des crevasses dans les ouvrages. Ce phénomène est ce qu'on nomme la *poussée du ciment.*

Pour constater si le ciment est susceptible de conserver un volume invariable, on en prépare une petite quantité que l'on étend sur une plaque de verre carrée d'environ 15 centimètres de côté, de manière à en former une galette d'une épaisseur de 1 à 2 centimètres au milieu et amincie sur les bords. Après la prise, cette galette est plongée dans l'eau. Elle ne doit présenter ni fente, ni déformations quelconques, quelle que soit la durée de l'expérience. La durée de cet essai est limitée ordinairement à vingt-huit jours.

On peut aussi soumettre les ciments à l'essai suivant qui a été indiqué et pratiqué par M. le professeur L. Tetmayer, de Zurich.

Essai du ciment en étuve. On prépare de la pâte de ciment sans addition de sable. On la place entre deux plaques de verre ou de métal ; on forme ainsi deux gâteaux de 10 centimètres de diamètre et d'un centimètre d'épaisseur que l'on met à l'abri des courants d'air et du soleil. Après leur prise complète (ce qui a lieu au bout de vingt-quatre heures environ), ces gâteaux sont portés dans une étuve dont on élève peu à peu la température jusqu'à 120° centigrades. On prolonge l'expérience pendant deux ou trois heures. Si après ce traitement, les gâteaux se sont gauchis, ou s'ils présentent des crevasses plus ou moins radiales, allant s'élargissant sur les bords, le ciment essayé doit être rejeté pour les construc-

tions à l'air à cause de l'incertitude qu'il présente.

L'essai en étuve est encore d'introduction trop récente pour qu'on puisse affirmer, sans autre examen, qu'un ciment qui ne le supporte pas se désagrégera à l'air. Mais il résulte tout au moins qu'un tel ciment doit être considéré comme trop suspect pour ne pas être rejeté des constructions à l'air.

Résistance des ciments à l'arrachement et à la compression. La résistance des ciments Portland porte quelquefois sur le ciment pur mais le plus souvent sur un mélange normal de ce ciment avec du sable. Ce mélange normal comprend un poids de ciment pour trois fois ce poids de sable normal. La première opération est de préparer ce sable normal. A cet effet on prend du sable quartzeux aussi pur que possible. On en sépare les plus gros fragments en le passant sur un tamis à 64 mailles par centimètre carré, puis les grains les plus fins au moyen d'un tamis à 144 mailles par centimètre carré. Le sable resté sur ce dernier tamis constitue le sable normal.

Confection des briquettes d'essai. La résistance soit du ciment, soit d'un mélange de ciment et de sable consiste à déterminer l'effort nécessaire pour rompre la matière mise sous forme de briquettes.

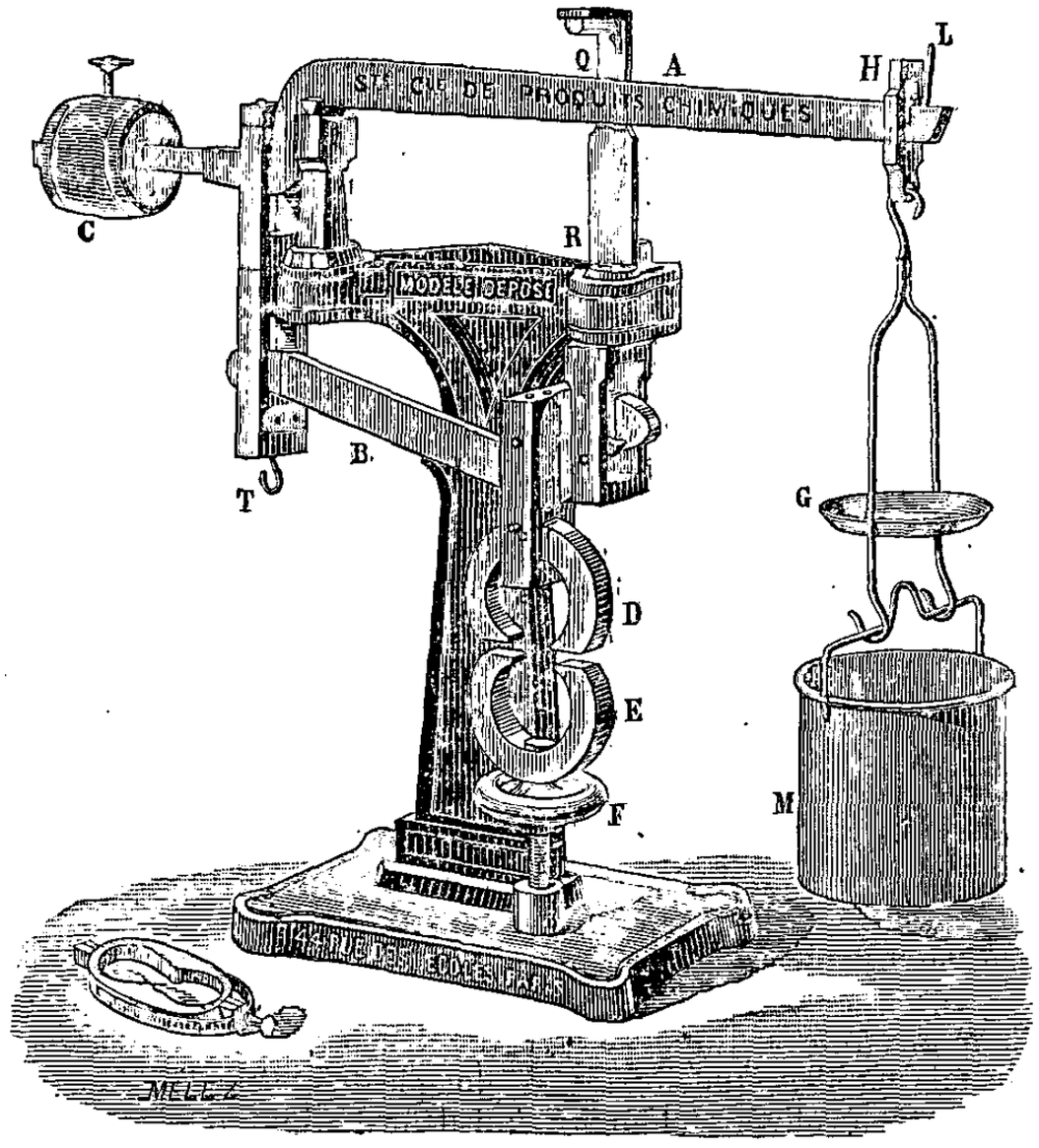


Fig. 383.

S'il s'agit de mesurer la résistance du ciment pur, on en prend 700 grammes que l'on mélange avec une quantité suffisante d'eau pour former après une trituration de quelques minutes une pâte ferme et plastique au moyen de laquelle on fait des briquettes au nombre de deux, trois et jusqu'à cinq.

S'il s'agit de mesurer la résistance d'un mélange de ciment et de sable, on pèse 750 grammes de sable normal, défini ci-dessus, que l'on mélange intimement avec 250 grammes de ciment. On y ajoute la quantité d'eau nécessaire pour former après trituration une pâte ferme et plastique. On remplit de cette pâte plusieurs moules.

Ces briquettes sont conservées pendant vingt-quatre heures, à l'air, dans un endroit humide, à l'abri des courants d'air et du soleil, à une température moyenne de 15°. Après ce temps, on plonge les briquettes dans un bac d'eau dont la température est d'environ 15°.

Les briquettes sont expérimentées seulement au bout de sept jours, c'est-à-dire après une conservation d'un jour à l'air et de six jours dans l'eau. Une autre série d'expériences se fait au bout de vingt-huit jours.

Jusqu'à présent la *résistance à l'arrachement* est pratiquée dans les pays de l'Europe, et est considérée comme l'essai concluant et décisif. En Suisse, seulement, la résistance à l'écrasement est préférée. Il est probable que les essais à l'écrasement seront pratiqués de préférence lorsque des machines spéciales auront été faites pour cet objet.

Appareils pour déterminer la résistance des ciments à l'arrachement. Actuellement, la résistance à l'arrachement se fait au moyen d'un appareil à double système de leviers (fig. 383) Le levier A, à la partie supérieure de l'appareil décuple l'effort, et le levier inférieur B le rend cinq fois plus grand. Par leur combinaison on peut donc mesurer la rupture des briquettes au moyen d'un poids qui n'est que le cinquantième de cette rupture. Il en résulte que le poids M placé à l'extrémité du grand levier A sera le dixième de la résistance à l'arrachement par centimètre carré.

L'appareil est mis en équilibre au moyen du contre-poids mobile C, placé à gauche. On remonte la griffe inférieure D au moyen du volant à vis F jusqu'à ce qu'elle soit en contact avec la griffe supérieure D. Enfin, on place entre ces deux griffes la brique d'essai qui est échancrée sur deux faces latérales de manière à être saisie par les deux griffes. On procède ensuite lentement à la charge du vase M en y versant de la grenaille de plomb jusqu'à la rupture de la briquette. Ensuite, on évalue la charge au moyen d'une romaine.

La goupille L a pour but d'empêcher l'étrier H de sauter au moment de la rupture de la briquette.

Chaque essai de résistance se fait sur plusieurs briquettes, ordinairement sur cinq échantillons. On prend la moyenne des résultats.

Pour les ciments à prise rapide, après vingt-

huit jours, les briquettes doivent présenter une résistance à la traction d'au moins 120 kilogrammes par centimètre carré. Après sept jours, la résistance à la traction doit être au moins de 8 kilogrammes par centimètre carré.

L'appareil de précision décrit ci-dessus est dispendieux et il n'est pas sans intérêt d'indiquer une installation qui pourrait en tenir lieu dans certains cas. Nous empruntons cette disposition à la *Notice sur l'amélioration des ciments au moyen d'une addition de chaux*, du prince Georges Lubomirski.

Il suffit de deux étriers en fer terminés à chacune de leurs extrémités par un crochet, un tréteau, une caisse à sable et une balance romaine. On attache un des étriers en fer sous la traverse du tréteau. On entaille latéralement au ciseau chaque briquette, de façon qu'elle présente un cran de chaque côté. On engage alors la briquette dans les crochets de l'étrier suspendu au tréteau. Le second étrier est également engagé dans les crans de la briquette, mais en sens opposé au premier et sert à suspendre à la briquette la caisse vide que l'on remplit peu à peu de sable jusqu'au moment de la rupture de la briquette. On pèse alors la caisse au moyen de la romaine. On divise le poids accusé par la section de rupture, exprimée en centimètres carrés ; ce qui fait connaître la résistance à l'arrachement par centimètre carré. — L.-A. B.

***CINÉMATIQUE.** La cinématique a pour objet l'étude du mouvement indépendamment des causes qui le produisent : c'est une partie de la géométrie.

Autrefois, l'étude de la cinématique était confondue avec celle de la mécanique. C'est Ampère qui, dans son *Essai sur la philosophie des sciences* où il cherchait à faire une classification générale des connaissances humaines, a inventé le mot *cinématique* pour désigner l'étude séparée du mouvement. Ampère faisait de la cinématique une science distincte intermédiaire entre la géométrie et la mécanique, parce qu'elle fait intervenir la notion de temps, inconnue à la géométrie. Ampère s'est trompé. On a reconnu que la notion de temps n'intervient qu'en apparence dans la cinématique, de sorte que celle-ci ne fait appel à aucune notion, à aucun principe qui ne soit utilisé en géométrie.

Il est bien clair, en effet, que dans toutes les questions de cinématique, on ne s'occupe en aucune façon de la manière dont le temps est mesuré. Les théorèmes restent vrais quelle que soit la manière dont on effectue cette mesure ; ils seraient encore vrais si l'on mesurait le temps avec une horloge dont la marche serait des plus irrégulières. De plus, pour définir le mouvement qu'on étudie, il faut se donner la trajectoire et la vitesse d'un point de la figure mobile, afin de connaître à une époque quelconque la position de ce point d'où l'on déduira par les propriétés du mouvement étudié les positions de tous les autres points. On peut imaginer que l'on modifie à la fois, la marche de l'horloge fictive qui sert à mesurer le temps, et la vitesse du point considéré, de manière que ce mobile occupe toujours la même position à la même heure marquée par l'horloge. Rien ne sera changé aux équations. Dès lors on reconnaît qu'en se donnant la vitesse d'un point sur la trajectoire, on établit seulement une relation entre le mouvement du mobile et la manière de mesurer le temps. Par exemple, dire qu'un point se déplace uniformément, c'est dire qu'on mesurera le temps en le considérant comme proportionnel au chemin parcouru par le mobile. Ainsi, dans la cinématique pure, la variation du temps est définie arbitrairement par le déplacement d'un point particulier de la figure. Le temps n'est pas autre chose qu'une *variable auxiliaire* définie par la relation $s = f(t)$ qu'on établit entre elle et l'arc s parcouru par le point sur sa trajectoire, relation qui représente la loi du mouvement de ce point. On voit ainsi qu'en définitive les relations entre le temps t et les chemins parcourus par les autres points de la figure mobile, équivalent à des relations entre ces chemins et le chemin s parcouru par le premier point, de sorte que les théorèmes de la cinématique, malgré l'intervention apparente du temps n'établissent que des relations entre des longueurs et des angles. Il n'y a donc pas lieu de distinguer la cinématique de la *théorie purement géométrique du déplacement*, où l'on ne fait pas intervenir le temps. La différence entre ces deux branches de la géométrie ne consiste que dans le mode d'exposition.

En mécanique, et dans la pratique, le temps se présente avec un caractère objectif et constitue bien réellement une grandeur d'une nature distincte. Pour passer de la cinématique abstraite aux applications, il suffit de choisir la fonction $s = f(t)$ qui définit le *temps cinématique* de manière que cette variable t coïncide avec le *temps naturel*. Or, ce choix se fait pour ainsi dire de lui-même quand on connaît la loi du mouvement d'un point de la figure mobile, puisque cette loi est précisément représentée par l'équation $s = f(t)$. Par exemple, dans une étude de mécanisme, on sait que tel arbre ou tel volant doit tourner uniformément avec une vitesse angulaire ω. On écrira ce fait au moyen de l'équation :

$$\varphi = \omega t$$

φ représentant l'angle dont tourne le volant pendant le temps t. Or, en cinématique, cette équation exprime qu'on prendra pour mesure du temps la quantité $\frac{\varphi}{\omega}$ proportionnelle à l'angle de rotation, et cette variable coïncidera bien avec le temps naturel, si toutefois le mouvement de la machine s'effectue bien comme on l'a supposé.

L'étude de la cinématique est indispensable à l'étude de la mécanique : elle en est la préparation obligée. Aussi est-elle enseignée dans les cours de mécanique, et non dans les cours de géométrie. Le lecteur trouvera au *Dictionnaire*, article MÉCANIQUE, l'énumération des principales questions dont l'ensemble constitue la cinématique. Toutes ces questions sont du reste traitées à leur place alphabétique dans le *Dictionnaire*. — M. F.

• * **CINÉTIQUE** (du grec κινῆν, mouvoir). *T. de phys.* qui a rapport au mouvement. Les théories cinétiques sont celles qui prétendent expliquer tous les phénomènes d'un même ordre par de simples mouvements des atomes. La *théorie cinétique de l'univers* n'admet dans l'univers que des atomes en mouvements. Tous les phénomènes que nous observons seraient des effets de la communication du mouvement d'un atome à un autre. Malheureusement, comme on ignore absolument ce qui se passe dans le choc de deux atomes, et que du reste il faut supposer les atomes élastiques pour expliquer les phénomènes physiques, la théorie cinétique, loin de supprimer la notion de force, comme elle en a la prétention, ne fait que transporter cette notion de l'extérieur à l'intérieur de l'atome. — V. ATOME.

La *théorie cinétique des gaz*, imaginée par Bernoulli et perfectionnée par Clausius et Maxwell avec l'aide des découvertes de la thermo-dynamique, considère les gaz comme formés d'un grand nombre de particules ou molécules très éloignées les unes des autres par rapport à leurs dimensions, et animées de vitesses considérables qui peuvent atteindre plusieurs kilomètres par seconde.

Cette constitution des gaz explique leur tendance à la dilatation, et la pression sur les parois des vases qui les renferme ne serait autre chose que la somme des forces produites par le choc des atomes sur ces parois. Elle rend compte de la loi de Mariotte parce que le nombre des chocs reçus par une portion déterminée de la surface de la paroi est proportionnel au nombre des molécules contenus dans l'enceinte, c'est-à-dire inversement proportionnel au volume. D'après Clausius et Maxwell, les irrégularités de la loi de Mariotte s'expliquent par les dimensions des atomes.

La température absolue d'un gaz serait proportionnelle au carré de la vitesse moyenne des molécules, ce qui explique que la pression est proportionnelle à la température absolue, la force produite par le choc étant aussi proportionnelle au carré de la vitesse. L'énergie intérieure d'un gaz est la somme des forces vives des molécules qui le composent; elle est donc proportionnelle à la température, et ne dépend d'aucun autre élément ce qui est conforme à la loi de Joule (V. *Dictionnaire*, CHALEUR, § *Equivalent mécanique*). La théorie cinétique, des gaz combinée avec l'expérience, explique aussi la loi d'Avrogado et d'Ampère d'après laquelle tous les gaz à la même température renferment le même nombre de molécules sous le même volume. Elle n'est pas en contradiction avec la loi de Gay-Lussac, d'après laquelle tous les gaz ont le même coefficient de dilatation; mais cette loi n'en est pas une conséquence nécessaire.

Comme les molécules d'un gaz sont extrêmement nombreuses et animées d'une très grande vitesse, elles ne peuvent se mouvoir sur un parcours d'une certaine longueur sans se heurter, ce qui explique la lenteur de la diffusion des gaz. La moyenne des longueurs que peuvent parcourir les molécules sans se heurter a reçu le nom de *chemin de libre parcours*. Aux pressions ordinaires ce libre parcours ne serait que d'une faible fraction de millimètre. Les gaz ne peuvent être considérés comme homogènes qu'autant qu'on les fractionne en volumes dont les dimensions linéaires sont notablement supérieures au libre parcours. Pour des volumes plus petits, l'homogénéité cesserait d'être exacte. Le chemin de libre parcours augmente évidemment quand la pression diminue, puisque alors le nombre des molécules contenus dans un même volume diminue également. Si le chemin de libre parcours devient appréciable, les phénomènes offerts par les gaz deviendront très différents de ce qu'on a coutume d'observer. Cet état qui correspond à des pressions extrêmement faibles, quelques millionièmes d'atmosphère, a été nommé par M. Crookes l'état radiant de la matière.

La théorie cinétique des gaz est une très belle synthèse de la plupart des propriétés des gaz qu'elle renferme dans un énoncé commun. Il ne s'en suit pas qu'elle soit l'expression de la réalité. Elle soulève un certain nombre d'objections qui ont été mises en lumière par Hirn. D'après ce physicien, elle serait en contradiction avec: 1° la variation suivant la température de la résistance que l'air oppose aux projectiles en mouvements; 2° les lois de l'écoulement des gaz telles qu'elles découlent de l'expérience; 3° la constance de la vitesse du son pour les sons de différentes hauteurs; 4° la hauteur de l'atmosphère.

Il convient d'ajouter que les travaux de Hirn ont été l'objet de longues controverses parmi les physiciens. Quoi qu'il en soit, la lumière n'est pas encore faite sur cette question. Il se peut que les objections de Hirn ne soient pas sans réplique et que la théorie cinétique des gaz ne soit pas définitivement condamnée; mais sa réalité est loin d'être démontrée. Il n'est même pas établi qu'elle puisse rendre compte de tous les phénomènes connus. — M. F.

• **CIRAGE DES BOIS.** Le cirage des bois est une opération qui a pour objet de faire briller les bois ouvrés et à faire ressortir leurs veines et leur textures naturelles au moyen de la cire. Le cirage s'applique surtout aux bois servant à la confection de meubles de salles à manger et de bureaux, tels que buffets, chaises, tables, étagères, bibliothèques, vitrine, etc.

La substance dont on fait usage pour cet objet est de la cire jaune à parquet dissoute dans l'essence employée pour la peinture ordinaire des appartements. On racle la cire afin de la diviser, et l'on verse dessus l'essence à peinture qui la dissout et la transforme en une pâte que l'on rend suffisamment liquide pour être appliquée au pinceau. Cette dissolution pour être bien préparée exige plusieurs heures et elle doit être faite à froid. A chaud, la dissolution se fait rapidement mais présente quelques dangers d'inflammation; de plus, l'enduit ainsi obtenu a moins de résistance à l'usage.

La préparation, faite à froid, doit être appliquée en couches aussi minces que possible afin d'ob-

tenir une épaisseur uniforme. Après l'application de cette dissolution au moyen d'un pinceau, on laisse bien sécher les meubles, puis on frotte les surfaces enduites avec du drap bien sec. On obtient ainsi une sorte de patine très solide d'un effet décoratif satisfaisant et dont le brillant est facile à entretenir par des frictions faites au moyen d'un tampon de drap. L'humidité seule altère cet enduit. Des gouttes d'eau font des taches qu'il est difficile de réparer. La cire, comme on le sait, ne peut s'enlever que par une action mécanique qui est ordinairement le grattage. C'est en effet le seul moyen employé pour enlever les taches produites sur des meubles cirés ; mais il faut ensuite appliquer des couches très minces de cire fondue dans de l'essence pour raccorder les défectuosités avec le ton général. — L.-A. B.

• * **CIRCULAIRE.** *T. de math.* On appelle *fonctions circulaires* ou *trigonométriques,* les six fonctions connues sous les noms de *sinus, tangente, sécante, cosinus, cotangente* et *cosécante.* Ces mots ont été définis dans le *Dictionnaire* à leur place alphabétique, et les principales formules relatives aux fonctions circulaires ont été données au mot TRIGONOMÉTRIE. Nous nous bornerons ici à donner les développements en séries du sinus et du cosinus qu'on obtient facilement par l'application de la série de Taylor et qui donnent le moyen de calculer approximativement la valeur numérique du sinus ou du cosinus d'un angle donné :

$$\sin x = x - \frac{x^3}{1.2.3} + \frac{x^5}{1.2.3.4.5} - \frac{x^7}{1.2.....7} + ...$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{1.2} + \frac{x^4}{1.2.3.4} - \frac{x^6}{1.2.....6} + ...$$

Dans ces formules l'angle x doit être exprimé en parties du rayon.

‖ *T. mécan. Mouvement circulaire.* C'est le mouvement d'un point qui décrit un cercle. Si θ désigne l'angle qui fait le rayon mobile avec une direction fixe, la dérivée $\frac{d\theta}{dt}$ sera la *vitesse angulaire* du mobile, et la dérivée seconde $\frac{d^2\theta}{dt^2}$ sera l'*accélération angulaire* (V. *Dictionnaire,* VITESSE ; *Supplément,* ACCÉLÉRATION). On distingue le mouvement circulaire *continu* et le mouvement circulaire *alternatif.* Pour les transformations du mouvement circulaire en un autre mouvement. — V. *Dictionnaire,* MÉCANISME.

CITÉS OUVRIÈRES. — V. HABITATIONS.

• * **CLAUDE** (NICOLAS, dit CLAUDE DES VOSGES). Sénateur, né à Celles-sur-Plaine (Vosges), en 1821, mort à Paris en 1888, fut d'abord contre-maître dans une grande filature, et après un laborieux travail, en devint associé, puis directeur ; il s'occupa toujours de politique et de questions économiques, et fut en 1861 un des fondateurs du journal le *Temps* ; maire de Saulxures-sur-Mosolette, président du Conseil général, il fut élu député républicain des Vosges en 1871, et plus tard sénateur. Il s'occupa surtout des lois destinées à remédier aux progrès de l'alcoolisme en France, et a fait sur la question des rapports très complets et d'une portée pratique très remarquable. Claude était un des plus beaux exemples de l'ouvrier parvenu à la fortune et à la considération par sa seule intelligence et par son travail.

• **CLOCHE A PLONGEUR.** La cloche primitive de Rennie (V. *Dictionnaire,* CLOCHE A PLONGEUR), dont un des derniers spécimens était encore employé à Rouen en 1825 au déblaiement des vieilles piles d'un pont, est devenue, grâce à de nombreux perfectionnements un outil pratique et d'un usage courant pour les travaux sous l'eau, construction de jetées, réparations de barrages et dérasement de roches sous-marines. Ces cloches peuvent être rangées en deux catégories : les unes sont descendues librement au fond de l'eau, comme la cloche de Rennie, le nautilus des ingénieurs américains Hallett et Williamson et en dernier lieu la cloche à dérochement de M. Hersent ; les autres sont établies au milieu d'un bateau-porteur qui les soutient et en facilite le transport, comme le bateau à air de Cavé et le bateau-cloche du service des ponts et chaussées qui figurait à l'Exposition universelle de 1878. C'est dans le bateau à air de Cavé qu'ont été faites les premières améliorations importantes, l'adjonction d'une écluse à air pour établir les communications avec l'extérieur et l'emploi d'un tube télescopique pour faciliter l'immersion de la cloche, sans avoir à échouer le bateau, comme on le faisait avec celui qui a servi en 1845 pour déblayer les roches dans la passe d'entrée du port du Croisic ; ce dernier ne pouvait travailler à plus de $2^m,25$ de profondeur tandis que la cloche du bateau de Cavé descendait à $3^m,50$. Le bateau à air de Cavé a été employé pour la construction du barrage du Nil, en Egypte.

Le bateau-cloche étudié par M. Cheysson, alors ingénieur de la navigation de la Seine et construit par la maison Claparède, se compose d'un bateau en fer de 32 mètres de longueur sur $7^m,30$ de largeur, percé au milieu d'un trou octogonal dans lequel se meut la cloche. Cette cloche, indépendante du bateau, est formée par deux tubes concentriques, de $5^m,20$ et de $1^m,90$ de diamètre. L'espace annulaire entre ces tubes est divisé en compartiments étanches dans lesquels un jeu de robinets permet, à volonté, d'introduire l'eau ou de la remplacer par l'air comprimé de façon à régler l'équilibre de l'appareil et sa profondeur d'immersion. L'écluse à air se trouve immédiatement au-dessus de la chambre de travail et fait corps avec elle ; cette chambre elle-même, de forme conique, a 3 mètres de hauteur sur une partie de sa surface et 5 mètres sur le reste. Elle présente une surface de 21 mètres carrés et peut contenir 8 à 10 ouvriers. Dans son ensemble la cloche a 5 mètres de hauteur et permet d'atteindre une profondeur de $4^m,50$ qui peut être dépassée en assemblant au-dessus de l'écluse à air une ou deux viroles de 2 mètres de hauteur chacune. La chambre de travail, l'écluse à air et ses deux vestibules sont éclairés par des hublots ménagés dans les plafonds ; une grue et des pa-

lans sont disposés pour l'introduction des matériaux lourds à travers le tube central et l'écluse à air jusque dans la chambre de travail.

L'immersion et l'émersion du tube s'opèrent très simplement au moyen de l'eau et de l'air comprimé. Le bateau est muni de deux soutes latérales, contenant ensemble 60 mètres cubes et qui peuvent se remplir par l'ouverture de robinets en communication avec la rivière. Quand les soutes sont pleines, le tirant d'eau du bateau passe de 80 centimètres à 1m,20, ce qui facilite, soit le passage en hautes eaux sous des ponts trop bas, soit le passage, en étiage, sur des hauts fonds. C'est l'eau de ces soutes qui sert de lest pour l'immersion de la cloche; à cet effet elle peut être refoulée, au moyen de l'air comprimé, des soutes dans la virole supérieure du tube à laquelle celles-ci sont reliées par des tuyaux flexibles en caoutchouc munis de spirales en fil de fer. En une demi-heure la virole est remplie et la cloche descend; il suffit d'évacuer l'eau à la rivière pour la faire émerger; et, au besoin, on peut hâter cette évacuation en recourant à l'air comprimé. Une machine à vapeur de 20 chevaux, installée sur le bateau, actionne une pompe capable de refouler par heure 414 mètres cubes d'air à la pression effective d'une atmosphère. La dépense s'est élevée à environ 200,000 francs. Ce bateau a déjà rendu de nombreux services pour l'entretien des barrages et des écluses de la Seine; il a pu récemment être conduit par les canaux à Lyon pour servir à déblayer les piles de l'ancien pont Morand. Le bateau-cloche ne peut guère s'employer qu'en eau calme et à des profondeurs assez restreintes. Pour les travaux sous-marins M. Hersent a créé un appareil beaucoup plus puissant qu'il appelle *cloche plongeante à dérochement* (fig. 384 et 385).

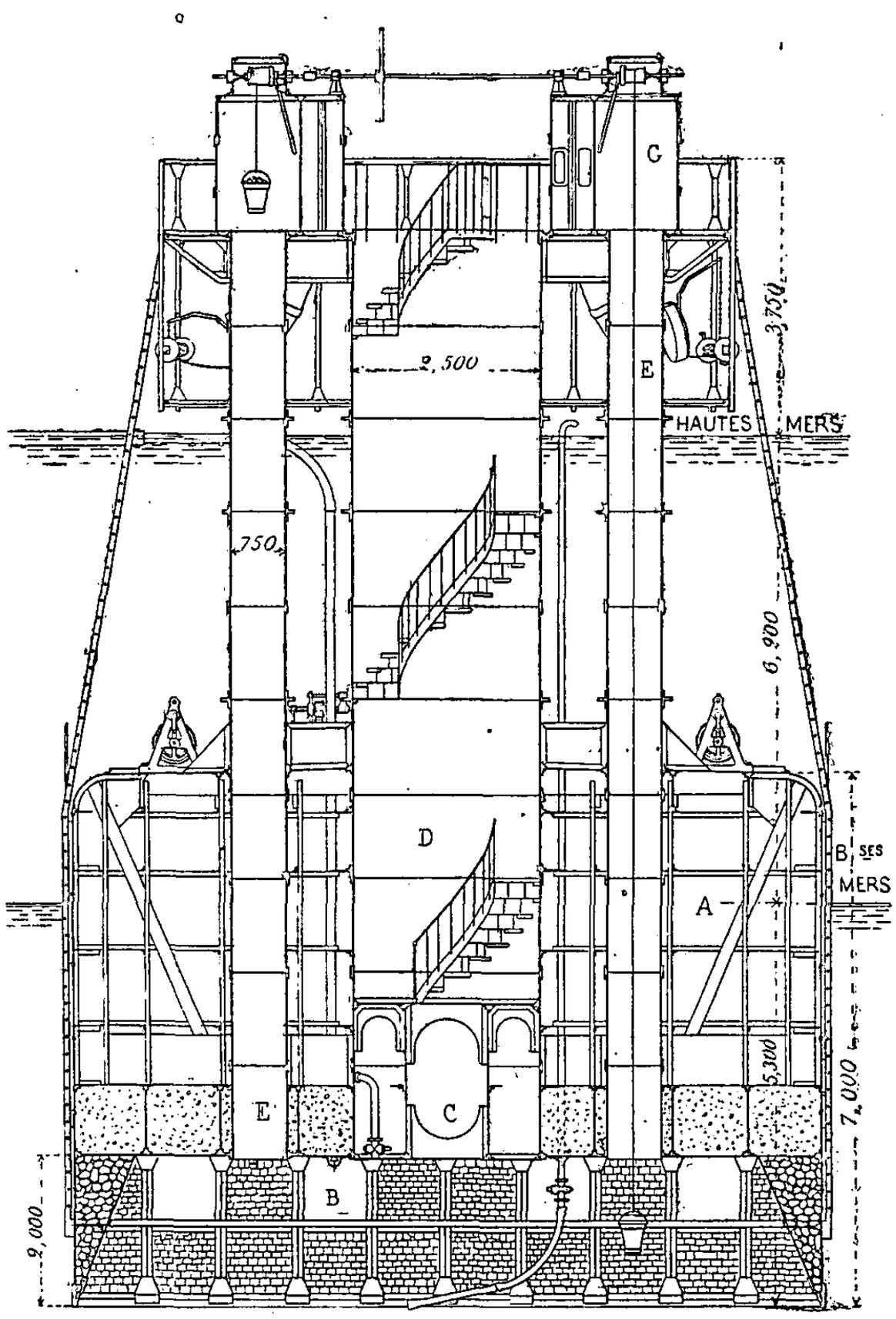


Fig. 384. — *Coupe de la cloche à dérochement.*

Cet appareil est en effet disposé pour que l'on puisse à volonté l'immerger à l'endroit où l'on veut travailler ou le faire flotter pour le déplacer. Il se compose d'une caisse en fer, à angles arrondis, de 8 mètres de largeur sur 10 de longueur et 7 de hauteur. Cette caisse, fermée à la partie supérieure, est partagée par une cloison horizontale étanche en deux parties inégales; celle du haut A, entièrement close, a 5 mètres de hauteur et constitue le flotteur; celle du bas B, ouverte à la partie inférieure, forme la chambre de travail. Au milieu de la cloison se trouve une cheminée cylindrique D, de 2m,50 de diamètre, qui traverse le flotteur et s'élève à 3m,75 au-dessus des plus hautes eaux. Cette cheminée, en tôle d'épaisseur décroissante de la base au sommet, contient un escalier tournant dont les marches, en tôle striée, ont 60 centimètres de longueur et qui donne accès aux ouvriers dans la chambre de travail; elle est terminée dans le bas par trois écluses à air C, une petite écluse centrale de 1m,10 de diamètre pour les passages fréquents et deux écluses annulaires concentriques à la précédente et pouvant contenir chacune 15 ouvriers. Ces écluses sont fermées par des portes horizontales à charnières, garnies de bandes de caoutchouc. Pendant

le travail les portes de communication des grandes écluses avec la chambre de travail sont constamment ouvertes de façon à offrir un refuge facile aux ouvriers. La cheminée est couronnée dans le haut par une plate-forme sur laquelle sont installés les appareils pour l'extraction des déblais Les treuils pour la mise en place de l'appareil sont fixés sur le plafond de la cloche. Deux autres cheminées latérales E, E, de $0^m,75$ de diamètre, traversent le flotteur et sont terminées par les écluses à déblais G établis sur la plate-forme supérieure. Ces dernières sont formées par des cylindres de $1^m,85$ de hauteur sur $1^m,75$ de diamètre, dans lesquelles une cloison en axe de cercle sépare une petite chambre pour l'éclusage des ouvriers ; elles sont munies de portes verticales et éclairées par deux hublots boulonnés sur le plafond. Un tambour en tôle renferme le treuil et son embrayage ; les arbres des treuils passent à travers des presse-étoupes et leurs paliers sont à l'extérieur. Chaque écluse est munie de deux sas à déblais. Ce sont des tubes en tôles recourbés ayant chacun un quart de mètre cube de capacité. L'ouverture supérieure de ces tubes débouche dans le bas de l'écluse, ce qui permet d'y verser facilement le contenu des bennes ; elle se ferme à l'aide d'un tampon mobile en tôle, garni de caoutchouc. L'ouverture inférieure, qui débouche au dehors, est fermée à l'aide d'une calotte en tôle que l'on manœuvre à l'aide d'un petit treuil et que l'on fixe avec un fort étrier. L'un des sas est en remplissage pendant que l'autre se vide, de sorte que le travail est continu.

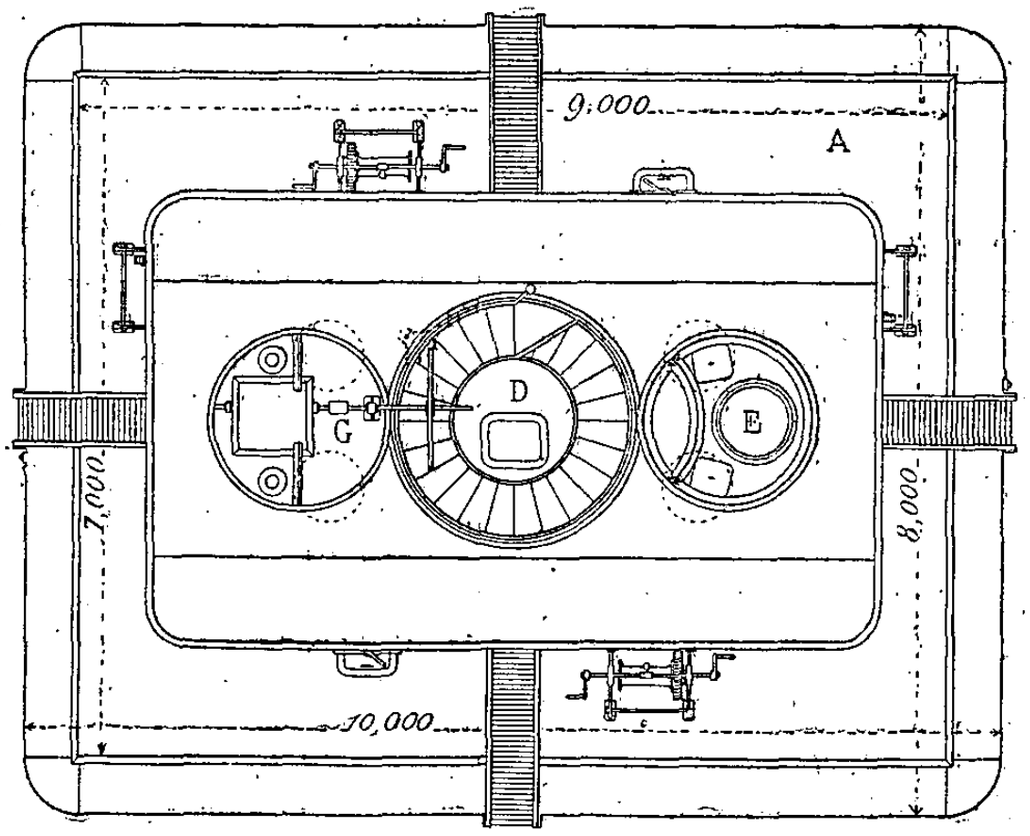


Fig. 385. — *Plan de la cloche à dérochement.*

Les parois verticales de la cloche sont en tôle de 8 millimètres d'épaisseur, sauf la dernière tôle du bas qui a 9 millimètres et est armée à son bord inférieur d'une ceinture en acier de 22 millimètres d'épaisseur et 30 centimètres de hauteur qui forme le tranchant de la cloche. L'ensemble est soutenu par des membrures, en tôle et cornières, espacées de mètre en mètre et entretoisées par des ceintures horizontales en cornières.

Le plafond du flotteur est en tôle striée, avec une pente de 0,10 vers l'extérieur pour faciliter l'écoulement de l'eau. La stabilité de l'appareil est assurée au moyen d'un lest de 40 à 50 tonnes, partie en fonte, partie en maçonnerie, construite dans les intervalles des poutres du plafond de la chambre de travail et entre les contrefiches. Le poids de la cloche immergée est de 340 tonnes ainsi réparties :

Chambre de travail jusqu'au plafond, métal et lest.	100.000
Plafond et écluses, métal et lest.	190.000
Flotteur et cheminées.	35.000
Cheminées au-dessus du flotteur et plate-forme	15.000

Lorsque le flotteur est vide, il émerge d'environ $1^m,50$ et la cloche flotte avec un tirant d'eau de $5^m,50$.

Pour immerger la cloche, on laisse l'eau entrer dans le flotteur en ouvrant deux vannes de 0,15 sur 0,18 placées immédiatement au-dessus de la cloison et au milieu de deux parois opposées, on ouvre en même temps une soupape installée sur le plafond du flotteur pour la sortie de l'air qu'il contient. Pour lever la cloche, on ferme au contraire cette soupape et on introduit dans le flotteur l'air comprimé de la chambre de travail et au besoin celui que produisent les compresseurs, jusqu'à ce qu'il sorte par les vannes inférieures que l'on ferme alors pour éviter des rentrées d'eau. La cloche peut contenir de 20 à 24 ouvriers, plus 4 dans les écluses à déblai et 7 à 8 en dehors. L'éclairage intérieur est fourni par des lampes électriques à incandescence.

Afin de pouvoir employer ces appareils pour des profondeurs très différentes, on a composé les cheminées d'anneaux égaux de 1 mètre, $1^m,25$, 2 mètres et $2^m,50$, correspondant à un demi-tour ou à un tour d'escalier. On peut ainsi raccourcir ou allonger l'appareil, en soulevant la plate-forme supérieure avec une mâture et faisant au-dessous la modification nécessaire.

L'air comprimé est fourni par un compresseur à deux cylindres actionné par une machine à vapeur de 20 chevaux. La conduite d'air flotte sur l'eau ; elle est composée de tuyaux en fer maintenus entre des madriers et reliés les uns aux autres par des tuyaux en caoutchouc qui lui assurent la flexibilité nécessaire pour suivre les oscillations de la mer. On emploie deux compresseurs au début de chaque opération pour refouler l'eau plus rapidement et compenser les pertes ; mais un seul suffit pour la marche normale. Le tir des mines peut se faire dans la chambre de travail, comme au dehors, mais en employant du fulmicoton et en augmentant la charge, en raison de la pression de l'air. Les ouvriers se retirent alors dans les écluses à air. Cet appareil a servi à

Brest, à Cherbourg et à Lorient, pour déraser des roches sous-marines, pour déraser ou réparer des ouvrages en maçonnerie ; il est employé dans le port de Philippeville, en Algérie, pour déraser le rocher sur lequel on pose les blocs artificiels dans la construction des murs de quai. — J. B.

• **CLOUER** (Machines à). L'Exposition de 1889 nous a fait connaître une machine à clouer dite *extensible* qui offre un type absolument nouveau.

Elle diffère en effet des autres machines à clouer, aussi bien françaises qu'étrangères, en ce sens qu'elle peut clouer d'un seul coup tout un couvercle ou tout un fonds, c'est-à-dire les quatre côtés à la fois, tandis que les autres machines ne clouent qu'un seul côté.

La disposition particulière qui lui a fait donner le nom de *machine extensible* lui permet de clouer des boîtes depuis les plus petites dimensions jusqu'à 0,60 de côté, tant en largeur que longueur ou hauteur.

Elle présente de plus les avantages suivants : 1° possibilité de régler la place du clou dans le bois variant d'une épaisseur de 0,003 à 0,02 ; 2° faculté d'employer des clous de types divers généralement employés pour le boîtage ; 3° une extrême simplicité de réglage qui permet de la faire passer d'une dimension à une autre sans perte de temps appréciable ; 4° une conduite si facile et si douce qu'elle peut être menée par une femme. Elle peut également être actionnée par transmission ; 5° une très grande rapidité puisqu'il a été possible d'arriver à faire 300 boîtes grand modèle ou 600 petites à l'heure.

• * **CLOÜET** (Jules), né à Rouen le 4 avril 1839, après avoir fait toutes ses études au Lycée, se fit inscrire à l'Ecole de médecine et de pharmacie. Mais ayant des aspirations plus élevées que celles de son père, pharmacien distingué, il suivit, outre les cours de pharmacie, les cours d'anatomie et de physiologie, et fréquenta l'amphithéâtre de dissection, d'où il remporta les premières connaissances qu'il devait plus tard compléter.

Bientôt après, il partit pour faire son stage dans différentes officines et resta plusieurs années à Reims, qu'il ne quitta que pour aller à Paris. C'est dans cette dernière ville que son ardeur pour le travail se manifesta dans toute sa plénitude.

A cette époque, nous le voyons suivre, avec les cours de l'Ecole supérieure de pharmacie, ceux de chimie commerciale de Boussingault au Conservatoire des Arts et Métiers, de chimie analytique de Berthelot, au Collège de France, ainsi que les leçons de géologie d'Hébert, de zoologie de Lacaze-Duthiers, de Gervais, de Milne-Edwards. Tantôt, à la Monnaie, au laboratoire d'essai, tantôt à la Faculté de médecine, au laboratoire de Tardieu, il s'initie à la science si délicate de la médecine légale et de la toxicologie. Déjà reçu pharmacien, il obtient le grade de licencié ès-sciences naturelles, et pendant les vacances, pour essayer ses forces, il fait un cours à l'Ecole de médecine de sa ville natale, sur les parasites de l'homme.

Quelque temps après, il revenait à Rouen et succédait à Morin, dans la chaire de chimie et de toxicologie.

Jules Cloüet voyait enfin se réaliser son rêve le plus caressé ; car c'était pour arriver à porter dignement cette robe de professeur qu'il avait combiné tous ses efforts.

Préoccupé d'égaler son devancier, il le surpassa. Au lieu du cours que le vieux professeur répétait tous les ans, et dont les élèves se passait de génération en génération le cahier rédigé, Cloüet inaugura le cours de chimie organique et tint constamment son enseignement, qui, par cela même se modifiait sans cesse, au courant des moindres progrès de la science.

Ses élèves, dont le nombre augmentait constamment et dépassait cinquante, déroutés tout d'abord par ce changement si complet dans la nature des sujets qui leur étaient exposés, oublièrent un instant le bénéfice qu'ils pouvaient en tirer et, tout en reconnaissant la valeur plus grande de son enseignement, se plaignirent un peu des exigences du nouveau venu.

Mais les sympathies ferventes et sincères lui revinrent bientôt de la part de ceux qui avaient appris à l'apprécier, et c'était avec un véritable orgueil qu'ils notaient les éloges flatteurs dont l'enseignement de leur maître était l'objet, lorsqu'aux examens de fin d'année venait comme président du jury un professeur de Paris.

Il fut chimiste de la douane jusqu'au jour où il dut opter entre sa chaire et des travaux devenant de jour en jour plus chargés. Il n'hésita pas, et malgré les instances de cette administration et les avantages pécuniaires dont il jouissait, il se démit de ses fonctions et resta professeur.

Cloüet a traité un grand nombre de sujets dans une foule de brochures et de mémoires ; on en trouve la liste dans les Bulletins de la *Société industrielle de Rouen*, dont il fut un des sociétaires actifs et l'un de ses vice-présidents.

Nous conservons de cet ami regretté un souvenir reconnaissant, car il a été l'un de nos meilleurs et de nos plus dévoués collaborateurs. Le *Dictionnaire* lui doit une grande partie des articles de chimie, et si nos lecteurs ont pu apprécier l'étendue et la variété de ses connaissances scientifiques, nous ne saurions oublier, à la rédaction, les qualités de son esprit et la cordialité des relations qu'il entretenait avec nous.

COBALT. *T. de chim.* Caractères des sels de Cobalt (V. *Dictionnaire*, Cobalt, § *Dosage*). Le cobalt se dose ordinairement à l'état d'oxyde. On précipite la solution du sel de cobalt par l'hydrate de potasse en excès, et on chauffe jusqu'à ce que le précipité soit devenu rose. On le lave sur un filtre, on sèche et calcine. Comme cet oxyde peut absorber de l'oxygène pendant la calcination son poids ne donnerait pas un dosage rigoureux. Il vaut mieux le réduire au rouge par l'hydrogène et peser le cobalt métal.

En présence des sels ammoniacaux on devra précipiter le cobalt par le sulfhydrate d'ammoniaque, recueillir le précipité de sulfure et, après

lavages à l'eau chargée d'acide sulfhydrique, le redissoudre dans l'eau régale et précipiter par l'hydrate de potasse. On peut aussi précipiter le cobalt par le nitrite de potasse en solution acétique (V. *Dictionnaire*, COBALT). Le précipité jaune d'azotite double de potasse et de cobalt est lavé avec une solution de chlorure ou d'acétate de potasse, redissous dans l'acide chlorhydrique et le cobalt précipité par la potasse.

Les sels de cobalt ne précipitant pas par l'hydrogène sulfuré peuvent être facilement séparés des métaux qui précipitent par ce réactif. Pour séparer le cobalt des métaux de son groupe on peut employer le procédé général suivant : on commence par éliminer l'acide sulfurique, s'il existe dans la liqueur par un sel de baryte ; on peroxyde le fer par l'acide nitrique ou le chlore et on neutralise par le carbonate de soude. On ajoute un excès de carbonate de baryte précipité pur ; après agitation et un contact d'une journée, le cobalt reste en dissolution avec le nickel, le zinc et manganèse tandis que le fer, l'alumine et le chrome sont précipités.

La solution contenant le cobalt peut être traitée de deux façons différentes :

1° On élimine la baryte dans la liqueur et on précipite par le carbonate de soude. On lave, on sèche le précipité et on le traite à chaud dans une nacelle de porcelaine par l'hydrogène sulfuré. Les sulfures sont traités à froid par l'acide chlorhydrique très étendu. Les sulfures de nickel et de cobalt restent seuls insolubles. On sépare les deux métaux par le nitrite de potasse qui précipite seul le cobalt ;

2° La dissolution des métaux est sursaturée par l'ammoniaque, puis additionnée de permanganate de potasse jusqu'à coloration violette persistante. On chauffe à l'ébullition pendant quelques minutes et on ajoute un peu d'acide chlorhydrique pour redissoudre l'oxyde de manganèse précipité. Après vingt-quatre heures, tout le cobalt se dépose sous forme d'une poudre cristalline rouge violet qui est du chlorure roséocobaltique ; on le lave avec un sel ammoniacal puis à l'alcool, on le dessèche à 110° et on le pèse. Il renferme alors 22,761 0/0 de cobalt. — A. D.

• * **COCHINCHINE.** — V. INDO-CHINE.

• * **COIGNET**, ingénieur-constructeur, mort en 1888, s'est fait connaître de bonne heure par des inventions ou des modifications très utiles apportées à la chimie industrielle. Son invention la plus connue est l'application du phosphore rouge amorphe, transformation du phosphore blanc vénéneux, aux allumettes suédoises, qui ne peuvent, de cette façon, s'allumer sans le contact d'une composition spéciale. Ces allumettes de sûreté ont été appelées *suédoises*, et c'est Coignet qui, le premier, a installé une usine pour cette fabrication. On doit aussi à Coignet d'importants travaux et améliorations sur la fabrication des colles et gélatines, qui ont permis des économies notables de fabrication, et les procédés de fabrication des ciments à prise lente et des bétons agglomérés qui sont aujourd'hui d'un usage universel. Il a lui-même construit avec des matériaux semblables les ponts-supports de la Vanne et le phare de Port-Saïd. Non content de s'appliquer aux perfectionnements industriels, Coignet avait dépensé beaucoup d'efforts et même d'argent, pour l'avancement des idées économiques et sociales qu'il a eu la satisfaction de voir triompher en partie.

• * **COLLIMATEUR.** *T. de phys.* Instrument destiné à envoyer dans une direction déterminée des rayons parallèles. Il se compose essentiellement d'une lentille convergente au foyer de laquelle on place une source lumineuse. Une lunette ordinaire éclairée par l'oculaire fournit un bon collimateur pourvu qu'on ait réglé la position de l'oculaire de manière que les rayons sortants de l'objectif ne soient ni convergents, ni divergents. Le collimateur sert dans toutes les expériences de physique où l'on a besoin d'un faisceau de rayons parallèles. Il peut aussi constituer une mire excellente. Il est très souvent employé pour cet objet en astronomie.

• * **COLLIMATION.** *T. de phys. et astr.* 1° Nombre qu'on lit sur le limbe d'un cercle divisé quand la lunette occupe une certaine position particulière. *Collimation zénithale*, nombre qu'on lit quand la lunette est dirigée au zénith ; *collimation polaire*, quand la lunette est dirigée vers le pôle céleste. || 2° Déviation de la lunette méridienne tenant à ce que l'axe optique n'est pas exactement perpendiculaire à l'axe de rotation. — V. *Dictionnaire*, CERCLE MÉRIDIEN.

• * **COLOMBIE.** L'Etat de Colombie est situé dans la partie nord de l'Amérique du Sud ; il emprunte aussi une partie de l'Amérique centrale, c'est l'ancien Etat de Nouvelle-Grenade. A la suite de la guerre civile de 1884-1885, et d'après la constitution de 1886, la Colombie est constituée en Etat centralisé et unitaire, divisé en neuf départements correspondants aux anciens Etats fédérés ; le président est élu pour six ans, la capitale est Bogota, dans le département de Cundinamarca.

Superficie et population.

Départements	Kilomètres carrés	Habitants
Antioquia	59.000	463.667
Bolivar	70.000	323.097
Boyaca	86.300	516.940
Cauca	666.800	468.000
Cundinamarca	206.400	537.658
Magdalena	69.800	127.000
Panama	82.600	221.499
Santander	42.200	440.486
Tolima	44.750	305.185
Totaux	1.327.850	3.403.532

La population doit avoir atteint actuellement bien près de 4,000,000, car ce recensement date de près de vingt ans pour quelques-unes des provinces, et l'Etat est en voie d'accroissement assez rapide.

Le budget, pour la période 1890-1891, est fixé à 19,540,000 pesos (48,850,000 francs) en recettes, et à 24,500,000 pesos (62,250,000 francs) en dépenses (le pesos vaut environ 2 fr. 50).

La situation financière est donc très peu satisfaisante, aussi la dette est-elle relativement fort élevée. Dette extérieure, près de 2,000,000 de livres sterling avec intérêts depuis 1879, dette intérieure 11,000,000 de livres ster-

ling, et, en outre, 12,000,000 de livres sterling de circulation de papier-monnaie. La dette étrangère s'élève actuellement avec les intérêts arriérés à 2,878,000 livres sterling.

Le commerce général est actif, et en progression sensible. L'importation (en pesos or de 5 francs) était en 1887 de 8,919,000; l'exportation de 12,037,000 pesos. En 1888, dernière statistique connue, les importations atteignaient 10,642,000 pesos, les exportations 12,000,000. Les articles d'exportation les plus importants sont en première ligne le café, puis les produits miniers; viennent ensuite les produits d'élevage, surtout les peaux de bœufs, le tabac, les noisettes de terre, le caoutchouc, le cacao, le quinquina ; à l'importation, tous les produits manufacturés, principalement les articles d'habillement et la quincaillerie.

La Grande-Bretagne tient près de la moitié du commerce d'importation, et le tiers des exportations. Viennent ensuite, aux importations, la France, l'Allemagne, les Etats-Unis d'Amérique; aux exportations, les Etats-Unis, pour une somme supérieure même à l'Angleterre, l'Allemagne et la France.

Le mouvement des ports a été en 1888, de 557 vapeurs pour un tonnage de près de 700,000 tonnes, et 215 voiliers pour 20,562 tonnes. 342 kilomètres de chemins de fer sont en exploitation, et 3,771 kilomètres de fils télégraphiques.

La situation financière déplorable de l'Etat de Colombie peut être modifiée prochainement par l'achèvement du canal interocéanique qui se trouve sur son territoire; le gouvernement en attend les plus heureux résultats, tant pour son budget que pour le développement du commerce et de la production nationale.

• **COLONIES ANGLAISES.** L'Angleterre est la première puissance coloniale du monde, non seulement par l'étendue et la population de ses possessions, même maintenant que leur plus beau fleuron, les Etats-Unis de l'Amérique du Nord, lui a échappé, mais par la supériorité de son système colonial, dû à une expérience éclairée, et à l'esprit qui a toujours présidé à ses expéditions en dehors de la mère-patrie. Elle a cherché dans l'agrandissement de son territoire si borné, non pas seulement une source de richesses, mais une nouvelle patrie pour ses enfants, un débouché pour ses produits, une extension de son influence, même une propagande morale et religieuse. Il y a là un but et des résultats autrement grands que ceux poursuivis par les autres nations européennes maritimes, la France exceptée.

Actuellement, les possessions anglaises comprennent les pays et établissements suivants :

	Kilomètres carrés	Habitants	Habitants par kilom. car.
En Europe :			
Gibraltar	5	18.464	3,693
Malte	322	160.679	499
Total	327	179.143	
En Asie :			
Chypre	9.312	186.173	20
Inde anglaise	2.249.233	199.043.492	88
Etats indigènes de l'Inde (protectorats)	1.520.387	56.604.371	37
Haut-Bârma	492.000	5.000.000	10
Ceylan	63.976	2.862.990	43
Iles Andamanes	6.495	1.4628	2
Iles Nicobares	1,771	5.500	»
Straits Settlement (Indo-Chine)	3.742	55.2000	147
Malacca (protectorat)	63.870	357.000	6
A reporter	4.410.786	264.626.154	
Report	4.410.786	264.626.154	
Hong-Kong	83	212.951	2,566
Bornéo (protectorat)	220.000	600.000	2.6
Labouan	78	5.883	75
Iles Kuria-Muria	54	34	0.6
Aden	171	34.711	203
Périm	11	149	12
Kamaran	166	»	»
Iles de Keeling et Christmas	124	400	3
Total	4.631.473	265.480.282	
En Océanie :			
Nouv. Galles du Sud	800.730	1.085.740	1.3
Ile de Norfolk	44	741	17
Ile Lord Howe	8	65	8
Victoria	227.610	1.090.869	4.8
Queensland	1.730.630	387.463	0.2
Australie méridionale	2.339.775	318.308	0.15
Australie occidentale	2.527.530	42.137	0.02
Tasmanie	68.309	146.149	2.1
Nouvelle-Zélande	269.957	607.380	»
Nouvelle-Guinée	229.100	137.500	0.6
Iles Fiji	20.843	124.658	6
Iles de Cook (protect.)	368	7.400	20
Population indigène	»	97.000	»
Total	8.214.904	4.045.410	
En Afrique :			
Le Cap	563.150	1.377.213	2.5
Poudoland (protect.)	40.000	150.000	»
Basoutoland	25.175	128.176	5
Natal	48.560	481.361	9.9
Zoulouland	21.290	»	»
Betschouanas (prot.)	477.800	183.000	0.4
Walfish-Bay	1.250	800	0.7
Sierra-Léone	2.600	60.546	23
Gambie	179	14.150	79
Côte-d'Or	76.145	1.405.450	18
Lagos	2.768	87.165	31
Sainte-Hélène	123	5.300	43
Ascension	88	300	3.4
Tristan-d'Acunha	116	94	0.9
Maurice	2.655	468.263	139
Socotra	3.577	10.000	3
Total	1.265.478	4.271.718	
En Amérique :			
Dominion of Canada	8.822.583	4.816.149	0.5
Terre-Neuve	110.670	193.121	1.8
Labrador	310.000	4.211	0.1
Bermudes	50	15.534	311
Honduras	19.585	27.668	1.4
Iles de Bahama	13.960	48.000	3.4
Iles du Turc et Caïcos	575	4.732	8.2
Jamaïque	10.859	607.798	56
Iles Cayman	584	3.065	5
Iles du Vent	1.827	124.348	68
Barbade	430	180.000	418
Iles sous le Vent	1.720	156.826	91
Trinité	4.544	189.566	42
Guyane anglaise	221.243	277.038	1.3
Iles Falkland	12.532	1.843	0.1
Total	9.531.162	6.649.900	

Soit, pour les cinq parties du monde, et en dehors du groupe uni de la Grande-Bretagne et Irlande, 23,645,000 kilomètres carrés, et 280,630,000 habitants, puissance

formidable si elle était réellement sous la dépendance étroite du gouvernement central. Mais nous allons voir qu'il n'en est rien, et que, par système autant que par nécessité, cette union de la métropole avec ces colonies si diverses d'origine, de races, de climats, de productions, de richesse, est bien plus commerciale que politique.

Système colonial de l'Angleterre. C'est un fait extrêmement curieux, que toutes les nations européennes qui ont, aux XVI^e^ et XVII^e^ siècles, colonisé les quatre parties du monde, ont su trouver chacune les contrées où leurs aptitudes et leurs caractères particuliers pouvaient le mieux trouver emploi utile. Ainsi les Hollandais et les Portugais ont surtout fondé des comptoirs ou des exploitations régulières dans des pays riches, peuplés, bien cultivés, aptes à produire sans l'intervention des Européens les denrées de haut prix; les Espagnols, moins commerçants et plus impatients d'arriver vite à la fortune, sans scrupule des moyens, ont recherché les pays miniers, où ils pouvaient arracher de force l'or ou l'argent aux souverains qui les avaient accumulés dans leurs palais, ou bien faire travailler à leur compte les Indiens et les nègres; enfin les Anglais, avec leur bon sens pratique, préférèrent les vastes déserts fertiles, où tout était à créer, mais où l'on n'avait pas à craindre de voisins gênants. Aussi leur développement colonial, plus lent, a-t-il été plus sûr, et on a vu beaucoup moins, chez eux, de ces prospérités inouïes, mais éphémères, où les fortunes s'élevaient et disparaissaient avec une égale facilité, créant tour à tour des excès ou des désastres incompatibles avec la bonne direction d'une société.

C'est aussi que les premiers colons anglais ne furent ni des aventuriers comme les Espagnols, ni des marchands comme les Hollandais; ils étaient avant tout travailleurs, ouvriers des champs ou artisans, poussés hors de la mère patrie par les difficultés de l'existence dans un pays trop peuplé. C'est le phénomène qui se produit de nos jours en Allemagne, avec tant d'intensité, mais avec cette différence très importante, que le déversement s'étant fait dans des régions désertes, la patrie d'origine n'en a pas perdu tous les résultats politiques, au moins pendant longtemps. L'Amérique du Nord, si bien située, douée des ressources les plus diverses et se prêtant admirablement à la navigation, devint pour ces colons une terre promise, où le blé, le coton, le fer et la houille, les bois de construction, furent pour eux une source de richesses extraordinaires. De plus, les colonies nouvelles ne se trouvèrent pas placées, comme ailleurs, sous une dépendance étroite et souvent tyrannique, de la métropole; la colonisation fut libre, l'administration des pays nouveaux fut laissée à leurs habitants, et aucune taxe ne fut levée sur les nouveaux sujets de la couronne. L'extension de leur commerce, en développant celui de l'Angleterre même, semblait une rémunération suffisante à la protection qu'on leur accordait, les premiers sacrifices pécuniaires ayant été presque nuls. Il y a là, et dès le début, une différence de traitement qui n'a pas peu contribué à la prospérité des établissements nouveaux.

Primitivement trois systèmes subsistèrent concurremment, en Angleterre, pour la fondation des colonies. Ou bien de riches seigneurs obtinrent la concession gratuite de vastes étendues de terre qu'ils devaient mettre en valeur par des défrichements et des travaux de viabilité, tels lord Baltimore qui exploita le Maryland (1632), Clarendon, Monk, Shaftesbury et les frères Berkerley, qui eurent la concession indivise de la Caroline, le célèbre William Penn, qui se ruina en Pensylvanie, par ses travaux de premier établissement, mais dont les héritiers se faisaient vingt ans plus tard 750,000 francs de revenu, le duc d'York qui fonda le New-York et le New-Jersey, le duc de Monmouth qui acheta le Maine et le New-Hampshire, etc. C'est ce qu'on appela les colonies de propriétaires.

Les colonies à charte furent concédées dans un intérêt commercial et de spéculation, à des associations de marchands, comme les Compagnies des aventuriers de Londres et de Plymouth, qui colonisa surtout la Virginie, la Compagnie de l'Angleterre occidentale, la Compagnie de la baie de Massachussets, enfin les colonies de la Couronne, où les émigrants furent laissés libres de s'installer sans aucun appui, et de vivre selon leurs seules ressources. D'abord rares, ces dernières furent les seules par la suite qui furent encouragées par le gouvernement, surtout en dehors de l'Amérique du Nord, lorsqu'il songea à étendre son influence coloniale.

Avant le XIX^e^ siècle, ce sont les colonies des Antilles qui rivalisent avec le continent américain; on peut juger de leur développement rapide par ces chiffres, que la Barbade, par exemple, vingt-cinq ans après son occupation, comptait 50,000 colons européens. La Jamaïque n'était pas moins prospère. L'introduction de la culture de la canne fut pendant longtemps une source importante de richesses; plus tard la concurrence d'abord d'Haïti, puis celle de Maurice et des Indes, portèrent un coup mortel à ces colonies de production, et la ruine en quelques années fut presque complète. Le rapport de la canne à la Jamaïque était tombé à la moitié environ, de 1805 à 1833, tant par suite de la concurrence que par l'épuisement du sol.

Survint, vers 1833, l'émancipation des noirs. Il fallut modifier l'outillage pour subvenir au manque de bras, construire des chemins de fer pour les transports devenus impossibles à dos d'homme, et recourir à des procédés de culture nouveaux. Les propriétaires anglais se soumirent courageusement à ces sacrifices et parvinrent à conjurer une crise plus grande, surtout avec l'appoint des coolies hindous. La Barbade, la Jamaïque, la Trinité, la Guyane, Maurice, reçurent en vingt ans, de 1833 à 1855, 235,000 immigrants. Grâce à ces efforts, l'exportation reprit une nouvelle vigueur et ces colonies anglaises, sauf peut-être la Jamaïque, sans retrouver les beaux jours du siècle précédent, ont cependant acquis de nouveau une place satisfaisante dans le commerce d'outre-mer.

L'ensemble de ces îles comprend les Bahama, Turk-Island, la Jamaïque, Sainte-Lucie, Saint-Vincent, la Barbade, Grenade, Tabago, l'île de la Vierge, Saint-Christophe, Nevis, Antigoa, Montserrat, la Dominique, la Trinité, auxquelles on ajoute, dans la même région, la Guyane anglaise, qui, avec ses 300,000 habitants, ne doit pas être négligée, et le Honduras. La Jamaïque d'abord, puis la Guyane, la Barbade et la Trinité sont de beaucoup les plus importantes. Le développement de la Trinité a été très rapide dans ces dernières années. La Jamaïque au contraire a subi une crise dont elle ne s'est pas encore entièrement relevée, malgré ses efforts et une augmentation considérable de sa dette, doublée en quinze ans (1,581,000 livres sterling en 1888); la Trinité a aussi une dette importante (552,000 livres sterling en 1888), mais qui lui a davantage profité.

Le total des importations pour les Antilles en 1888 s'est élevé à 5,733,674 livres sterling, plus 1,586,000 pour la Guyane. La Jamaïque entre dans ce total pour 1,695,000, en augmentation notable sur les années précédentes, qui étaient en déficit, néanmoins elle n'est pas revenue même aux chiffres de 1876; la Trinité pour 1,943,789 (en diminution sur les chiffres de 1879 à 1886), la Barbade pour 1,058,491. Les principaux articles sont, par ordre d'importance : les cotons manufacturés, la farine et le blé, le poisson séché ou salé, la mercerie, la quincaillerie, le riz, les chaussures, les bières, les couleurs, les meubles, les lainages, les savons, etc.; la Trinité reçoit plus spécialement des viandes conservées.

Le total général des exportations a été, en cette même année de 6,165,348 livres sterling pour les Antilles et 2,024,733 pour la Guyane anglaise. La Trinité est en tête avec 2,132,761 livres sterling, la Jamaïque vient en-

suite avec 1,828,590, la Barbade avec 1,074,584. Les articles les plus importants sont le sucre, les bois, le café et le rhum de la Jamaïque, les fruits, les mélasses de la Barbade, qui pourtant exporte peu de rhum, le cacao de Trinité. La Guyane exporte surtout du sucre, du rhum et des mélasses.

Les importations françaises à la Jamaïque, autrefois très importantes, n'ont cessé de décroître et sont tombées à rien, de 21,000 livres sterling, en 1876, à 136 en 1888; les exportations à destination de la France ont au contraire augmenté, surtout dans ces dernières années. La situation à la Barbade paraît meilleure pour nous. A la Trinité nos importations ont suivi seulement le développement de la colonie, de 1874 à 1880, puis ont progressivement décru, tombant de 176,000 livres sterling en 1880, à 103,000 en 1888. Quant aux exportations, elles ont été croissantes jusqu'en 1884, atteignant à cette époque 803,000 livres sterling; elles étaient, en 1888, à 234,200 seulement.

Le commerce de ces îles est presque entièrement aux mains des Anglais et des Américains. Avec la Guyane, la France n'entretient pour ainsi dire aucune relation.

Dans le chiffre du commerce du monde entier, il importe de remarquer que les Antilles, autrefois à la tête, ne viennent plus maintenant que dans un rang médiocre, et leurs échanges avec la métropole ne représentent qu'un centième de son commerce général; qu'est-ce auprès du Canada, du Cap, de l'Australie et de l'Inde?

Canada. Le Canada, lors de la conquête par l'Angleterre sur les colons français, qui l'avaient déjà défriché en partie, comprenait 60,000 habitants; dès les premières années de ce siècle un courant important d'émigration s'établit en même temps que la population s'augmentait par une remarquable natalité; mais, comme les terres furent mises à prix à des taux relativement élevés, les émigrants furent presque tous des hommes de la classe moyenne, ayant déjà des moyens d'existence, et l'état social, surtout la moralité, fut toujours supérieur à celui des autres colonies analogues.

Le tableau suivant donne l'accroissement de la population pour les deux provinces du haut et bas Canada : celui-ci habité de longue date par les colons français, et moins favorisé par l'immigration, comme ayant moins de terres en friches à offrir.

Population.

Années	Bas-Canada	Haut-Canada	Total
1763	70.000	12.000	82.000
1814	335.000	95.000	430.000
1831	512.000	260.000	772.000
1851	890.000	952.000	1.842.215
1861	1.110.000	1.395.000	2.505.702
1871	»	»	2.812.367
1881	1.359.000	1.923.000	3.282.000

Comme on le voit, le haut Canada, dès 1861, a dépassé son aîné, et la progression a été depuis très rapide; est-ce pour moins faire ressortir cette différence, que les statistiques de 1871 n'ont pas fait ressortir les chiffres pour les provinces séparément? Il est juste de dire qu'entre 1861 et 1871 était survenue la loi du 29 mars 1867, qui a constitué le Haut et le Bas-Canada en union avec la Nouvelle-Ecosse et le Nouveau Brunswick, sous le nom de *Dominion of Canada*. Cette nouvelle organisation, qui réduit la domination de l'Angleterre à un simple contrôle, à un protectorat nominal, a profité grandement aussi bien à l'union canadienne qu'à la métropole, le tableau suivant en fait foi :

Années	Importat. d'Angleterre	Exportation du Canada à destin. d'Angleterre
1866	170.751.000	171.732.000
1878	207.000.000	251.000.000

Depuis lors, le *Dominion* s'est adjoint les territoires pleins d'avenir du Manitoba, qui depuis 1881 a presque doublé sa population, de la Colombie britannique, du North West Territory, l'île de Vancouver et l'île du Prince Edouard. Le Manitoba, d'une fécondité extraordinaire produit surtout les superbes moissons qui ont contribué à ruiner dans la vieille Europe la culture du blé; la Colombie est couverte de forêts et de placers d'or, le Nord-Ouest est surtout connu par son exportation de pelleteries, mais a déjà une importance agricole qui deviendra sans doute son réel avenir.

Dans toute son étendue actuelle, le *Dominion of Canada* comprend 8,822,000 kilomètres carrés et une population d'environ 5,000,000 d'habitants. Les derniers chiffres détaillés remontent à 1881.

Provinces	Kilomètres carrés	Population en 1881	Habitants par kilom. car.
Ontario.	374.499	1.923.228	6
Québec.	500.769	1.359.027	3
Nouveau-Brunswick. .	70.761	321.233	4.5
Nouvelle-Ecosse. . . .	56.281	440.572	8
Manitoba.	190.927	65.954	0.3
Prince-Edouard. . . .	5.524	108.891	20
Colombie britannique.	1.010.949	49.459	0.05
Territoire North-West	6.612.873	56.446	0.01
Totaux	8 822.583	4.324.810	0.5

Cette étendue est d'environ vingt fois l'étendue de la France.

Le nombre des Indiens est évalué à 125,000.

Avant de passer aux détails statistiques sur la situation actuelle du Canada, nous allons citer d'après le livre de M. Paul Leroy Beaulieu : la *Colonisation chez les peuples modernes*, quelques chiffres comparatifs qui feront davantage ressortir le développement de la colonie. Au 31 décembre 1867 le Dominion comptait 2,477 milles de chemins de fer ayant coûté près de 155 millions de dollars à établir, transportant 2,849,000 voyageurs et 2,430,000 tonnes de marchandises, faisant une recette brute de 11,845,377 dollars et un bénéfice net de 3,600,000 dollars. En 1878 l'étendue des voies ferrées était de 5,915 milles, soit 9,500 kilomètres environ. La valeur totale des importations en 1870 était de 15,102,498 livres sterling, celle des exportations de 14,298,858. En 1878 les importations se sont élevées à 19,392,039 livres sterling, soit 485,000,000 de francs; les exportations à 17,698,866 livres sterling, soit 443,000,000 de francs. Le mouvement de la navigation, entrées et sorties, comprenait en 1860 : 4,400,000 tonnes, en 1870 : 5,000,000, en 1878 : 6,684,000.

Sur les 4,324,000 habitants du Dominion, il y avait, en 1881, au dernier recensement :

Habitants d'origine française . . .	1.298.929
Irlandais	957.403
Anglais	881.301
Ecossais.	699.863
Allemands.	245.319
Hollandais	30.412
Nègres	21.394

Les autres nations sont à peine représentées.

Immigration : 1881, 47,991 ; 1882, 212,458 ; 1883, 133,624 ; 1884, 103,824 ; 1885, 79,169 ; 1886, 69,152 ; 1887, 84,526 ; 1888, 88,766. On voit que le mouvement s'est régularisé dans ces dernières années.

La ville de Montréal a atteint 200,000 habitants, Toronto, 140,000, Québec 75,000. Comme exemple d'accroissement rapide on cite Winnipeg, qui a passé de 7,900 habitants, en 1881, à 25,000.

Les recettes et dépenses brutes s'élèvent à 68,000,000 de dollars ; les douanes rapportent à elles seules 22,000,000 de dollars, l'accise 6,000,000, les postes 2,379,000, les travaux publics, 3,556,000 ; la vente et le revenu des terres publiques ne produit plus que 200,000 dollars.

La dette publique s'élève à 234,000,000 de dollars et réclame par an 12,000,000 pour les intérêts ; les provinces reçoivent 4,000,000 de subvention, les sauvages 1,000,000, les chemins de fer autant, sans compter plus de 2,000,000 de travaux publics et 2,800,000 dollars de construction de chemins de fer et canaux pour le compte du gouvernement.

Les vaisseaux entrés et sortis ont été au nombre de 31,000 pour 9,197,803 tonnes en 1888, dont 5,188,712 tonnes au compte de l'Angleterre seule ; ces chiffres en augmentation très marquée sur les années précédentes.

Le total des importations a été de 22,786,000 livres sterling, en diminution, les exportations de 18,534,863 livres sterling, chiffre stationnaire un peu inférieur même aux années 1881-1885.

Les principaux articles ont été à l'importation, tout d'abord les laines manufacturées pour 1,900,000 livres sterling, les cotons bruts et manufacturés pour 1,500,000, les charbons et cokes pour 1,864,000, le blé pour près de 1,000,000, sans compter 124,000 livres sterling de farine, les thés, les sucres, les fers et aciers, surtout la quincaillerie et les machines et matériel de chemins de fer, puis les soies et satins, les cuirs et les peaux, les tabacs, etc.

A l'exportation : les bois de construction, surtout les pins et sapins, ceux-ci à eux seuls pour 1,500,000 livres sterling ; les fromages pour près de 2,000,000 ; le blé pour 1,318,000, l'orge et le seigle 1,334,000 ; la farine pour 329,000 ; les œufs pour 436,000 (14,000,000 de douzaines) ; 20,000 chevaux pour 526,000 livres sterling, 395,000 brebis pour 263,740 livres sterling ; le poisson pour 648,000, le charbon pour 400,000, les fourrures pour la même somme.

Ce mouvement commercial se répartit ainsi d'après les pays de provenance et de destination :

	Importations	Exportations
Angleterre.	7.860.000	6.730.000
Etats-Unis.	9.696.000	8.008.000
Antilles	654.000	513.000
Allemagne.	660.000	39.000
France.	449.000	76.000
Chine et Japon	402.000	25.000

Au 30 juin 1888, la longueur des chemins de fer en exploitation était de 20,442 kilomètres.

Terre-Neuve. Au Canada on peut rattacher la possession de Terre-Neuve, grande île découverte par le français Jean Cabot en 1497, et peuplée de 200,000 habitants vivant surtout des produits de la pêche. Cette région de l'Atlantique est sillonnée par les bancs de morues, et possède en outre une énorme quantité de homards. On sait que la France a là certains droits de pêche et d'atterrissement qui ont soulevé à plusieurs reprises de grandes difficultés diplomatiques.

Le mouvement de navigation de Terre-Neuve est très important. Le tonnage des navires de toutes nations, entrés et sortis, représente un total de près de 600,000 tonnes ; les importations se sont élevées pour 1888 à 1,562,769 livres sterling, portant principalement sur les tissus pour près de 1,000,000, la farine pour 265,000, les mélasses pour 73,000, le porc salé 58,000, le beurre, 49,000, le charbon, 43,000, les cuirs et peaux 41,000, le sel 31,000. Les exportations ont atteint le chiffre de 1,372,000 livres sterling, presque uniquement en produits de la pêche : morue séchée pour 953,000 quintaux et 871,000 livres sterling, huiles de poissons pour 63,000 livres sterling, peaux et chiens de mer.

La France n'est guère représentée dans ce commerce général que par un trafic insignifiant avec l'île Saint-Pierre. A l'importation, l'Angleterre, le Canada et les Etats-Unis devancent de beaucoup les autres pays. Les principales exportations sont à destination de l'Angleterre, du Brésil, du Portugal, de l'Espagne et du Canada.

Le Cap. Le Cap, colonisé par les Anglais dans les mêmes conditions que le Canada, c'est-à-dire après une conquête sur les colons primitifs qui étaient Hollandais, a beaucoup perdu de son importance commerciale, depuis l'ouverture de la route de Suez, mais cette station, avec le Natal qui lui est adjoint, est devenue un centre agricole exceptionnellement doué, car il produit en abondance le blé, le vin, le bétail, la soie, les fruits, et tous les produits tropicaux, et possède en outre des mines de diamant réputées très riches, du cuivre et du guano.

La colonie du Cap est d'une étendue à peu près égale à celle de la France, le Natal est beaucoup plus petit, et, de plus, peuplé pour une majorité considérable par l'élément noir ; au Cap au contraire, les blancs dépassent de plus de la moitié les individus de couleur, qui, en outre, n'appartiennent pas à la même race, les Cafres, les Hottentots et les coolies atteignent des chiffres considérables.

Les revenus bruts de la Colonie ont subi un accroissement énorme en dix ans, s'élevant de 1,588,000 livres sterling en 1878, à 3,426,362 en 1888. Les dépenses ont été longtemps supérieures aux recettes, aussi la dette s'est elle accrue dans une proportion plus grande encore, passant de 2,484,000 livres sterling en 1874, à 7,449,000 en 1878, à 22,518,000 en 1887. Il existe en 1888 un léger excédent qu'on a appliqué à l'amortissement.

Les navires entrés et sortis représentent en 1888 2,080,677 tonnes, en augmentation continue ; l'année 1878 n'accusait que 1,138,000 tonnes.

Les importations, qui s'étaient maintenues longtemps au chiffre de 4,500,000 livres sterling, sauf pendant les années 1879-1882, où elles avaient atteint 6,000,000 et même 7,500,000, ont baissé pendant les années suivantes, pour remonter brusquement à 6,000,000 en 1888. On y relève surtout les cotons manufacturés, la quincaillerie et le matériel agricole, les modes et la mercerie, les laines manufacturées et en général les objets d'habillement ; les sucres, le café, le charbon, le papier, les draps, les bières, les sacs de toute sorte ; enfin une entrée d'or de 1,280,000 livres sterling, et d'argent pour 55,000.

L'exportation pour 8,964,000 livres sterling, est surtout alimentée par les pierres précieuses et les diamants, qui représentent 3,841,000 carats et 4,000,000 de livres sterling. Viennent ensuite la laine pour 2,181,000 livres sterling, les minéraux pour 856,000, les plumes d'autruche pour 347,000, les poils angora pour 305,000, les peaux pour 109,000. Les soies, autrefois la richesse du pays, ne figurent plus que pour 18,000 livres sterling.

Le commerce général est presque uniquement aux mains de l'Angleterre ; la France n'y figure que pour 14,905 livres sterling à l'importation et 221 à l'exportation. L'Allemagne, soutenue par l'émigration de ses nationaux, entretient encore un trafic d'environ 200,000 livres sterling,

Le Natal importe pour 2,890,000 livres sterling, où nous trouvons en première ligne les effets d'habillement,

modes, cotons manufacturés et couvertures, les cuirs, les machines et matériel des chemins de fer; il exporte pour 1,417,000 livres sterling, principalement de l'or pour 391,000, de la laine pour 745,000, et des sucres. La France n'est même pas représentée dans ce mouvement.

Australie. On est convenu de voir dans l'Australie, ou plutôt l'Australasie, qui comprend toutes les stations anglaises de l'Océan Pacifique, le chef-d'œuvre de la colonisation moderne. La terre est médiocre, les conditions climatériques défavorables, la sécheresse étant la condition ordinaire de ces régions, les premiers établissements déplorables, car ils étaient composés de dépôts pénitenciers, et néanmoins en cent ans, la colonie est parvenue à l'état de prospérité inouï que nous allons exposer. C'est, en effet, en 1790 que le premier convict libéré prit à charge une concession agricole. En 1793 le gouvernement achetait des grains aux colons, en 1802 on fondait un journal, en 1807 Sidney commençait à exporter de la laine mérinos; cette production passait de 100,000 livres sterling en 1820, à 3,500,000 livres en 1830, à 7,000,000 en 1840. La richesse s'accroissait davantage, proportionnellement, que la population, aussi celle-ci était-elle fort aisée, et de plus, le pays ne produisant guère que les matières premières, les importations d'Angleterre étaient énormes.

En 1851, la découverte de mines d'or donna une prospérité plus grande encore à la colonie, surtout à Melbourne qui, partie de quelques milliers d'habitants, atteignit presque aussitôt le chiffre de 200,000. En dix ans, plus de 500,000 émigrants arrivèrent d'Angleterre, la plupart sans aucune ressource et sans grand désir de travailler; aussi est-ce aux Chinois que les propriétaires de mines eurent recours le plus volontiers, pour suppléer au manque de bras. Il s'en suivit un dépeuplement des districts agricoles, au profit des régions minières. Mais depuis, les déceptions nombreuses ont contribué à rétablir l'équilibre, et l'afflux d'émigrants a assuré davantage encore les résultats de la colonisation purement commerciale et agricole, principalement dans le Sud. Le développement de l'Australie, tant en population, qu'en transactions extérieures, a été considérable de 1851 à 1861, s'est seulement maintenu de 1861 à 1871, et a repris depuis un mouvement ascensionnel plus sage, mais continu. Durant les mêmes périodes, l'exportation des métaux précieux a suivi d'abord la même progression, pour diminuer assez brusquement, tandis qu'au contraire la production agricole s'élevait très rapidement, et conservait des tendances à un accroissement constant.

Exportations des métaux en livres sterling (Australasie).

	1851	1856	1860	1870	1878
Nouvelles-Galles du Sud.	468.336	156.151	1.884.297	1.892.511	1.810.667
Victoria	438.777	12.929.818	9.191.725	6.704.682	3.897.055
Australie du Sud	10.000	88.168	1.420	84.617	116.265
Tasmanie	»	21.025	460	18.475	74.124
Nouvelle-Zélande	»	30.000	17.585	2.175.290	1.359.497
Queensland	»	»	14.576	489.751	1.619.563

L'année la meilleure a été 1853 avec un rendement de 350,000,000 de fer. En 1884 la production n'a pas dépassé 145,000,000 de fer. L'or extrait en trente-cinq ans peut être évalué à 8,000,000,000, dont la presque totalité a été extrait dans la seule colonie de Victoria. On comprendra à quel point une telle masse de numéraire jetée dans la circulation, a pu modifier les conditions économiques.

L'Australie de l'Ouest n'a jamais eu de productions minières.

Après cet exposé rétrospectif, on pourra se rendre compte du développement de la colonie par les chiffres que nous fournissent les dernières statistiques.

Population.

Colonies	Kilomètres carrés	Population en 1888
Nouv.-Galles du Sud.	800.730	1.085.740
Victoria.	227.610	1.090.869
Queensland	1.730.630	387.463
Australie du Sud. . .	2.339.775	318.308
Australie de l'Ouest. .	2.527.530	42.137
Tasmanie..	68.309	146.149
Nouvelle-Zélande. . .	269.957	607.380
Indigènes.	»	96.969
Totaux. . . .	7.964.541	3.775.015

Victoria, la Tasmanie, la Nouvelle-Zélande sont proportionnellement plus peuplés. Partout la population masculine l'emporte de beaucoup. Melbourne est la ville à plus peuplée. En 1881 elle comptait 282,000 habitants, et 391,546 en 1887; Sidney 348,000, Adelaïde 111,300. On trouve ensuite un certain nombre de villes comptant de 20,000 à 40,000 habitants. Celle dont l'accroissement récent a été le plus rapide est Brisbane, qui passe de 31,000 habitants en 1881 à 55,000 en 1887.

Les recettes totales se sont élevées à 27,272,918 livres sterling, les dépenses à 26,868,863. La dette était à la même époque de 169 000,000 de livres sterling. La proportion atteint le chiffre énorme de 822 francs par habitant, mais on supporte facilement cette charge, pour le moment, et l'avenir a été fortement escompté.

Le mouvement des ports a été le suivant :

	Entrées et sorties	
	Navires	Tonnages
Nouv.-Galles du Sud.	5.987	4.765.419
Victoria.	5.354	4.307.883
Queensland.	1.864	1.096.229
Australie du Sud . . .	1.988	1.973.651
Australie de l'Ouest. .	529	812.393
Tasmanie.	1.565	776.278
Nouvelle-Zélande. . .	1.384	1.057.913
Totaux.	18.611	14.689.766

Importations et exportations par colonie en 1888, y compris les métaux précieux, en livres sterling (V. le tableau en tête de la page 567).

L'article d'exportation le plus important est la laine, il présente pour l'ensemble de l'Australie un total de 22,749,000 livres sterling, en 1887.

A l'importation, on remarque surtout les draperies et articles d'habillement, les machines et matériels, les grains et farines, les sucres, le thé, la bière, les bois de construction, le papier, les minerais de cuivre; à l'exportation, outre les laines, l'or, le charbon, les bestiaux

	Importations	Exportations
Nouv.-Galles du Sud.	20.885.000	20.859.000
Victoria.	23.972.000	13.853.000
Queensland	6.646.000	6.126.000
Australie du Sud.. . .	5.413.000	6.984.000
Australie de l'Ouest. .	666.000	605.000
Tasmanie.	1.600.000	1.333.009
Nouvelle-Zélande. . .	5.941.000	7.767.000
Totaux.	65.123.000	57.527.000

vivants ou morts, et les suifs, l'étain en lingots, le cuivre raffiné, la soie, le thé; la Nouvelle Zélande a aussi une exportation notable de phormium, plante textile qui lui est spéciale.

L'Angleterre prend près de la moitié des importations et plus de la moitié des exportations; les Etats-Unis, la Chine et Hong-Kong, l'Allemagne, Maurice, la Norwège, la France, à l'importation comme à l'exportation, et la Belgique à l'exportation, viennent ensuite par ordre d'importance. Voici d'ailleurs quelques tableaux qui montreront le développement de la production agricole qui sert d'aliment à cette extraordinaire exportation.

Terres ensemencées en blé, évaluation en acres (41 ares).

	1856	1866	1878
Nouv.-Galles du Sud..	106.124	175.033	233.253
Victoria	80.154	208.588	691.622
Australie du Sud . . .	162.011	457.628	1.305.851
Australie de l'Ouest. .	9.712	25.187	23.008
Tasmanie	65.731	71.348	48.392
Nouvelle-Zélande. . .	»	»	264.577
Queensland	»	2.566	9.618

En 1885, dernier chiffre connu, la récolte totale de l'Australasie atteignait 13,500,000 hectolitres de blé, et 8,000,000 d'hectolitres d'autres céréales, surtout d'avoine; venait ensuite le maïs.

Nombre de bêtes à cornes.

	1856	1867	1878
Nouv.-Galles du Sud.	2.023.418	1.728.427	2.771.583
Victoria.	646.613	650.592	1.184.843
Australie du Sud. . .	272.746	122.200	251.802
Australie de l'Ouest. .	23.207	45.962	56.158
Tasmanie	88.608	86.598	126.276
Nouvelle-Zélande. . .	91.928	312.835	578.430
Queensland	»	940.354	2.433.567
Totaux	3.146.520	3.886.968	7.402.659

En 1884, le nombre des bœufs atteignait 8,178,000 pour l'ensemble des colonies, Queensland seul entrant dans ce chiffre pour plus de la moitié; on comptait encore 1,272,000 chevaux et 939,000 porcs.

Nombre de moutons.

	1856	1867	1878
Nouv.-Galles du Sud.	7.736.323	13.909.574	23.967.053
Victoria.	4.641.548	9.532.811	9.379.276
Australie du Sud..	1.962.460	4.477.445	6.377.812
Austral. de l'Ouest	177.717	537.597	869.325
Tasmanie.	1.614.987	1.742 914	1.838.831
Nouvelle-Zélande.	990.988	8.418.579	13.069.338
Queensland. . . .	»	8.665.757	5.564.465
Totaux	17.124.023	47.284.677	61.066.100

En 1884 nous trouvons encore une augmentation sensible, soit 74,346,000 moutons pour la totalité, fournissant 223,000,000 de kilogrammes de laine excellente, produite dans des conditions exceptionnellement favorables.

Les chemins de fer en exploitation ont une longueur de 16,553 kilomètres, et 2,970 kilomètres étaient en construction en 1888.

Inde. L'Inde, la plus opulente des possessions anglaises, n'est pas à proprement parler une colonie. C'est l'administration d'un pays riche et peuplé, par un gouvernement conquérant. A l'inverse des autres contrées que nous venons de considérer, l'Inde ne reçoit guère que des Européens administrateurs ou traficants, l'agriculteur blanc est une exception, dont les résultats n'ont pas été de nature à encourager les imitateurs.

On sait que, depuis 1833, le gouvernement s'est peu à peu substitué à la Compagnie des Indes qui fut supprimée en 1859 à la suite de la révolte des cipayes. Depuis, les petits souverains qui avaient pu échapper à l'action de la Compagnie ont été réduits par la conquête ou le protectorat étroit, et toute la péninsule ainsi que celle voisine d'Indo-Chine, ont été organisées comme une vaste ferme, dont les tenanciers seraient, il est juste de le constater, encouragés à toutes les améliorations de la culture, sans être exposés à des charges nouvelles. De grands travaux publics ont été entrepris par le gouvernement anglais, qui, d'autre part, perçoit des sommes considérables, surtout par l'impôt foncier.

Il est néanmoins curieux de constater que l'Inde, qui a coûté des sacrifices énormes de conquête, de police et d'administration à la métropole, est celle des colonies dont le développement a été le moins rapide et le moins profitable au commerce anglais, depuis sa colonisation. Son commerce, en effet, ne dépendait pas uniquement de la conquête et de l'occupation européenne, et bien qu'en accroissement sensible, par suite surtout de l'ouverture du Canal de Suez, il a subi à diverses époques des fluctuations très préjudiciables à la stabilité des maisons les plus honnêtement et prudemment conduites. Les importations, par exemple, étaient de 40,000,000 de livres *sterling en 1860*, de 49,000,000 en 1865, de 46,000,000 seulement en 1870, de 58,000.000 en 1878, de 72,000,000 en 1887.

Les exportations, qui avaient été favorisées d'ailleurs pendant quelques années par la guerre de sécession aux Etats-Unis, ont été longtemps sans retrouver les totaux de 1865. D'autre part si les revenus avaient augmenté d'un sixième pendant la période de 1870 à 1878, la dette publique avait triplé, et encore faudrait-il pouvoir faire entrer en ligne de compte les énormes sacrifices en hommes et en argent exposés par l'Angleterre, pour amener l'Inde au point actuel.

En 1888 les recettes étaient de 78,759,000 livres sterling en augmentation, les dépenses de 80,788,000, ce qui dénote une situation défavorable. Le rapport des douanes a baissé depuis quelques années. La dette publique s'élève à 191,945,000 livres sterling, contre 142,460,000 seulement en 1878. Le mouvement de la navigation est assez satisfaisant; la progression est lente, mais continue; le tonnage atteint 622,000 tonnes.

Les villes les plus importantes sont: Bombay, 773,196 habitants, Calcutta 433,000, avec ses faubourgs 766,000, Madras 405,000, Hyderabad 354,000, Lucknow 261,000, Bénarès 200,000. Seize autres villes dépassent 100,000 âmes. Il est à noter que les contrées agricoles du bord de la mer se dépeuplent dans une proportion encore minime proportionnellement, mais néanmoins notable : 107,000 Indous sont partis de Calcutta depuis dix ans, 22,000 de Madras, 14,000 des ports français. Leur destination était principalement les Antilles, le Cap et Natal, Maurice, les îles Fiji.

Les importations se sont élevées à 79,830,000 livres sterling en 1888, et l'exportation à 92,148,000.

Nous remarquons à l'importation, en première ligne le coton manufacturé pour 28,000,000 de livres sterling ; le matériel des chemins de fer, pour 2,500,000 livres, ce qui témoigne de l'activité des lignes nouvelles, et le fer pour la même somme, le charbon pour 1,900,000, le sucre pour 1,790,000, les soies manufacturées pour 1,682,000, auxquelles il faut ajouter 905,000 livres sterling de soies brutes, les tissus de laine pour 1,561,000, les vêtements pour 1,131,000 ; viennent ensuite, par ordre d'importance, le sel, les épices, les spiritueux, vins et liqueurs, les livres et le papier, les verreries et glaces, et le cuivre.

Le coton est encore la première marchandise d'exportation ; il figure pour plus de 20,000,000 de livres sterling, tant à l'état brut que filé ; puis nous trouvons l'opium pour 10,508,000, les grains de semences pour 9,561,000, le riz pour 7,915,000, le jute brut 7,897,000, le froment pour 7,527,000, le thé 5,473,000, les substances tinctoriales, les cuirs, les cafés, les sucres, les soies brutes et manufacturées, les huiles, les gommes et laques.

Après l'Angleterre qui prend avec ses possessions coloniales les sept huitièmes du commerce d'importation. et les 2/3 des exportations, les Etats-Unis, la Chine, la France (928,000 livres sterling), l'Italie, l'Autriche, sont par ordre d'importance les principaux centres d'importation. A l'exportation la France est en tête avec 7,239,000 livres sterling, puis viennent l'Italie, les Etats-Unis, la Belgique, l'Egypte, la Chine et l'Autriche. L'Allemagne de part et d'autre est dans un état d'infériorité complet.

Il y avait en 1889, 24,534 kilomètres de chemins de fer en exploitation, ayant transporté 103,156,000 voyageurs et 22,393,000 tonneaux, aussi l'excédent de recettes est-il très important, près de 10,000,000 de livres sterling.

Il nous reste à parler de colonies moins importantes, mais qui méritent néanmoins une étude commerciale particulière :

Ceylan se rattache géographiquement à l'Inde, mais en est séparée au point de vue administratif. Les recettes atteignent 1,091.000 livres sterling, ses dépenses 1,036,000, sa dette 2,251,906. Le tonnage des vaisseaux entrés et sortis de ses deux ports dépasse la moitié du chiffre des Indes tout entières, soit 4,145,000 tonnes en 1888.

Les importations sont de 4,145,000 livres sterling, principalement en riz pour 1,552,000 ; l'île étant très sèche n'en produit pas ; viennent ensuite le charbon 468,000 livres, ce qui s'explique parce que les ports de l'île servent d'escales de ravitaillement, les cotons manufacturés, le poisson salé ou sec, et les farines ou grains.

Les exportations consistent surtout en thé, en café, quinquinas, noix d'arec, cacaos et tabac. Ce commerce est assez actif avec la France, surtout comme importation.

De l'autre côté du golfe de Bengale, nous rencontrons les possessions d'Extrême-Orient, dans la presqu'île de Malacca (*straits settlements*) et Hong-Kong en Chine.

Les *straits setttements* ont un revenu de 578,000 livres sterling, des dépenses de 533,000, très peu de dette, un mouvement de navires colossal, grâce à la station de Singapoore (8,136,000 tonnes en 1888). Les importations ont été de 22,000,000 livres sterling, les exportations de 18,500,000. Ce commerce se fait en grande partie avec la Chine, l'Inde, les possessions hollandaises, la péninsule Malaise et Siam. L'Angleterre et l'Allemagne pour les importations, l'Angleterre et la France pour les exportations, tiennent la première place parmi les nations européennes.

Hong-Kong est le centre d'un commerce de transit assez actif, bien que l'ouverture des ports chinois ait arrêté son monopole. Le tonnage des vaisseaux entrés et sortis en 1888 dépasse 9,000,000 de tonnes.

Enfin, dans le Pacifique encore, mais d'un tout autre côté, l'Angleterre possède une île d'une merveilleuse fécondité : *Maurice*, anciennement île de France, et qui a l'importance d'une grande colonie. Ses recettes ont été de 857,000 livres sterling en 1888, ses dépenses de 777,000 ; sa dette proportionnellement est peu importante, 751,000 , en diminution notable. Ses importations ont atteint 2,660,000 livres, ses exportations 3,305,000. Principaux articles, à l'importation, le riz, pour 502,000 livres, les vins, les grains et farines, les couleurs, la quincaillerie et la coutellerie, les engrais ; à l'exportation, un seul article, pour ainsi dire : le sucre, qui chiffre par 2,887,000 livres sterling en 1888, et, dans des proportions bien moindres : les fibres d'aloès, les vanilles, le rhum, le cacao. Les importations françaises sont considérables ici ; elles suivent assez près celles de l'Angleterre.

Les autres colonies anglaises ne sont pas assez importantes pour justifier une notice spéciale.

Ainsi qu'on a pu le voir par cet exposé rapide de la situation des colonies anglaises, les résultats acquis les plus fructueux et l'avenir encore le plus beau, sont aux pays de peuplement : le Canada, le Cap, l'Australie, auxquels la mère-patrie, après avoir avancé les premières charges d'installation, en général peu importantes, n'a plus guère demandé qu'un échange commercial aussi utile à la production de la métropole qu'à celle de la colonie. Aussi voyons-nous que tout naturellement, sans pression et sans frais, pour ainsi dire, elle a accaparé le trafic du monde entier. Les importations de l'Angleterre dans ses propres colonies se sont élevées à 115,000,000 de livres sterling en 1888, et elle leur a emprunté 92,000,000 de marchandises. Cet échange colossal, et les bénéfices incalculables qu'il lui assure, est le seul revenu que l'Angleterre ait songé à retirer de son entreprise coloniale. Nous avons vu que l'Inde, soumise à un autre régime, a exigé de grands sacrifices, et on comptait qu'au commencement du siècle, deux milliards avaient été dépensés dans les Antilles, qui sont loin d'en rapporter annuellement l'intérêt. C'est un fait acquis, que la grande majorité des colonies traitées en exploitation par une nation conquérante, sont une charge pour la métropole.

Au surplus, quand les colonies, au lieu de coûter, rapportent à la mère-patrie, si elles sont en outre, suffisamment peuplées d'une race intelligente et énergique, c'est la séparation à bref délai. Le premier exemple a été donné par les Etats-Unis d'Amérique ; il a servi à l'Angleterre pour le Canada et l'Australie, à qui une demi-indépendance a été rendue, et nul doute que, dans un délai plus ou moins long, l'Inde, malgré sa différence d'origine et sa population mêlée, n'oblige l'Angleterre à réduire son action aux limites d'un simple protectorat, — C. DE M.

Colonies anglaises à l'Exposition (Les). La Grande-Bretagne n'ayant pas adhéré officiellement à l'Exposition de 1889, la participation de ses colonies a été laissée à l'initiative privée, et, chose surprenante, les colonies dont le gouvernement est indépendant n'ont pas compris leur véritable intérêt, et n'ont envoyé que des produits insignifiants, dans des pavillons indignes de ces grands pays, tandis que l'Inde était représentée par un somptueux palais.

Ainsi, on n'a pu que regretter l'abstention presque complète du Canada, qui devait, ce nous semble, plus d'égards à ses compatriotes français. C'est à peine s'il occupait quelques mètres dans le palais des industries diverses, et il était impossible de se procurer le moindre renseignement, le moindre aperçu sur le développement si extraordinaire de l'Amérique française.

Au contraire, l'Australie avait fait des efforts, qui peut-être auraient pu être plus profitables. Elle occupait une partie notable de la section anglaise au Champ-de-Mars ;

on pénétrait dans cette exposition spéciale par une porte d'or, représentant en briques dorées la quantité de métal précieux extrait dans la colonie depuis 1849, soit une valeur de plus de 7 milliards et demi, dans laquelle la seule colonie de Victoria, qui avait adhéré à l'Exposition, entre pour 5 milliards. Les murs de la section étaient ornés de peintures murales représentant des scènes de la vie en Australie, caractérisée surtout par les pâturages, les vignes et l'or; au milieu une immense carte, et çà et là des pépites d'or, en fac simile, bien entendu, quelques-unes d'une valeur de 250,000 francs et de 200,000 francs, des spécimens de divers autres minerais, cuivre, plomb et étain, un peu de charbon médiocre, qu'on trouve surtout en Queensland ; il épargne à la colonie les frais énormes de transport des charbons anglais ; des peaux et des fourrures, le kangourou et l'ému, les deux animaux particuliers à ce nouveau monde si singulier ; du tabac, des animaux et poissons empaillés, quelques pièces curieuses d'ethnographie, enfin de nombreuses et belles photographies qui relient le tout, et permettent une vue d'ensemble.

Puis il faut consacrer une grande place aux produits agricoles : la laine, principalement, celle de la Nouvelle Galles du sud et de Victoria, la viande de bœuf conservée par le froid ou autrement, la vigne, presque inconnue il y a trente ans, peu rémunératrice jusqu'en 1880, et maintenant une des grandes ressources de la colonie.

Outre une exposition au quai d'Orsay où la flore et la faune étaient très curieuses, Victoria avait encore au Trocadéro un chalet pour la dégustation de ses vins.

Au total, 71 exposants.

Le Cap en avait seulement douze, dans deux expositions distinctes. Celle du Champ-de-Mars montrait, dans un élégant pavillon, les très curieuses opérations de la recherche et de la taille du diamant dans la mine Kimberly, et des échantillons réels de pierres précieuses, d'une valeur considérable. Une seule pierre pesait 482 carats, c'est le plus gros diamant connu. L'exposition du quai d'Orsay contenait les produits agricoles, vins, laines et plumes d'autruche ; les murs étaient ornés de scènes de la vie pratique, et du panorama de la ville du Cap, par M. Pickevin.

Ceylan, avec son bar où l'on débitait ses produits, nous amenait ensuite au palais indien.

Là vingt exposants, huit indigènes, dont le principal est le rajah de Mysore, ont exposé leurs produits, produits manufacturés pour la plupart : étoffes brillantes de soie et de laine, aux couleurs chatoyantes, bracelets et pendeloques d'argent, pierres précieuses, objets divers en cuivre et en bronze, dieux dorés et peints, poteries, ivoires fouillés, coquillages de Madras, parfums mystérieux, costumes éclatants ; nous avons relevé les noms de MM. Ardeshir et Byramjée, Bigex, Liberty et C^ie^, Proster et Sumsoodin. Sous la coupole centrale, la Compagnie anglaise du *Thé de la Tour* faisait déguster ses produits, avec de petits gâteaux et des sucreries indigènes ; c'est une concurrence aux thés chinois, nous ne savons encore dans quelle proportion, mais, étant donné le patriotisme anglais, il y a peut-être là un avenir.

Cette exposition était renfermée dans un véritable bijou d'architecture, composé par M. Purdon, directeur des collections indiennes au *Kensington muséum*, et qui résumait les éléments du style primitif hindou, deux galeries rectangulaires aboutissaient à un dôme central de l'époque de la transition arabe et hindoue ; les principaux motifs de décoration, fort harmonieux, étaient empruntés aux monuments de Delhi et au palais de Pauch Mahal, élevé à Agra au XVI^e^ siècle. Au centre du pavillon, M. Joubert avait élevé, d'après un modèle du Kensington, une jolie fontaine supportée par des lions-marins, qui contribuait à faire de ce coin l'un des plus agréables de l'Exposition.

• **COLONIES ET POSSESSIONS FRANÇAISES.** SITUATION ÉCONOMIQUE. A l'heure où un immense besoin d'expansion coloniale semble travailler toutes les grandes nations européennes, et se manifeste visiblement pour chacune d'elles en raison directe de son développement économique, il serait superflu de s'attarder à démontrer l'intérêt que présente pour notre pays la possession d'un domaine extérieur en rapport avec sa situation industrielle et commerciale.

La France n'a point attendu d'ailleurs le signal donné par le vaste mouvement auquel nous assistons pour comprendre le rôle qui lui est assigné par la nature même des choses en matière de colonisation. Aussitôt qu'elle se trouva avoir réalisé intérieurement l'œuvre de son unité, elle tourna ses regards vers les horizons lointains que venaient d'ouvrir au Vieux Monde, les hardis navigateurs du XVI^e^ siècle, et se mit à jeter les fondements d'un magnifique empire colonial, qui ne devait pas tarder à égaler en importance celui de l'Espagne elle-même, la plus grande puissance coloniale d'alors. Au commencement du XVIII^e^ siècle, la France possédait, en effet, la Louisiane et le Canada, c'est-à-dire toute l'Amérique du Nord jusqu'au Mexique et à la Californie, moins les territoires anglais de la Virginie et de la Nouvelle Angleterre ; dans l'Amérique du Sud, la Guyane; aux Antilles, la moitié de Saint-Domingue, Sainte-Lucie, Saint-Vincent, Tabago, Saint-Barthélemy, la Martinique, la Guadeloupe; en Afrique, un comptoir à la Calle sur le littoral algérien, plusieurs autres sur les rives du Sénégal, Bourbon, l'île de France et Madagascar; en Asie, la plus grande partie de l'Inde, avec des traités qui nous permettaient de prendre pied en Cochinchine.

Les grandes guerres européennes où elle se trouva engagée presque sans interruption pendant tout le cours de ce siècle, ne lui permirent pas malheureusement de consacrer toutes ses forces au développement et à la conservation de ce magnifique domaine. Les plus belles de ces possessions payèrent la rançon des fautes politiques commises par son gouvernement et lui furent ravies à l'instant où elle eût pu commencer à recueillir en réalité les fruits des sacrifices qu'elles avaient coûtés.

Le Canada tomba aux mains de l'Angleterre, qui ne tarda pas à nous supplanter dans l'Inde et à profiter des événements de la Révolution et du premier Empire pour achever la ruine de notre brillante fortune coloniale.

La Restauration n'en recueillit que des vestiges épars : la Guyane, la Guadeloupe, la Martinique, Saint-Pierre et Miquelon avec les pêcheries de Terre-Neuve, les comptoirs du Sénégal, la Réunion et les quelques points dont se composent encore aujourd'hui nos possessions de l'Inde. Le Gouvernement de Juillet par la conquête de l'Algérie, l'acquisition de territoires au golfe du Gabon, sur la côte du golfe de Guinée, et de plusieurs îles autour de Madagascar et en Océanie, commença la reconstitution de notre puissance coloniale. Sous le second Empire, la Cochinchine et la Nouvelle-Calédonie s'ajoutèrent à nos possessions, tandis qu'une station était créée à Obock, et que l'habile et énergique administration de Faidherbe faisait du Sénégal une véritable colonie. Enfin, depuis une dizaine d'années, la France a étendu sa domination sur la Tunisie, le Tonkin, l'Annam et le Cambodge; elle a pris effectivement et fait reconnaître à Madagascar la situation prépondérante à laquelle lui permettaient de prétendre des droits de suzeraineté très anciens. En même temps, elle s'enrichissait dans la partie occidentale du Continent africain de nombreuses et importantes acquisitions : à ses vastes établissements du Gabon vint en effet se joindre le bassin de l'Ogooué, puis à la suite du traité de Berlin, le Congo français; d'autre part, elle occupe par ses établissements de la Côte-d'Or et du golfe de Bénin une place importante à côté des possessions allemandes et anglaises; enfin, au Sénégal elle n'a cessé d'avancer vers l'intérieur du Sou-

dan par la création de nouveaux postes sur le Haut Niger qui lui a ouvert la route de Tombouctou.

Notre pays s'est ainsi constitué un ensemble de possessions qui ne peut certes pas rivaliser d'étendue avec celles de l'Angleterre, mais dont l'importance est néanmoins considérable, et qui la met, après elle, au premier rang des puissances coloniales. D'après des évaluations qui, pour plusieurs de nos établissements n'ayant pas de limites définies, ne peuvent être qu'approximatives, notre domaine d'outre-mer mesure une superficie environ cinq ou six fois plus considérable que celle de la France continentale (plus de 3,000,000 de kilomètres carrés) et nourrit une population qu'on peut estimer à plus de 30,000,000 de personnes.

Les liens qui rattachent à la France les différentes contrées ainsi soumises à son autorité ne sont point partout de même nature. On distingue en effet les colonies proprement dites, directement administrées par la métropole dont les droits, résultant d'une cession ou d'une prise de possession complète, sont ceux d'un véritable propriétaire, et les pays de protectorat, placés sous sa dépendance par des traités qui laissent subsister dans une mesure plus ou moins large l'organisation intérieure des Etats indigènes simplement subordonnés au contrôle de la France et représentés par elle dans leurs relations extérieures. Ce dernier système, que l'on considérait naguère comme une sorte de pis aller et un acheminement vers une union plus intime rendue momentanément impossible par les circonstances, semble aujourd'hui être envisagé tout différemment. De plus en plus, on a compris les avantages qu'il offre, non seulement au point de vue même de la pacification plus rapide et de l'assimilation plus facile des populations indigènes dont il respecte mieux les habitudes et les traditions, mais aussi sous le rapport des économies qu'il permet de réaliser en laissant à la charge des pays nouvellement acquis à notre influence la plupart des dépenses de souveraineté, aussi le régime du protectorat a-t-il été, dans certains cas récents et de plus en plus fréquents, appliqué spontanément de préférence à la règle ancienne de l'annexion complète.

Cette tendance marque bien la transformation que subit de nos jours le caractère de la politique coloniale, sous l'inspiration de cet esprit moderne qui s'attache bien moins à l'extension politique d'une domination territoriale plus ou moins stérile, qu'aux résultats pratiques et positifs à atteindre dans l'ordre économique. Consacrer une somme de sacrifices pécuniaires aussi réduite que possible pour assurer une situation privilégiée à nos nationaux dans de nouveaux centres de production et d'échanges où puissent se porter utilement leurs capitaux et l'effort de leur activité, où le travail national trouve des marchés d'approvisionnement avantageux et des débouchés favorables pour l'écoulement de ses produits, créer en un mot de nouveaux éléments de richesse pour notre pays en élargissant le centre de son mouvement industriel, maritime et commercial, tel est aujourd'hui sinon tout le problème colonial, du moins un des côtés les plus intéressants et de jour en jour plus important des questions qu'il embrasse.

C'est sous cet aspect que nous avons à examiner ici le rôle et la situation des colonies et possessions françaises.

Nous laisserons de côté, dans cette étude l'Algérie, la Tunisie et l'Indo-Chine (Cochinchine, Annam, Cambodge, Tonkin) qui, par leur importance spéciale, nous ont paru mériter une place à part, et auxquelles des articles distincts sont consacrés dans le *Supplément* (V. Algérie, Indo-Chine, Tunisie). Cette réserve faite, les possessions françaises qu'il nous reste à parcourir successivement peuvent se diviser en cinq grands groupes :

I. *Etablissements de l'Inde.*
II. *Possessions d'Océanie.*
III. *Etablissements de l'Océan Indien.*
IV. *Etablissements de la côte occidentale d'Afrique.*
V. *Colonies d'Amérique.*

I. Établissements de l'Inde.

La France ne possède plus dans l'Inde que quelques territoires disséminés, souvenirs d'une domination qui s'étendait autrefois à 30,000,000 de sujets. La Compagnie française des Indes orientales, fondée par Colbert, ruinée par les guerres de la fin du XVII^e^ siècle, puis relevée par Laws fut un moment, grâce aux admirables qualités politiques et militaires de Dupleix, maîtresse d'une grande partie du Dekan et du Bengale ; mais l'insouciance du gouvernement de Louis XV laissa tomber cet immense empire aux mains de l'Angleterre. Le traité de Paris en 1763 ne nous réservait que cinq établissements et huit *loges*.

Ces *Loges*, dont les territoires ne nous appartiennent pas, ne sont que de simples comptoirs de vente, sur lesquels nous avons conservé le droit de faire flotter notre pavillon. Elles sont situées dans les villes anglaises suivantes : Mazulipatam, Surate, Calicut, Balassore, Dakka, Cassinbazar, Yougdia et Patna.

Nos cinq établissements sont ceux de Pondichéry, Karikal, Yanaon sur la côte de Coromandel, Mahé sur la côte de Malabar et Chandernagor dans le delta du Gange.

Ils représentent ensemble une superficie de 490 kilomètres carrés, et la population était, à la fin de 1888, de 183,000 habitants.

Le mouvement des échanges de ces établissements ne peut se chiffrer exactement. Les statistiques administratives ne donnent, en effet, que les résultats des importations et exportations qui se font par mer et ne comprennent pas le trafic, considérable pourtant, qui s'opère par la voie de terre, notamment à Pondichéry, avec les territoires voisins appartenant à l'Angleterre.

Quoi qu'il en soit, d'après les relevés officiels établis dans ces conditions, le mouvement total de leur commerce extérieur représente pour 1888 une valeur d'environ 26,000,000 de francs, se décomposant comme il suit :

Importations.

Marchandises venant de la France. . .	544.376 fr.
Marchandises venant des autres colonies françaises	24.430
Marchandises venant de l'étranger. . .	3.679.424
Total.	4.248.230 fr.

Exportations.

1° Produits du crû de nos établissements expédiés à destination de la France.	1.737.323 fr.
Produits du crû de nos établissements expédiés à destination des autres colonies françaises	758.695
Produits du crû de nos établissements expédiés à destination de l'étranger.	6.140.926
Total.	8.636.944 fr.
2° Marchandises provenant de l'importation réexportées à destination de la France.	8.388.346 fr.
Marchandises provenant de l'importation réexportées à destination des autres colonies françaises.	39.213 fr.
Marchandises provenant de l'importation réexportées à destination de l'étranger.	4.333.805
Total.	12.761.364 fr.

On trouvera plus loin, dans les notices que nous allons maintenant consacrer à chacun de ces cinq établisse-

ments, comment se répartit entre eux le mouvement commercial dont nous venons de donner le tableau d'ensemble.

1° *Pondichéry.* La ville de ce nom est le chef-lieu de nos possessions dans l'Inde et le centre de notre principal établissement. Elle compte 41,000 habitants, la population totale vivant sur son territoire (29,145 hectares) étant de 190,000 habitants.

Ce territoire, très morcelé, comprend un grand nombre de parcelles enclavées dans la province anglaise de Carnatic. Toute sa surface est basse et se compose d'alluvions arrosés par de nombreux canaux d'irrigation qui détournent l'eau des rivières ou amènent celle de nombreux puits artésiens creusés sur différents points.

Les deux tiers du territoire sont employés par les cultures et sont couverts de rizières, de champs d'indigotiers, de cotonniers, de bananiers, de palmiers et autres arbres.

La valeur des propriétés rurales est d'à peu près 13,000,000 de francs, dont 10,000,000 représentant celle des terres en culture.

Voici pour l'année 1888 quelles ont été les principaux produits des récoltes :

Noix de coco.	667.416	(en nombre).
Callou.	668.702	litres.
Huile de coco.	30.460	—
Huile de gengely.	14.466	—
Huile de palma-christi. . . .	513	—
Huile d'illipé.	34.998	—
Nelly ou riz en paille	4.107.932	kilogrammes.
Légumes et menus grains . .	3.683.428	—
Bétel en feuilles	44.369	paquets.
Tabac en feuilles.	1.400	kilogrammes.
Indigo.	651.600	—
Sucre	177.500	cannes.
Coton en laine.	291	kilogrammes.

La culture de l'indigo, beaucoup moins active depuis la découverte de l'aniline, a été remplacée par l'arachide qui est devenue une source de richesse pour la colonie. Indépendamment de la production locale, qu'il est difficile d'évaluer exactement, il s'importe des territoires voisins de l'Inde anglaise de grandes quantités de ces graines qui alimentent un commerce considérable d'exportation.

La ville de Pondichéry possède à elle seule toute l'industrie de l'Inde française. Elle s'est acquis une véritable renommée pour la fabrication des guinées ou étoffes de coton teintes en bleu avec l'indigo et qui se vendent sur la côte occidentale d'Afrique, surtout au Sénégal.

L'Angleterre, la Belgique et la Suisse se livrent également à cette fabrication, mais leurs produits n'atteignent pas la qualité de ceux de Pondichéry dont les eaux ont des propriétés toutes spéciales pour le lavage qui précède la teinture. Aussi plusieurs tissages français qui produisent aussi de grandes quantités de ces étoffes, notamment dans la région de Rouen et dans les Vosges, les envoient-ils à Pondichéry pour y être teintes.

On compte à Pondichéry 76 indigoteries, 81 teintureries, 2 filatures de coton. La principale usine, celle de Savana, très bien outillée et fonctionnant à la vapeur, possède 20,000 broches et 500 métiers à tisser produisant 2,500 kilogrammes de fil par jour et 23,000 mètres de toile. Elle occupe un personnel de 1,700 ouvriers et fait travailler en outre à l'extérieur 4,000 tisserands ou teinturiers.

Il existe en outre à Pondichéry plus de 280 huileries, des tanneries et quelques ateliers où s'exercent de petites industries ne travaillant guère que pour la consommation locale.

Pondichéry, raccordé depuis 1879 aux chemins de fer de l'Inde, fait avec les possessions anglaises un commerce actif. Son port, très sûr et qui pourrait avec quelques travaux devenir le meilleur de tout le golfe de Bengale, est rattaché à la métropole par le service des Messageries maritimes dont les paquebots font le voyage de Marseille en vingt-quatre jours.

C'est par ce port que se fait la majeure partie du commerce de nos établissements de l'Inde.

Ses importations se chiffrent, en effet, pour 1888, par 3,961,843 francs, dont le tiers environ représente des provenances de la métropole.

Les principaux produits qu'il en reçoit sont des vins et liqueurs, 178,000 francs, des papiers, 34,000, des conserves 26,000, tissus de coton 33,000 et de soie 14,000, des produits chimiques 15,000 et des articles de verrerie 9,500.

A l'exportation, dont le total atteint au commerce spécial 6,647,288 francs, figure une valeur de 756,658 à destination des autres colonies françaises et de 1,737,323 à destination de la France. Le principal élément de cette exportation est fourni par les guinées dont la métropole reçoit pour 1,670,000 francs environ; puis viennent les peaux de mouton pour une valeur de 61,000 francs.

Indépendamment des produits originaires de son territoire, la colonie réexpédie pour 12,500,000 francs environ de marchandises étrangères dont les deux tiers à peu près sont dirigées sur les ports français. La plus forte part de ce commerce avec la métropole consiste en pistaches décortiquées, ou en cosses, 8,000,000 de francs environ, coton, 132,000, graines de ricin et de sésame.

Le mouvement de la navigation dans la colonie s'exprime pour 1888, à l'entrée par 330 bâtiments jaugeant 370,621 tonneaux, dont 55 bâtiments français jaugeant 53,615 tonneaux; à la sortie 334 bâtiments jaugeant 368,678 tonneaux, dont 56 navires français d'un tonnage de 55,494 tonneaux.

2° *Karikal.* Cette ville, située à 140 kilomètres au sud de Pondichéry est bâtie près de l'embouchure du Cavery. Le territoire qui en dépend et sur lequel vit une population de 91,466 habitations, est de 13,515 hectares. D'une grande fertilité, il est arrosé par six petites rivières et parcouru par autant de canaux qui font naître d'abondantes moissons.

La valeur des propriétés rurales est d'environ 6,400,000 francs. Les principaux produits des cultures ont été, en 1888 :

Le riz en paille	11.518.599 kil.
Le callou.	317.400
Le bétel	66.840
L'huile d'illipé.	22.380

Il existe à Karikal une indigoterie, trois teintureries et trente-huit huileries.

Karikal n'a pour ainsi dire pas de relations commerciales directes avec la métropole. L'importation, d'une valeur d'environ 1,000,000 de francs, se compose pour les trois quarts de denrées alimentaires venant des possessions anglaises. L'exportation est de 2,000,000 de francs environ, et se compose pour les neuf dixièmes de produits du crû de la colonie, principalement du riz et des bestiaux.

Le mouvement de la navigation représente en 1888 (entrées et sorties réunies) 252,139 tonneaux.

3° *Mahé,* à 416 kilomètres à l'ouest de Pondichéry, est le centre d'un territoire de 5,909 hectares plantés de cocotiers, de poivriers, de palmiers et de rizières. La valeur des propriétés rurales est d'environ 1,900,000 francs.

Le poivre 70,000 kilogrammes, le riz en paille 123,000 kilogrammes, l'huile de coco 46,500 litres, le callou 250,000 litres, sont les principaux produits de culture.

Le commerce extérieur représente une valeur de 200,000 francs à l'importation, contre une exportation de

240,000, dont 140,000 en produits de la colonie. La France ne participe pas directement à ces échanges.

Le tonnage (entrées et sorties réunies) représente, en 1888, 3,872 tonneaux.

4° *Yanaon*, à 560 kilomètres au nord-est de Pondichéry, a un territoire de 1,429 hectares. Son sol est très fertile. Mais le commerce est paralysé par les difficultés de communication résultant de l'ensablement des côtes où ne peuvent aborder les grands navires.

Les cultures n'ont que peu d'importance, celles qui dominent sont celles du riz, du cocotier et du palmier.

Importation en 1888, 103,600 francs. Exportation 20,000 francs, dont 7,000 seulement au commerce spécial.

5° *Chandernagor*. Cette ville est située sur l'un des bras du Gange, à 28 kilomètres au nord de Calcutta auquel elle est reliée par un chemin de fer. Elle n'a qu'un territoire de 940 hectares, sur lequel il n'existe pas de culture industrielle. Chandernagor, qui fut autrefois le centre du commerce de tout le Bengale, est aujourd'hui ruiné commercialement.

II. POSSESSIONS D'OCÉANIE.

Les établissements français en Océanie peuvent se diviser en deux groupes, dont l'un à l'Ouest est constitué par la Nouvelle-Calédonie et ses dépendances; l'autre à l'Est, dont le centre est Taïti, comprend les îles de la Société, les îles Marquises, Tuamotu, Gambier, Tubuaï et Rapa.

1° *Nouvelle-Calédonie*. Occupée en 1853, cette île a été érigée quatre ans plus tard en colonie distincte. Elle a été affectée dès le début à la colonisation pénitentiaire, et a reçu en 1864 le premier convoi de condamnés.

Plusieurs groupes d'îles secondaires s'y rattachent; l'île des Pins, l'île Nou, les îles Beleps, les îles Loyalty, enfin deux îles Huon et les îles Chesterfield, arides et n'ayant qu'une très maigre végétation, mais couvertes d'une couche épaisse de guano qui a été plusieurs fois exploitée.

Les Nouvelles-Hébrides font partie des dépendances naturelles de la Nouvelle-Calédonie. Mais malgré les titres qui résultent pour la France des intérêts très importants qu'y possèdent ses nationaux, dont un certain nombre y ont établi de vastes et productives exploitations, nos droits sur ces îles sont contestés, depuis 1877, par la jalousie peu justifiée des colonies anglaises d'Australie.

Les îles Wallis ou Uvéa placées, en 1886, sous notre protectorat, ont été rattachées l'année suivante administrativement et financièrement à la Nouvelle-Calédonie.

Lors du recensement qui a eu lieu en 1887, la population de la Nouvelle-Calédonie se décomposait comme il suit :

Colons	5.585
Fonctionnaires	3.476
Indigènes (Kanakes)	41.874
Engagés, Indiens, Chinois, Néo-Hébridais	1.825
Libérés	2.515
Condamnés	7.477
Total	62.752

La superficie de la Nouvelle-Calédonie est d'environ 2,000,000 d'hectares.

Plus de moitié de cette surface est improductive.

Les forêts couvrent à peu près 120,000 hectares et fournissent des bois de charpente, de menuiserie et de constructions navales. Les essences très nombreuses et très belles présentent cette particularité remarquable d'être en général faciles à travailler. On cite parmi les plus intéressantes le tamanou, l'ébène, le chêne gomme, le santal, le bois de rose, l'araucaria, l'acacia, le niaouli, etc.

Le reste de l'île se compose de terrains utilisables soit pour la culture, soit pour l'élevage; 250,000 hectares livrés à l'exploitation, moitié par des colons libres, moitié occupé par les indigènes, 100,000 hectares appartiennent à l'administration pénitentiaire.

Dès le début de la colonisation l'industrie de l'élevage a attiré presque tous les efforts et ne tarda pas à prendre un développement qui, faute de débouchés, était bientôt devenu ruineux pour les colons. Aussi, beaucoup d'entre eux abandonnèrent-ils leurs troupeaux qui se répandaient à l'aventure dans la montagne, vivant à l'état sauvage et ravageant les plantations. Cette situation menaçait la colonie d'un véritable désastre, lorsqu'en 1887, la maison Prevet et C^ie^ entreprit de tirer parti de ces immenses quantités de bétail improductif, et vint fonder à Gomen-Ouaco une vaste cité industrielle comparable aux installations gigantesques qui existent à Chicago, pour la fabrication des conserves de viande et l'utilisation de tous les déchets. Grâce à la création de cet établissement modèle, alimenté par des abattoirs où l'on tue cent bœufs par jour, l'industrie des éleveurs groupés en un syndicat auquel des marchés à long terme assurent l'écoulement régulier de leurs animaux, est devenue l'une des sources de richesses les plus importantes de la colonie, et l'on estime aujourd'hui à plus de 120,000 têtes, le chiffre du gros bétail qu'elle nourrit.

La Nouvelle-Calédonie offre au fond des vallées de riches alluvions et sur certains coteaux des terrains faciles à irriguer et se prêtant à toutes les cultures. Le climat très-tempéré est favorable à la croissance de la plupart des légumes et des arbres fruitiers d'Europe qui viennent côte à côte avec toutes les plantes industrielles et économiques des pays chauds.

Les cultures principales sont, en première ligne, celles des haricots et du maïs qui rend jusqu'à 4,000 kilogrammes à l'hectare et peut donner deux récoltes.

L'ananas, importé de Taïti, donne d'excellents résultats et sert à la préparation d'une eau-de-vie très estimée.

La canne à sucre réussit également très bien. L'exploitation de cette plante un moment très compromise par l'invasion des sauterelles, puis par la baisse survenue il y a sept ou huit ans dans le cours des sucres, paraît tendre à se relever; elle pourrait devenir une source de grands profits pour l'île, étant données les conditions très favorables qu'y trouve cette culture; la canne y donne en effet de bons résultats, même dans les terrains médiocres, et dans les bonnes terres elle produit jusqu'à 135,000 kilogrammes de plante à l'hectare, quantité qui correspond à peu près à 7,000 kilogrammes de sucre.

Le café, le tabac, le coton, le riz, la vanille, viennent bien, mais ne donnent lieu qu'à des cultures peu importantes.

Des essais récents ont prouvé que le blé et la vigne s'acclimatent facilement et pourraient donner des résultats satisfaisants.

Le cocotier prospère dans le nord de l'île; l'huile extraite de sa noix est exportée sous forme de coprah et sert à la fabrication du savon dans les usines de Marseille. Il existe une savonnerie dans l'île. Le bancoulier fournit également une amande d'où on extrait 62 p. 0/0 d'huile siccative de bonne qualité.

La présence d'un grand nombre de richesses minérales a été reconnue dans le sol de la colonie, et l'exploitation de plusieurs gisements a été entreprise dans des conditions qui promettent à l'industrie minière un grand avenir. L'une des découvertes les plus intéressantes qu'a produites l'exploration du sous-sol a été celle des terrains houillers dont la superficie est évaluée à 50,000 hectares. On y trouve de la houille anthraciteuse propre

à la fabrication du coke ou de briquettes et des charbons gras pouvant être livrés directement à la consommation. C'est là une ressource du plus haut intérêt et qui pourra transformer les conditions actuelles de la colonie, le jour où elle sera sérieusement exploitée.

On a également relevé des gisements de manganèse de fer oxydulé, d'hématite brune d'une très grande richesse, et des roches aurifères où plusieurs filons ont même été exploités il y a une quinzaine d'années.

Mais les seules mines actuellement en activité sont des mines de cuivre, de cobalt, de nickel, de plomb argentifère et de chrome. Nous donnons ci-dessous, d'après les statistiques officielles, les résultats de l'exploitation en 1888.

	Nombre d'hectares concédés	Quantité de minerais		Teneur moyenne	Nombre d'ouvriers
		Extrait	Exporté		
				p. 100	
Nickel.	1.075	8.423	6.616	9 à 10	704
Cobalt.	3.227	3.020	2.595	3 à 3.50	255
Cuivre.	125	3.000	355	20	377
Plomb argentifère. .	125	500	»	25	58
Chrome.	501	2.475	1.971	50 à 52	267

Le nickel dont le grand centre de production est à Thio, où existent d'importantes exploitations appartenant à la maison Rothschild (Société française du Nickel), est fourni par un minerai qui est le plus riche qu'on ait encore découvert dans le monde entier. L'exploitation des mines de Thio, d'où sort tout le métal qui sert à la fabrication de l'enveloppe des balles du fusil Lebel, va en augmentant chaque année; on évalue à 30,000 tonnes la quantité de minerais qu'elles produiront en 1890, et ce chiffre sera facilement doublé lorsque les immenses travaux, qui sont actuellement en cours d'exécution et qui comprennent notamment la construction d'un chemin de fer de 40 kilomètres, seront achevés.

Une des questions les plus importantes pour la Nouvelle-Calédonie comme pour la plupart de nos colonies est celle de la main-d'œuvre qui, malgré l'application du régime pénitentiaire continue d'être très rare. De l'avis des personnes compétentes le système de la transportation n'aurait du reste donné jusqu'ici que des résultats fort peu satisfaisants au point de vue de la colonisation.

D'après les renseignements fournis par les douanes coloniales le commerce extérieur de la Nouvelle-Calédonie en 1888 s'est chiffré comme il suit :

Importation.	9.188.445 fr.
Exportation	2.981.733
Total.	12.170.178 fr.

Il y a lieu de remarquer que près de la moitié des importations ont été faites pour le compte de l'administration pénitentiaire.

La part de la France dans les importations a été de 3,862,516 francs.

Les principales marchandises importées sont les liquides et spiritueux (2,043,000 francs), les produits alimentaires, les draps, tissus, articles de vêtement, etc.

L'exportation (2,981,723 francs, dont 1,160,436 francs à destination de la Métropole), comprend des conserves de bœuf, 789,930 francs ; des peaux, os, cornes et autres dépouilles des troupeaux néo-calédoniens ; du coprah, 160,000 francs ; des minerais, 848,268 francs, dont plus de moitié pour les mines de cobalt, etc.

Cette colonie serait susceptible d'un grand développement commercial le jour où l'isthme de Panama viendrait à être percé ; elle se trouve en effet sur la route de l'Australie. Déjà actuellement sa position sur le parcours de San-Francisco à Sydney lui donne un rôle important comme escale.

Le port de Nouméa contient les éléments d'un excellent port, mais aurait besoin de travaux assez considérables pour prendre l'extension à laquelle sa situation lui permettrait de prétendre.

Les deux tiers à peu près des échanges de la Nouvelle-Calédonie se font sous le pavillon national.

La colonie communique avec la France par les paquebots des Messageries maritimes qui ont chaque mois un service direct partant de Marseille (ligne d'Australie). La durée de la traversée est de 42 jours.

Les paquebots de plusieurs compagnies anglaises, ceux de l'Orient-Line et de la British India notamment, peuvent également servir aux transports entre la France et la Nouvelle-Calédonie.

Le prix du frêt de Nouméa à Marseille est fixé à 80 francs par tonne de 750 kilogrammes sur les paquebots des Messageries maritimes ; par voiliers il varie entre 45 et 50 francs par tonne de 1,000 kilogrammes. Le transport des minerais peut être obtenu pour 25 francs la tonne.

2° *Etablissements orientaux de l'Océanie.* Le plus important est celui de l'*archipel de la Société* dont le groupe principal porte le nom d'*îles du Vent*, et se compose de deux grandes îles : Taïti (104,215 hectares) et Moorea (13,237 hectares) et de trois îlots, Mahitia, Tubumanu et Tetiaraa.

Les îles de la Société, qui étaient placées, dès 1842, sous le protectorat de la France, ont été annexées, en 1880, à la suite de la cession consentie par le roi Pomaré.

Taïti, dont la capitale, Papaete, est le siège du gouvernement de nos possessions dans toute la partie orientale de l'Océanie, est une île volcanique entourée, comme la plupart des autres îles de ce groupe, d'une ceinture de récifs madréporiques qui forme autour d'elles une sorte de canal aux eaux calmes ouvert, par des passes sur la mer et offrant ainsi aux navires un mouillage très sûr ; le port de Papaete doit à ces conditions d'être l'un des plus vastes et des plus commodes de cette partie de l'océan Pacifique dont il deviendra très vraisemblablement l'un des plus fréquentés le jour où sera réalisé le percement de l'isthme de Panama.

La douceur du climat et la fertilité de sol de Taïti sont légendaires. Arrosée par des milliers de petits cours d'eau qui entretiennent une magnifique végétation, cette île est comme celle de Moorea, propre à de nombreuses cultures. Mais il lui manque une population assez nombreuse pour tirer parti de ces avantages vraiment exceptionnels. Taïti compte en effet avec Moorea, à peine 11,200 habitants.

La superficie des terres cultivées n'est que d'environ 3,000 hectares.

La première parmi les cultures est celle du cotonnier qui donne les produits les plus estimés qu'on connaisse. On évalue à 165,500 kilogrammes les quantités de coton en laine et à 400,000 kilogrammes celle des graines récoltées en 1888.

La canne à sucre passe pour être originaire de Taïti : c'est là que Cook et Bougainville la trouvèrent à l'état sauvage et d'où elle passa aux Antilles et à la Réunion. Il en existe dans l'île sept variétés. Mais la main-d'œuvre est tellement rare que la production du sucre suffit à peine à la consommation.

Il existe cependant dans la colonie quelques usines qui, en 1888, ont produit 66,000 litres de rhums ou tafias.

Le cocotier est, après le goyavier, l'un des arbres les plus répandus. Ses fruits sont vendus sous forme de coprah, de farines, de tourteaux ou d'huiles ; des essais

ont été faits récemment pour installer à Taïti la fabrication de la cellulose de coco. Les produits fournis à l'exportation par le cocotier rapportent à la colonie près de 1,000,000 de francs.

Les autres productions de Taïti sont l'ananas, la vanille, à la culture de laquelle conviennent admirablement les vallées fraîches et ombreuses de cette île, et dont il a été exporté environ 6,500 kilogrammes en 1888 ; le café qui fleurit deux fois par an et qui donne des grains d'excellente qualité ; le tabac qui fait prime sur les marchés anglais et belge ; l'oranger qui porte sans culture des fruits magnifiques et qu'on expédie par grandes quantités au dehors (près de 3,500,000 en 1888), notamment en Californie, et dont on fait dans l'île une eau-de-vie très estimée.

A ces produits du sol qui suffiraient pour faire de Taïti une colonie des plus riches, il faut ajouter ceux que fournit la pêche des tortues et des coquillages à nacre très abondants sur les côtes. Près de 400,000 kilogrammes de cette matière ont été vendus en 1888 à l'étranger pour une valeur d'environ 640,000 francs.

Malheureusement, la situation économique de Taïti est des plus difficiles à cause de l'extrême rareté de la main-d'œuvre ; et l'absence complète d'un courant d'immigration absolument indispensable pour assurer le développement d'une production dont elle possède tant d'éléments, constitue une circonstance inquiétante pour son avenir.

Les effets de cette situation se sont d'ailleurs manifestés dans ces dernières années par une véritable crise, qui s'est traduite dans le mouvement des échanges, par une diminution progressive de l'exportation. De 5,000,000 francs en 1884, elle est tombée à 3,000,000 en 1887, puis à 2,626,000 en 1888.

Cette même année, l'importation a été 3,386,000 francs dont 662,000 seulement représentent, d'après les statistiques coloniales, la part de la Métropole (boissons 141,000 francs, tissus 105,000 francs) et encore cette somme comprend-elle les marchandises destinées aux services publics.

Le second groupe de l'archipel de la Société est celui des *îles sous le Vent* dont les deux principales sont Raïatea-Tahaa et Bora-Bora. Les autres, Tubuaï-Manu, Huaïné, Mapetia, Motu-Iti, Maupiti, Mapihaa, Bellinghausen, Scilli, n'ont qu'une importance très secondaire.

Ces îles, dont la possession nous a été contestée pendant de longues années par l'Angleterre, ont été annexées en 1888 et font partie des dépendances de Taïti.

L'île maîtresse du groupe, Raïatea-Tahaa, se compose en réalité de deux îles très rapprochées, enserrées dans une même ceinture de rochers. Raïatea (1,200 habitants) possède un excellent port qui peut rivaliser avec celui de Papeete. La population de Tahea est d'à peu près 800 individus.

Très fertile mais de dimensions beaucoup plus restreintes que Taïti, Raiatea-Tahaa a des productions analogues ; mais à part le coprah et la nacre, dont il s'exporte une certaine quantité, elles n'entrent guère dans le mouvement des échanges.

Les *îles Marquises*, situées à 250 lieues au nord-est de Taïti, forment un archipel de onze îles, dont sept seulement sont habitées. Leur population est de 5 à 6,000 individus dont le plus grand nombre habite Hivaoa et Nukahiva. Cette dernière île, qui est la plus importante du groupe, a servi pendant quelques années de lieu de déportation. De 1850 à 1854, environ 500 condamnés y ont été débarqués, mais tous sont morts ou ont quitté l'île, et c'est à peine s'il y a actuellement dans tout l'archipel une soixantaine d'Européens. La population indigène est elle-même en décroissance ; et l'on estime qu'elle a diminué de près de moitié depuis une quarantaine d'années.

Ce n'est pourtant ni au climat, qui est sain et tempéré, ni aux conditions de la production qu'on peut attribuer ce phénomène. Sans doute, les Marquises ne sauraient, à raison de leur moindre étendue, présenter au point de vue de la production agricole des ressources aussi considérables que les îles de la Société. Mais elles offrent dans un certain nombre de vallées des terrains d'une grande fécondité, où poussent à merveille l'arbre à pain, le taro, l'oranger, le citronnier, la patate, l'igname, le cotonnier, le cocotier, le bananier, la cannelier, le goyavier, l'ananas, et il n'est pas douteux qu'on ne puisse, en exploitant les ressources naturelles qu'elles fournissent, en faire une colonie d'une réelle valeur.

Jusqu'ici, peu de tentatives sérieuses ont été faites dans ce sens ; depuis une dizaine d'années pourtant, on a commencé à y cultiver en vue des usages industriels le cotonnier dont les produits sont travaillés dans une usine à égrener, établie à Taio-Haé, et le cocotier dont on tire une certaine quantité de coprah pour l'exportation. Il faut également porter au compte de la production industrielle, la construction des baleinières et des pirogues qui s'opère dans plusieurs baies de l'Archipel.

Les îles Marquises sont en communications régulières avec San-Francisco et avec Taïti.

L'archipel des *Tuamotu* qui s'étend au sud-est de celui de la Société se compose de 79 petites îles disséminées sur une longueur de 2,000 et une largeur de 1,200 kilomètres ; les seules qui aient quelque importance sont au premier rang Anaa, puis Rairoo, Fakarava, Rairoa, etc. Leur population est d'à peu près 6,000 habitants. Toutes sont de formation madréporique et sont entourées d'une ceinture de coraux, où se trouve le seul élément de travail offert aux habitants, l'huître dont la coquille fournit la nacre et la perle.

Les îles *Gambier*, qui se trouvent au sud est et à une faible distance des Tuamotu, ont une superficie de 3,000 hectares, dont une faible portion représente ce qui fait totalement défaut aux Tuamotu, des terrains cultivables. Mais, de même qu'aux Tuamotu, la population (450 habitants) vit presque exclusivement des profits résultant de la pêche de la nacre et des perles très abondantes dans la mer intérieure qui s'étend entre les rives des dix îles constituant l'archipel et la ceinture de récifs dont il est entouré.

Enfin, dans l'archipel des *Tubuaï* la France occupe les îles de Tubuaï, Rurutu et Raivavaé. De constitution volcanique comme les îles de la Société, elles produisent comme elles la banane, l'oranger, le cotonnier. Leur population est de 7 à 800 habitants.

On peut considérer comme se rattachant aux Tubuaï l'île de *Rapa*, rocher basaltique isolé, habité par 150 habitants et où l'on a constaté la présence de mines de lignite de médiocre qualité. Rapa n'a d'importance qu'à cause de sa situation sur la ligne droite de Panama à Sydney et à Auckland, et à l'existence d'un port magnifique qui pourra devenir un jour un centre précieux de ravitaillement pour les bâtiments venant d'Europe, et un point stratégique important.

III. ÉTABLISSEMENTS DE L'OCÉAN INDIEN ET DE LA CÔTE ORIENTALE D'AFRIQUE.

Ils peuvent se diviser en trois gronpes :
La Réunion.
Madagascar et les îles voisines.
Obock et la baie de Tadjoura.

1° *La Réunion.* Cette île, autrefois appelée *île Bourbon*, appartient depuis 1638 à la France. Cédée en 1664 par Louis XIV à la Compagnie française des Indes orientales, elle fut replacée en 1764, après la ruine de cette

Compagnie, sous l'autorité directe du roi. Les Anglais s'en emparèrent pendant les guerres de l'empire et la rendirent en 1815.

Elle est située dans l'océan Indien à 33 lieues marines environ de l'île Maurice (ancienne Ile de France) qui appartient aujourd'hui à l'Angleterre, et à 140 lieues des côtes de Madagascar. Depuis l'ouverture du canal de Suez, la distance qui la sépare de Marseille représente une traversée de 21 jours. Sa superficie est de 174,287,000 hectares ; la population est évaluée au 31 décembre 1888 à 165.000 habitants dont 120,000 créoles, 2,250 européens, 26,000 indiens, 15,000 noirs africains. L'immigration, qui pendant longtemps amenait chaque année dans l'île les individus de ces deux dernières races, a été presque complètement suspendue depuis quelque temps, et il en est résulté de très grandes difficultés pour la mise en valeur des richesses naturelles, pour laquelle on trouve aujourd'hui difficilement la main-d'œuvre nécessaire.

On compte en outre dans la colonie un millier de Chinois qui se livrent au petit commerce et quelques centainés de marchands arabes.

Le centre de l'île est occupée par des massifs montagneux d'origine volcanique, autour desquels s'étend une zone de plaines longeant le littoral. Grâce à cette configuration, la Réunion présente une grande variété de climats qui lui permet d'offrir, à côté de la végétation luxuriante des tropiques, les produits des régions tempérées.

Des déboisements importants exécutés par les premiers colons ont privé l'île d'une grande partie des forêts magnifiques dont elle était autrefois couverte et ont exercé une influence défavorable sur le régime des pluies. D'autre part, la reproduction des mêmes cultures, pratiquées pendant de longues années sur les mêmes terres sans aucune reconstitution au moyen des engrais ont fatigué le sol sur certains points. La zone des cultures qui couvre une bande circulaire parallèle aux côtes représente près de 65,000,000 hectares.

La valeur des propriétés rurales, avec le matériel et le bétail dont elles sont pourvues, est estimée, d'après les statistiques coloniales publiées en 1889, à 98,000,000 francs en chiffres ronds. Le nombre des « habitations » est de 6,007, dont 57 possèdent des moulins à vapeur, et le personnel vivant sur les exploitations de 58,865 individus, dont 40,500 se livrent au travail des champs et près de 12,000 ouvriers.

La principale culture de la colonie est celle de la canne à sucre. Malgré les changements survenus dans l'industrie sucrière par suite de la baisse des cours et des maladies de la canne, cette plante occupe encore à la Réunion les deux tiers des terres en culture : 39,215,150 hectares en 1888. Longtemps pratiquée à l'aide des moyens rudimentaires, la culture de la canne a commencé en ces derniers temps à employer pour la préparation des terres les outils et instruments agricoles et à faire usage des engrais artificiels. Le rendement de la plante a pu être ainsi porté dans certaines habitations de 55,000 à 100,000 kilogrammes à l'hectare. La production du sucre est évaluée, non compris les quantités qu'absorbe la consommation locale, en moyenne à 40,000 tonnes ; elle a été en 1888 de 36,627,515 kilogrammes de sucre brut et de 1,000,000 kilogrammes de sucre serré.

L'exportation a atteint cette même année 30,421 tonnes valant 10,248,000 francs, dont un sixième à peu près à destination de l'étranger et le reste pour la France.

La distillation des mélasses et des sirops est en outre exercée dans 26 guildiveries qui ont produit en 1888 1,831,790 litres de tafia, et livré à l'exportation 643,584 litres de rhum.

La production du café, qui était au siècle dernier la véritable spécialité de la colonie, a singulièrement décliné à la suite de maladies parasitaires de l'arbuste indigène dont les récoltes se distinguaient par un arome et une saveur d'une grande force. Plusieurs plantations de variétés nouvelles ont été reconstituées cependant sur les hauteurs. Elles ont produit en 1888 sur une surface de 4,214,000 hectares, 521,340 kilogrammes de café, soit la septième partie des quantités qu'on récoltait il y a cent ans.

Depuis une vingtaine d'années, la production de la vanille a pris, au contraire, une extension croissante. Pratiquée en 1888 sur une étendue de 3,305,000 hectares dont la majeure partie se trouve dans l'est de l'île, cette culture a produit 149,710 kilogrammes (valant 1,143,375 francs), dont 67,911 kilogrammes ont été exportés.

Ces trois cultures forment avec celles des plantes alimentaires (manioc, maïs, pois, haricots, lentilles, légumes, piment, fruits), le fond de la production agricole de la Réunion.

Plusieurs autres, jadis très prospères, ont aujourd'hui presque disparu. Telle est celle des épices, et en particulier, celle du poivre, et de la muscade ; il existe encore quelques plantations de girofliers qui ont produit en 1888 3,900 kilogrammes.

De même, la production du coton qui, au XVIII^e^ siècle, fut la source de grandes fortunes, est aujourd'hui presque nulle.

Des essais, faits dans ces derniers temps, par quelques propriétaires pour acclimater le thé dans la colonie ont suffisamment réussi pour encourager la propagation de cette culture, mais elle n'a pas encore pris jusqu'ici une importance sérieuse.

Le tabac et le cacao ne sont également cultivés que dans une faible mesure, mais pourraient faire l'objet d'exploitations rémunératrices.

Le chanvre, le lin, la ramie, l'aloès viennent très bien, mais pour ces deux derniers textiles surtout, l'absence de moyens pratiques permettant l'extraction des fibres a, jusqu'ici, paralysé l'exploitation en grand.

La flore de la Réunion comprend en outre une foule de plantes industrielles qui se reproduisent à l'état sauvage, mais on ne paraît pas s'être occupé sérieusement de leur utilisation. Parmi les plantes oléagineuses, il faut citer, le cocotier, le coton, le lin, l'olivier, le ricin, etc., parmi les plantes tinctoriales, le campêche, l'indigo ; enfin nombre de plantes propres à la parfumerie (géranium, héliotrope, vétiver, patchouli, ylang-ylang, gardénia, ixora, frangipane). Quelques petites distilleries se sont toutefois installées récemment pour travailler ces plantes : on y fabrique certaines essences et spécialement de l'essence de géranium.

Le quinquina, introduit récemment par les soins du service forestier dans la colonie paraît destiné à lui fournir un élément de richesse assez sérieux. On comptait en 1888 plus de 26,700 plants dont un certain nombre étaient déjà en âge d'être exploités.

En fait de productions minérales, on ne connaît dans l'île que quelques gisements de fer, et notamment des sables noirs mélangés de péridot granulaire renfermant de l'oxyde de fer titanique d'une teneur de 45 à 50 0/0 de fer métallique. L'absence de charbon, et les difficultés de transport n'en ont d'ailleurs pas permis jusqu'ici l'exploitation.

A part le travail et la préparation des quelques produits du sol que nous avons mentionnés, il n'existe pas en réalité d'industrie véritable à la Réunion. Il faut citer cependant la fabrication qui se fait par quantités considérables de sacs en lanières de pandanus vacoa pour le transport des sucres.

On a signalé enfin dans ces derniers temps la fondation d'une fabrique d'engrais chimiques et d'une fabrique de vins et vinaigres de raisins secs. Mais, en général, la consommation a recours à l'importation pour tous les produits manufacturés.

On voit en résumé que la production naturelle offre des ressources nombreuses et variées qui comporteraient une exploitation beaucoup plus active que celle à laquelle

elles donnent lieu en réalité. L'une des causes de cette situation avait été jusqu'en ces dernières années l'insuffisance des moyens de transport. La construction d'un chemin de fer à voie étroite qui va de Saint-Benoit à Saint-Pierre par Saint-Denis, constitue une amélioration remarquable des conditions économiques de la colonie. Entreprise en 1879, cette ligne a été ouverte en 1882; elle s'étend à une longueur de 126 kilomètres.

En même temps, l'exécution de travaux importants dans le port de Saint-Pierre et la création d'un nouveau port très sûr et très bien outillé à la Pointe aux Galets ont réalisé un progrès sensible dont le commerce extérieur de la colonie profitera vraisemblablement dans une large mesure.

Le mouvement des échanges à la Réunion s'est chiffré en 1888 par une valeur de 38,104,766 francs se décomposant comme il suit :

Importation	22.516.003
Exportation	14.664.707

L'importation des marchandises venant de la Métropole a atteint 9,800,000 francs (vins 2,300,000 francs, eaux-de-vie et liqueurs 200,000 francs, bières, 44,000 francs, salaisons, viandes 119,000 francs, poissons 572,000 francs, tissus de coton plus de 1,000,000 de francs, de laine 320,000, de soie 73,000 francs, de lin et de chanvre 50,000 francs, vêtements confectionnés 143,000 francs, chapeaux 91,000 francs, objets de mercerie 150,000 francs, parapluies et parasols 86,000 francs, houilles 136,000 francs, ouvrages en métaux près de 1,000,000 de francs, machines 420,000 francs, savons 252,000 francs, couleurs 56,000 francs, papiers et livres 193,000 francs. L'expédition directe des produits des pêcheries françaises de Terre-Neuve entre enfin dans l'importation pour une valeur de 140,000 francs.

De l'étranger et spécialement de l'île Maurice, de l'Inde anglaise et de Madagascar, la Réunion tire une grande partie des denrées alimentaires qu'elle consomme, spécialement le riz, pour plus de 10,000,000 de francs, le froment et la farine 700,000 francs, les pâtes alimentaires 300,000 francs, les graisses et saindoux 700,000 francs, les bœufs 294,000 francs.

L'exportation se compose pour 13,000,000 des produits du crû de la colonie dont les cinq sixièmes environ sont expédiés en France. Ce sont surtout des sucres, 8,573,000 francs en 1888; des vanilles 1,128,000, des cafés 156,000, des rhums 312,000, et des fécules de manioc 560,000.

Le nombre des navires ayant fait des opérations de commerce dans les ports de la Réunion, a été, en 1888, à l'entrée de 235 dont 150 sous pavillon français, jaugeant 147,700 tonneaux et ayant importé des chargements d'une valeur totale de près de 19,000,000 de francs contre 3,500,000 francs environ importés sous pavillon étranger; à la sortie on a compté 201 bâtiments dont 153 français, jaugeant 140,345 tonneaux et ayant exporté un frêt d'une valeur de plus de 14,500,000 francs, contre 883,000 exportés sous pavillon étranger.

2° *Madagascar et les îles voisines.* C'est sous Louis XIII que la grande île de Madagascar, baptisée à cette époque du nom d'île Dauphine, fut occupée pour la première fois par la France.

Elle fut d'abord cédée à la Compagnie de l'Orient, puis à celle des Indes orientales qui l'abandonna à la suite du massacre de ses colons et de la destruction du fort Dauphin en 1672.

Réunie en 1686 à la couronne, Madagascar resta pendant plus d'un siècle sans qu'aucun effort sérieux ait été fait en vue de la coloniser. Au commencement de ce siècle pourtant, un certain nombre d'habitants de l'île Bourbon et de Maurice s'y étaient installés et y avaient fondé des comptoirs.

Mais la France n'exerçait en réalité ses droits séculaires de souveraineté que sous forme d'un protectorat un peu vague sur les tribus Sakalaves de la côte nord-ouest, et par l'occupation de quelques postes sur cette côte (Madsunga, Passaadava, etc.).

A plusieurs reprises, elle avait vu son influence menacée par les Hovas, tribu d'origine malaise, qui, maîtres de Tananarive, ont fini par étendre leur domination sur la plus grande partie de l'île.

Secrètement appuyé par les Anglais, le gouvernement hova s'était livré à de fréquentes attaques contre les peuplades placées sous notre protection, et nous avaient suscité de nombreuses difficultés, lorsqu'en 1885, le conflit prit une forme aiguë, et aboutit à une guerre ouverte dont la conséquence fut l'occupation du port de Tamatave sur la côte orientale et la conclusion d'un traité réglant définitivement notre situation.

Nos droits de souveraineté étaient nettement reconnus sur toute l'île et les relations extérieures de l'Etat hova étaient placées sous la direction d'un résident français installé à demeure à Tananarive. Seule de toutes les puissances intéressées, l'Angleterre s'était refusée jusqu'à ces derniers temps à admettre certaines des conséquences de ce traité, en s'abstenant de demander à notre résident l'exéquateur pour son consul; mais à la suite des négociations auxquelles a donné lieu tout récemment son installation à Zanzibar, elle s'est décidée à renoncer formellement à cette opposition peu justifiée.

On estime à 590,000 kilomètres carrés la superficie de Madagascar, sa population est évaluée à 3,500,000 habitants.

Malsaine, mais fertile sur la côte orientale du moins, bien arrosée, quoiqu'elle ne possède pas de cours d'eau navigable, l'île est traversée par une chaîne de montagnes qui forme au centre de vastes plateaux, au climat salubre et tempéré, dont le sol, moins fécond que celui du littoral oriental, se prête néanmoins à la croissance de plantes nombreuses dans des conditions analogues à celles des régions moyennes de l'Europe.

Le riz est la principale denrée que les indigènes s'attachent à produire; la récolte suffit du reste très largement à leur consommation et contribue pour une forte part à l'exportation. Les Malgaches cultivent en outre l'igname, la patate, le manioc, l'arachide. Les Européens ont introduit avec succès sur les plateaux, les céréales, les légumes et les arbres fruitiers d'Europe.

Le tabac donne partout d'excellents produits. L'arbuste à thé et le caféier réussissent parfaitement sur les hauteurs. Des planteurs de la Réunion et de Maurice cultivent sur différents points la canne à sucre qui vient presque à l'état naturel, et dont une variété très vivace, d'une grande richesse sacchariſère rend en moyenne 11,250 kilogrammes à l'hectare. Plusieurs sucreries, dont quelques-unes appartiennent à des Français donnent des profits sérieux. Le citronnier se plaît dans les terrains marécageux de la côte, et la vigne, plantée au revers des plateaux a donné en plusieurs endroits des résultats encourageants.

Les forêts, malgré les ravages qu'y ont exercé de funestes défrichements par le feu, sont encore importantes et contiennent des essences d'une extrême variété et d'une grande valeur.

L'île nourrit d'immenses troupeaux de bœufs de race africaine, de buffles indiens, de moutons et de porcs qui se vendent en très grand nombre pour la Réunion et l'île Maurice. Il existe enfin plusieurs magnaneries, qui produisent une soie très résistante.

Les richesses minérales de Madagascar sont encore mal connues. On sait toutefois qu'il existe un bassin de charbon de terre assez étendu dans la partie septentrionale, en face de l'île de Nossi-Bé. Le fer, partout très abondant, est exploité au moyen de procédés ingénieux quoique assez primitifs.

Les Malgaches se livrent au tissage du chanvre et sur-

tout à celui de la soie dont ils font des étoffes éclatantes et solides ; une des spécialités de l'industrie indigène est une étoffe de coton, appelée « lamba » qui constitue la partie essentielle de l'habillement de la population.

Diverses fibres végétales, notamment celles du rafia et d'une sorte de cocotier désignée sous le nom de « raofla », servent en outre à la fabrication des vêtements, des chapeaux, des voiles de navires, des toiles d'emballage, des sacs pour le transport du riz, etc.

Malheureusement les moyens de communication permettant aux produits de l'intérieur de gagner les ports où se trouvent les comptoirs, à peu près tous situés sur la côte orientale, font presque totalement défaut. Les difficultés qui en résultent pour le commerce intérieur constituent un des obstacles les plus sérieux au développement de l'exploitation des richesses naturelles très nombreuses dont nous venons d'indiquer les principales ; il n'est pas douteux que le travail et avec lui le mouvement des échanges prendra une extension considérable le jour où l'ouverture d'un certain nombre de voies, d'ailleurs faciles à construire, aura modifié les conditions des transports à l'intérieur.

Actuellement, on évalue entre 60 et 70,000,000 de francs le commerce extérieur de Madagascar. Les principaux produits d'exportation sont le riz, les bœufs et les moutons qui se vendent en grand nombre pour Maurice et la Réunion, les peaux (5 à 600,000), le caoutchouc (environ 1,000,000 de francs), la cire, le sucre, le café, le fer brut, le saindoux, la gomme, les écailles de tortues, l'orseille dont le port de Marseille reçoit chaque année de fortes quantités, le bois de rose, de tek, de palissandre, l'ébène, etc.

L'importation se compose surtout de tissus bon marché, pour la plupart de provenance américaine, percales, toiles blanches, indiennes, de soieries, de faïences françaises, d'articles de Paris, de quincaillerie, d'articles de bimbeloterie, de liqueurs, et surtout de rhums de très basse qualité livrés en particulier par l'île Maurice (38 à 39,000 hectolitres par an).

Les tableaux du commerce de la France, comprenant dans une même statistique les chiffres exprimant le mouvement de nos échanges avec Madagascar et avec quelques autres points de la côte africaine, ne fournissent pas d'éléments suffisants pour apprécier exactement la part de la France dans le commerce de la grande île malgache. Cependant, il est vraisemblable que cette dernière entre pour une proportion très considérable dans les résultats constatés sur ce tableau qui, pour 1888, accuse un mouvement de 9,200,000 francs dont 2,500,000 à la sortie de France et 6,700,000 à l'entrée.

Le même traité de 1885 qui a officiellement placé toute l'île de Madagascar sous notre dépendance, a concédé en toute propriété à la France la *baie Diego-Suarez* et les territoires voisins. Cette acquisition, peu considérable si l'on considère l'étendue du domaine annexé, n'en a point moins un grand prix au point de vue maritime et commercial.

Indépendamment des services qu'elle peut rendre en raison de sa situation pour les opérations militaires, la rade magnifique sur les bords de laquelle nous possédons quelques établissements, offre des conditions incomparables pour la création d'un port de commerce et pourra devenir un entre pôtde première importance.

Plusieurs îles situées dans le voisinage de Madagascar font depuis longtemps partie des colonies françaises.

Celle de *Sainte-Marie de Madagascar*, qui se trouve vis-à-vis de la baie d'Antongil sur la partie septentrionale de la côte Est de la grande île, n'en est séparée que par un canal de 7 kilomètres. Occupée pour la première fois en 1643, elle nous fut cédée officiellement en 1750. Sa superficie est de 16,500 hectares, sa population de 7,700 habitants.

La cinquième partie à peu près du sol de l'île est susceptible de culture. L'exploitation n'en est, du reste, pas pratiquée dans de bonnes conditions, et ne donne que de maigres résultats. La production des denrées de consommation ne suffit pas à l'alimentation de l'île qui s'approvisionne à Madagascar des bœufs et d'une partie du riz nécessaires à la subsistance. La seule denrée d'exportation est le girofle qui donne une année sur deux une bonne récolte d'environ 30,000 kilogrammes (valeur, 350,000 à 400,000 francs) dirigée presque entièrement sur le port de Marseille. L'importation ne représente guère plus de 300,000 francs dont moitié en marchandises venant de France (quincaillerie, mercerie, tissus, vins, houille, etc.).

Le mouvement de la navigation a été en 1888 de 65,500 tonneaux.

Nossi-bé et les îles voisines à la pointe nord-ouest de Madagascar fait partie de nos possessions depuis 1841. Cette colonie a une superficie d'à peu près 3,000 hectares et une population de 8,000 individus. Elle est aujourd'hui rattachée administrativement au gouvernement de Diego-Suarez. Indépendamment d'Hellville, capitale administrative elle a un port, Ambanourou, très fréquenté à certaines époques par les marchands africains, malgaches et indiens, et où se fait un assez grand nombre d'échanges.

La production naturelle est assez variée; elle comprend notamment l'indigo, le sésame, la canne à sucre, le riz, le manioc, la patate, la vanille, l'orseille, le coton, les arachides.

La principale culture est, avec le riz, celle de la canne à sucre qui est exercée sur une trentaine d'habitations dont la moitié possèdent des distilleries à vapeur pour la fabrication du rhum, et dans une soixantaine de plantations indigènes. La quantité de sucre produite en 1887 a été de 433,000 kilogrammes, celle des mélasses de 225,000 litres, celle du rhum de 113,000 litres.

Le mouvement du commerce a été en 1888 de 4,090,000 francs dont 1,850,000 à l'importation (denrées alimentaires, boissons, tissus, sels venant d'Europe et de la Réunion ou de Madagascar) et 2,235,000 à l'exportation dont 162,000 francs de sucre, rhum et vanille de la colonie, et le reste en tissus de Madagascar (lambas, étoffes de soie, etc.), verroterie, boissons, cotonnades et autres articles d'Europe. Par suite de la rareté de la monnaie, une grande partie du commerce se fait au moyen d'échanges, ce qui donne lieu à un trafic assez important d'objets de basse qualité fournis par un certain nombre de maisons étrangères, principalement des maisons allemandes à des conditions très lucratives.

Le mouvement de la navigation a représenté en 1888 plus de 78,000 tonneaux chargés, dont les quatre cinquièmes sous pavillon français.

Nossi-Bé est reliée à Marseille par les paquebots des Messageries qui y font escale après avoir touché à Mayotte.

L'île de *Mayotte* qui fait partie de l'archipel des Comores a été cédée à la France en 1843. Elle forme une colonie distincte à la tête de laquelle est placé un gouverneur qui réside dans la capitale, Dzaoudzi, bâtie sur un îlot.

Sa superficie est de 35,000 hectares, 37,000 avec les îlots qui en dépendent. Elle compte à peu près 10,000 habitants dont près de moitié sont des noirs venus de la côte africaine, et employés aux cultures. Celle de la canne à sucre, longtemps très prospère, a subi une diminution marquée dans ces derniers temps.

Elle occupait, en 1888, 1,418 hectares et alimentait douze usines dont la production a été d'environ 3,000,000 de kilogrammes de sucre, et huit distilleries qui ont fabriqué de 80 à 90,000 litres de rhum. La culture du

café et celle de la vanille ont également décliné. Le coton, le maïs, le manioc, le riz, le tabac, la vanille (2,260 kilogrammes en 1888) sont également au nombre des produits de l'île. Le cacaoyer y pousse à l'état sauvage.

Mayotte est traversée par une chaîne volcanique aux sommets dénudés, mais dont les plateaux inférieurs fournissent d'excellents pâturages nourrissant un grand nombre de troupeaux (100,000 bêtes à cornes). Les pen-

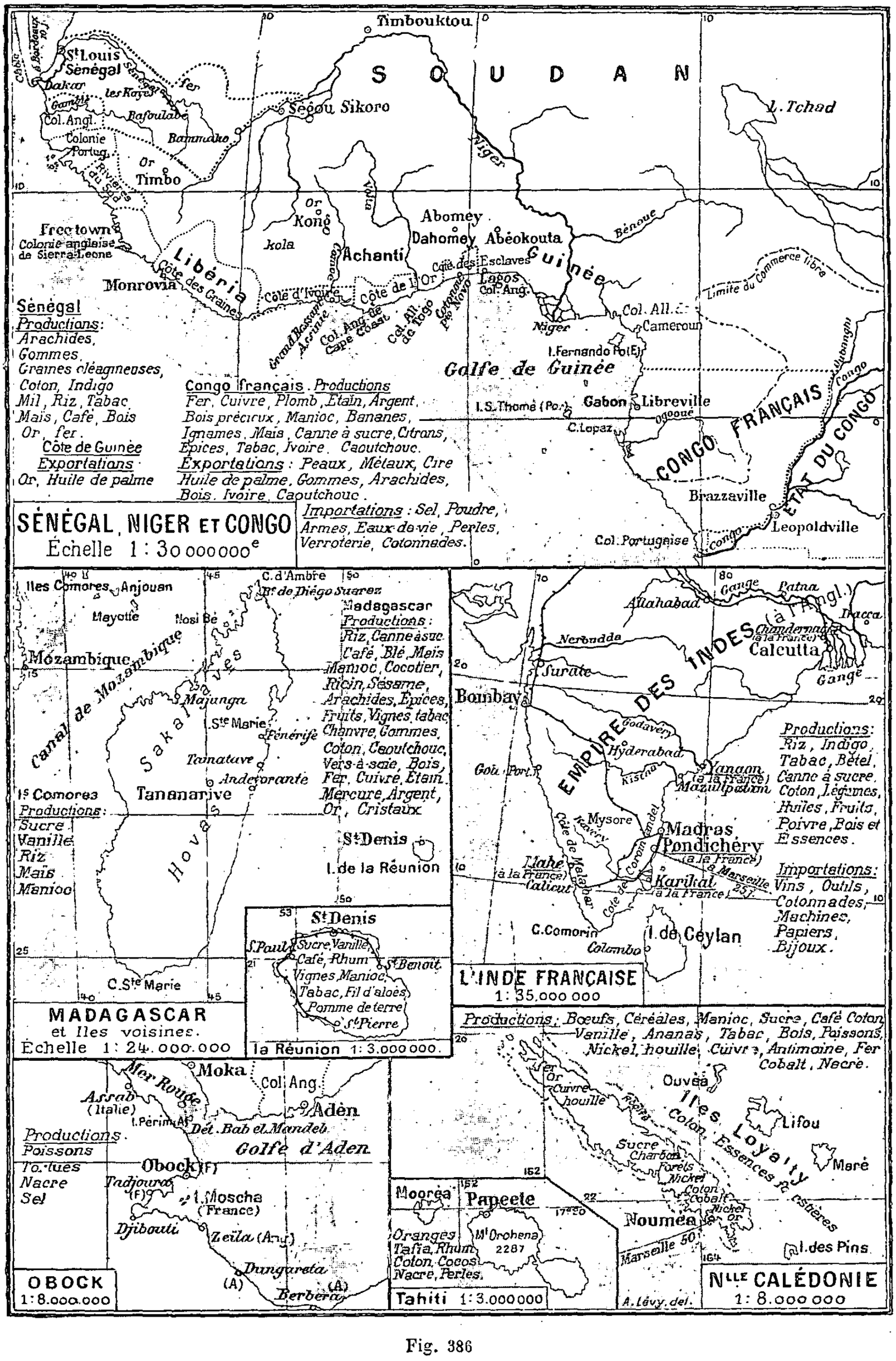


Fig. 386

tes sont couvertes jusqu'à une certaine hauteur de forêts dont la superficie totale est de 5,000 hectares et qui renferment des essences de toute sorte.

L'exportation a représenté en 1888 une valeur de 1,042,500 francs dont 922,000 à destination de la Métropole (sucres 2,580 tonnes, rhum 80,000 litres, et vanille). L'importation a été de 531,000 francs dont 163,800 d'articles venant de France ; les principaux objets d'importation sont les tissus, le riz, les animaux, les vins et les spiritueux.

La plus grande partie de la navigation, 63,000 tonneaux en 1888, se fait sous pavillon français.

Mayotte est en effet en communication avec la France par un service régulier mensuel de la Compagnie des Messageries maritimes qui prend le fret à raison de 55 francs par tonne ou par mètre cube ; on trouve à charger sur voiliers au prix de 40 francs.

Les autres îles de l'archipel des *Comores*, situées à l'est de Mayotte dans le canal de Mozambique, ont été placées en 1886 sous le protectorat de la France, qui y entretient des résidents. La superficie totale est de 206,700 hectares, la population d'environ 47,000 habitants.

Le sol, dont la sixième partie est recouvert de bois (ficus, cocotiers, fougères arborescentes, manguier, orseille), est d'une grande fécondité.

Les deux îles les plus importantes au point de vue économique sont *Aujouan*, où la canne à sucre a été introduite avec succès ; *Mohéli*, où le palmier, le caféier,

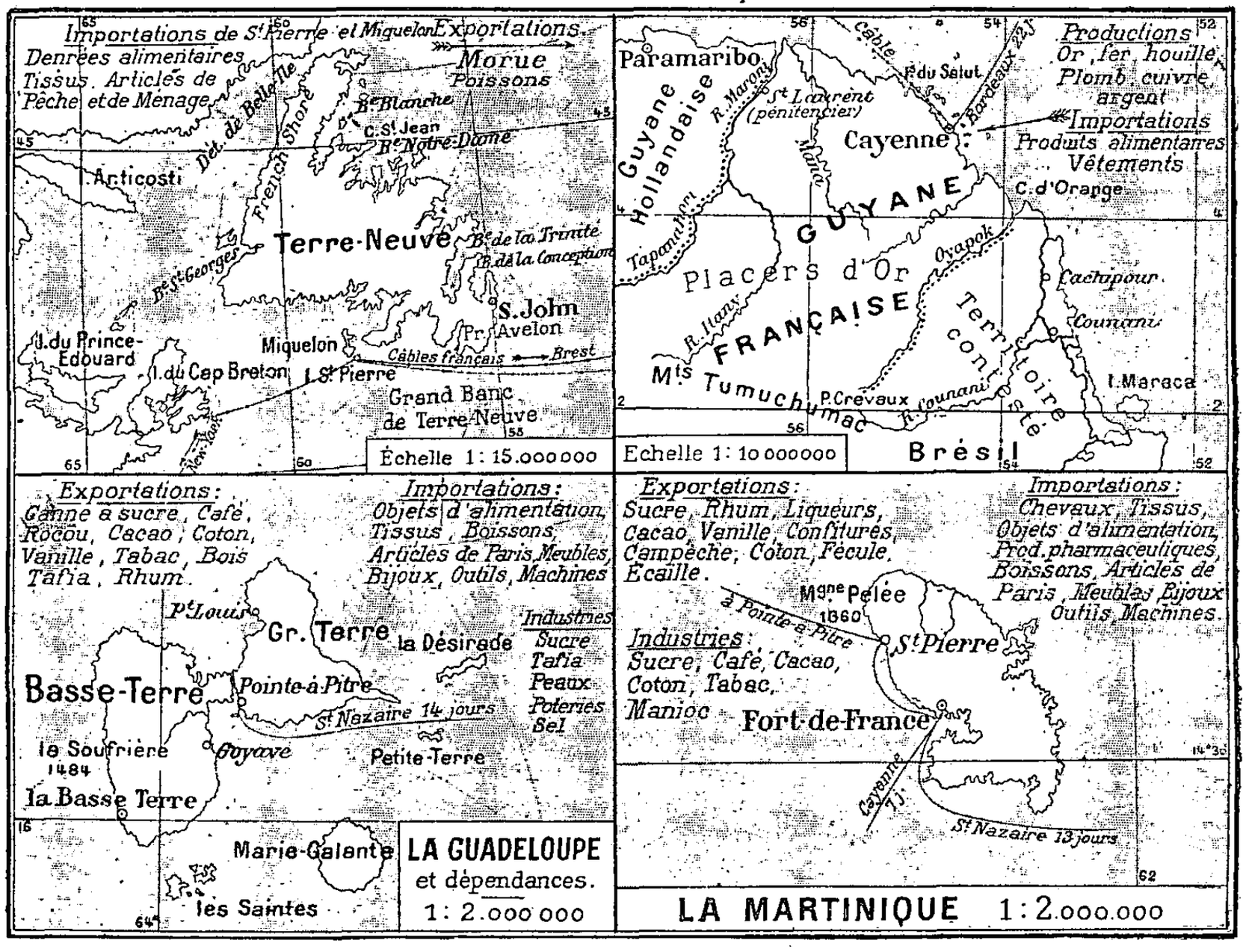


Fig. 387.

abondent et où il existe de belles plantations de cannes à sucre, de girofliers et de vanille. La *Grande-Comore*, la plus vaste de ces îles, est la moins productive et la moins intéressante au point de vue commercial.

3° *Obock*. C'est le seul point de la côte orientale d'Afrique où flotte le drapeau de la France. La baie d'Obock, située à l'entrée du détroit de Bab-el-Mandeb, presque en face de la ville anglaise d'Aden, a été occupée en 1862 spécialement en vue de l'établissement d'une station destinée à assurer un point de relâche et de ravitaillement pour nos bâtiments.

Elle offre en effet un port abrité par des récifs madréporiques et qui pourrait être rendu excellent au moyen de quelques travaux.

Des traités conclus depuis 1884 par le gouverneur d'Obock ont placé sous notre dépendance la plupart des territoires qui s'étendent jusqu'au fond du golfe de Tadjoura. Bien que ces territoires offrent par eux-mêmes peu de ressources, leur possession n'est pas sans valeur au point de vue commercial, à cause des débouchés qu'ils peuvent nous ouvrir vers les marchés de l'intérieur du Choa et du Harrar où, de leur côté, les Italiens ont cherché à pénétrer par Massaouah.

En réalité, la position que nous avons prise sur cette partie du continent africain présente virtuellement un intérêt incontestable, mais tout dépend des efforts qui seront faits pour en tirer parti, et c'est l'avenir qui déterminera le rôle que peuvent être appelés à jouer dans notre domaine colonial nos établissements d'Obock.

IV. COLONIES ET ÉTABLISSEMENTS DE LA CÔTE OCCIDENTALE D'AFRIQUE.

Longtemps avant que l'Afrique eût attiré les convoitises des grandes puissances européennes, la France avait pris sur divers points du continent noir une situation qui, à l'heure actuelle, lui assure encore une avance mar-

quée sur les nations rivales si avidement occupées en ce moment même à tracer sur la carte de contrées à peine connues, les limites de leurs possessions futures à travers ce nouvel eldorado dont les récentes descriptions de Stanley ont fait miroiter les merveilles aux yeux du Vieux Monde.

Tandis que l'Italie a cru trouver sur les bords de la mer Rouge la route du Nil par l'Abyssinie, que l'Angleterre et l'Allemagne essaient de s'entendre pour le partage des points encore inoccupés du littoral de l'océan Indien, et font partir de l'est la ligne de démarcation de leurs prétentions vers les grands Lacs, la France ayant sa voie toute tracée dans le Nord et dans l'Ouest où la création de véritables colonies avait de longue date assuré sa prépondérance, a réuni de ce côté les éléments d'un vaste domaine qui, à un moment donné, s'étendra au nord de l'Equateur, à travers le bassin du Niger, des rives de la Méditerranée à l'Atlantique et au golfe de Guinée.

Nous avons à donner ici un aperçu des établissements qu'elle possède sur toute la côte occidentale et depuis quelques années dans l'intérieur même du continent africain. Ce sont :

1° La colonie proprement dite du Sénégal avec ses dépendances du Haut-Fleuve et du Soudan français ;

2° Les Rivières du sud ;

3° Les établissements de la Côte-d'Or ;

4° Ceux du golfe de Bénin ;

5° Le Gabon et le Congo français.

Toutes ces contrées offrent des caractères communs; sur la côte dont l'accès direct est, en général, rendu impossible aux grands navires par un ressac violent, et par une barre difficile à franchir, des plages basses souvent insalubres marécageuses et coupées de lagunes, puis une zône de plaines d'argile ou de sable, brûlées pendant la saison sèche par un soleil de feu, mais fécondées par les pluies régulières des tropiques et par de nombreux cours d'eau, enfin à mesure qu'on pénètre dans l'intérieur des plateaux, un climat plus tempéré, un sol plus humide offrant d'excellentes conditions pour la culture des épices, du café, du coton, du tabac, de l'indigo, présentant en un mot les éléments d'une production agricole qui pourra devenir d'une grande importance, le jour où le contact de la civilisation aura développé chez les indigènes des besoins suffisants pour les amener à vaincre leur paresse naturelle, et se livrer à un travail suivi.

Mais actuellement, pour les Européens auxquels le climat ne permet point de se fixer à demeure dans la plupart des régions ouvertes jusqu'ici, ce ne sont guère que des pays de trafic et à l'exception du Sénégal, qui, sans être encore une colonie de culture, commence à tirer un certain parti de ses richesses végétales, nos établissements n'y sont en réalité que des comptoirs de vente et d'échanges, dont l'importance va d'ailleurs grandissant à mesure que notre domination pénètre plus profondément dans l'intérieur.

1° *Sénégal* et *Soudan Français*. Le Sénégal est la première en date de nos possessions sur le littoral africain. L'origine de notre occupation remonte, en effet, bien au delà du XVII^e^ siècle.

Mais c'est seulement à ce moment que la colonie fût réellement classée parmi les territoires relevant officiellement de notre autorité. Concédés dès 1664 à une compagnie, nos établissements du Sénégal connurent, sous l'administration d'André Brue, pendant les vingt-cinq premières années du XVIII^e^ siècle, une période de réelle prospérité.

Tombés d'abord aux mains des Anglais pendant la guerre de sept ans, puis une seconde fois pendant les guerres du premier Empire, ils végétèrent ensuite péniblement depuis leur restitution à la France en 1817, jusqu'en 1854, année ou le Sénégal fut placé sous la direction de Faidherbe à qui revient l'honneur d'avoir véritablement créé notre colonie par son énergie et son habileté, en la dotant d'une organisation remarquable, en même temps qu'il imposait définitivement notre autorité aux populations indigènes.

La colonie du Sénégal s'étend aujourd'hui sur la côte de l'Atlantique, sans limites précises au nord, jusqu'à la rivière Saloum qui la sépare au sud du territoire anglais de la Sénégambie. Les centres les plus importants du littoral sont les ports de Saint-Louis, siège du gouvernement, et de Dakar reliés entre eux par un chemin de fer, de Gorée dans l'îlot de ce nom, et de Rufisque.

De cette base, notre action s'est étendue successivement par la création d'un grand nombre de postes sur les rives du Sénégal qui forme la voie naturelle de pénétration vers l'Est, jusqu'à Médine. Puis par une nouvelle étape, à mesure que nos colonnes expéditionnaires remontaient le cours du fleuve et exploraient ses affluents, nous avons gagné les plateaux qui séparent le bassin du Sénégal de celui du Niger.

En 1883 nous nous installions sur le bord de ce fleuve, et en 1888 une canonnière portant le pavillon français en descendait le cours jusqu'en vue de Tombouctou. Nous avons fait ainsi dans ces dernières années un pas considérable dans le tracé de la grande route qui reliera un jour à travers le Sahara nos possessions de la côte occidentale à l'Algérie et à la Tunisie.

Dès 1878, un chemin de fer qui devait rattacher nos postes du Haut-Sénégal à ceux du Niger, a été entrepris. Mais il n'a été établi sur les plans primitifs, bientôt reconnus trop coûteux, que de Kayes, point terminus de la navigation du Sénégal, à Bafoulabé ; au delà, il se continue par un Decauville qui, à la fin de 1890, doit entrer en exploitation jusqu'à Kita, à mi-chemin de Bammakou.

En même temps que nous nous rendions maîtres vers l'Est de tout le cours supérieur du Niger, notre domination rayonnait vers l'Ouest à travers le Fouta-Djalon par lequel nous rejoignions ainsi nos établissements des Rivières du Sud, et de nombreux traités, dont les derniers ont été conclus récemment par le capitaine Binger dans le pays de Kong, plaçant sous notre protectorat la plupart des Etats indigènes, élargissaient notre cercle d'influence dans la boucle du Niger jusqu'au bassin de la Volta, et au golfe de Guinée où nous nous retrouvons en contact avec nos possessions de grand Bassam et d'Asinice.

La population du Sénégal proprement dit est évaluée à 130,000 personnes environ dont à peu près 2,000 nées en France. La population indigène comprend un élément nomade, les Maures tribus musulmanes, qui vivent avec leurs troupeaux au nord du fleuve et descendent dans la saison sèche pour échanger leurs chevaux et leurs bestiaux, la gomme, l'ivoire, les plumes d'autruche et les cuirs du Soudan, contre le miel et des produits européens. Les populations sédentaires, Noirs, Peuhls et Toucouleurs, habitent la partie gauche du bassin inférieur et moyen du Sénégal et tout le Haut-Sénégal y compris le Fouta-Djalon.

Indépendamment de la recherche de l'or assez abondant dans toute cette contrée, elles se livrent avec une certaine assiduité à la culture et spécialement à celle du maïs et du mil qui sont la base de leur alimentation.

Dans le Haut-Sénégal et dans certaines parties du Bas-Fleuve, où sont les terrains les plus riches et les mieux arrosés, ils récoltent aussi des grandes quantités de haricots.

En fait de plantes industrielles, le coton, le tabac, l'indigo, le ricin pourraient faire l'objet de cultures fructueuses, mais n'ont eu jusqu'ici qu'une importance minime. La production du sésame et l'arachide a pris dans ces derniers temps un certain développement et paraît appelée à un grand avenir.

Nous résumons dans le tableau ci-dessous les renseignements fournis par les statistiques officielles sur les cultures de la colonie en 1888 :

Désignation des cultures	Nombre d'hectares en culture	Récoltes
		kilogr.
Maïs	24.000	9.600.000
Mil	61.000	26.840.000
Arachides	39.000	20.300.000
Indigo	5.800	29.000
Haricots dits niébés	41.600	3.875.000
Riz	475	407.000
Coton	210	16.000
Légumes	550	165.000
Sésames	7.300	585.000
Ricin	50	»

L'une des productions les plus originales de la colonie et qu'on trouve en grande abondance dans le Haut-Sénégal est l'arbre appelé le *karité*, dont le fruit donne une matière grasse qui ressemble au beurre et qu'on désigne sous le nom de *beurre de Galam*. Ce produit n'est récolté qu'en petites quantités par les indigènes pour les usages de l'alimentation, mais semblerait pouvoir faire l'objet d'une exploitation lucrative en vue d'usages industriels, notamment pour la fabrication du savon.

Une partie importante du commerce du Sénégal, celle de la gomme, est entre les mains des tribus maures qui recueillent cette substance sur l'écorce des acacias très nombreux dans les forêts de la rive droite du Sénégal, pour l'apporter à nos comptoirs du fleuve. Ce produit est l'une des principales ressources de la colonie. Il en a été exporté en 1887 pour une valeur de 4,626,000 francs. C'est avec les arachides (4,795,000 francs) celui des produits de la colonie qui fournit le plus gros chiffre à l'exportation.

Après ces deux produits viennent le caoutchouc, 523,000 francs, les peaux, 260,000, les plumes de parure, la cire, l'ivoire, etc...

Au Sénégal, comme d'ailleurs sur presque toute la côte occidentale, le trafic s'opère en grande partie sous forme d'échanges, et les articles au moyen desquels il s'effectue sont le tabac, l'eau-de-vie et surtout une sorte de tissu de coton teint en bleu, qu'on désigne dans le commerce européen sous le nom de *guinée*. Cette étoffe qui joue le rôle d'une véritable monnaie, a d'ailleurs une valeur variable selon son origine. Les guinées françaises fabriquées dans plusieurs usines des environs de Rouen et dans les Vosges, sont de qualité plus appréciée que les mêmes produits sortant des usines belges et anglaises. Celles des Indes françaises, fabriquées ou teintes à Pondichéry, sont encore plus estimées.

En 1887, l'importation des guinées a atteint une valeur de 4,216,000 francs, dont 1,695,000 venant directement de France. Il faut y joindre de 1,000,000 de francs d'autres cotonnades, 90,000 de tissus de laine et de chanvre, 67,000 de tissus de laine, 400,000 environ de vêtements et articles confectionnés. Les autres produits que réclame la consommation du Sénégal sont les vins, 1,422,000 francs en 1887, les eaux-de-vie et liqueurs, 227,000, la bière, 60,000, les denrées alimentaires, viandes, conserves, graines, farines, biscuits de mer 600,000 environ, un certain nombre d'articles de mercerie 154,000, divers ouvrages en fer 220,000, en cuir 122,000, meubles, etc...

Le mouvement général des échanges a progressé dans ces dernières années dans des proportions considérables. C'est ainsi qu'entre 1887 et 1888 on trouve une augmentation de près de 17,000,000 de francs : 39,927,000 à l'entrée et 17,908,000 à la sortie, en 1888, au lieu de 25,813,000 et 13,944,000 l'année précédente.

La très grande majorité de ces échanges se fait avec la métropole qui fournit à peu près les trois quarts des marchandises importées et reçoit la presque totalité des produits du crû de la colonie.

C'est également le pavillon national qui profite pour la plus forte part de ce mouvement. En 1888, notre marine marchande a apporté dans la colonie pour 33,955,000 francs de marchandises sur 39,929,000 valeur totale des chargements débarqués, et elle a chargé dans la colonie pour 16,606,000 de fret sur une exportatation totale de 17,908,000 francs.

Le tonnage des bâtiments de toute nationalité ayant effectué des opérations dans les ports du Sénégal a dépassé cette même année 1,400,000 tonneaux.

2° *Rivières du Sud*. Nos établissements du Bas de Côte ou des Rivières du Sud, situés au sud-est du Sénégal, au delà de la Sénégambie anglaise, comprennent les bassins de plusieurs cours d'eau, dont les principaux sont les suivants : Cazamance, Rio-Compony, Rio-Pongo, Bouramaya, Dabuka, Mellacorée.

Ces territoires faisaient jusqu'à ces derniers temps partie des dépendances du Sénégal. Mais depuis le 1er janvier 1890, elles forment une colonie autonome sous la direction d'un lieutenant-gouverneur qui correspond directement avec le sous-secrétaire d'État aux colonies.

Les ressources naturelles sont à peu près les mêmes que celles du Sénégal (riz, maïs, mil, sésame, café, coton, etc.). Mais la culture n'a pris jusqu'ici d'importance que dans la Cazamance, le Rio-Nunez et la Mellacorée, qui produisent une certaine quantité d'arachides. La gomme et l'huile de palme forment avec ces graines le fond de la production.

Le commerce est centralisé dans un certain nombre de factoreries (Carabane, Sedhiou, Coréah, Conakry, etc.). De nombreuses caravanes y descendent de l'intérieur pour y troquer des bœufs, de l'ivoire, du caoutchouc, du café, de la poudre d'or, du beurre végétal, des cuirs de panthères ou d'animaux domestiques contre des tissus de coton et de laine (madapolam, madras, guinées), des alcools, des rhums de basse qualité et des vins frelatés qui viennent de Hambourg, des armes belges ou anglaises, de la quincaillerie, des verroteries, etc.

Les chiffres suivants empruntés aux statistiques coloniales donnent le mouvement des importations et des exportations des divers établissements en 1887.

	Importation	Exportation
	francs	francs
Mellacorée (Benty)	567.149	530.364
Rio-Pongo (Boffa)	610.551	485.434
Casamance (Carabané)	510.666	78.803
Forécariah (Katonko)	323.232	329.045
Rio-Nunez (Victoria)	705.223	1.152.671
	2.716.821	2.576.317

3° *Etablissements de la Côte d'Or*. Les deux territoires de Grand Bassam et d'Assinie situés sur la Côte d'Or sont placés depuis 1842 sous le protectorat de la France qui y possède trois postes principaux, l'un à Assinie sur la lagune du même nom, les deux autres à Grand Bassam et à Dabou sur la lagune d'Ebrié ou de Grand Bassam. Le mouvement commercial s'y accentue de plus en plus et la nouvelle organisation qui, à la date du 1er janvier 1890, a fait de ces établissements un district administratif séparé, a eu pour conséqueuce la création de nouvelles factoreries le long de la côte, notamment à Petit Bassam, à Lahou et aux Jacks.

Une plantation de café montée par actions et créée par la maison Verdier de La Rochelle, à Elima, sur la lagune d'Assinie a donné dans ces dernières années d'excellents résultats.

L'ivoire, l'huile de palme, la poudre d'or, les bois précieux, notamment l'acajou, sont les principaux articles commerciaux de nos comptoirs.

4° *Etablissements du golfe de Bénin.* Ils se composent de plusieurs territoires situés sur la côte des Esclaves entre les possessions anglaises du Lagos à l'Est et les établissements allemands de Porto-Seguro et de Petit-Popo à l'Ouest. Ils comprennent le royaume de Porto-Novo, le Grand-Popo et le territoire d'Agoué sur lesquels notre protectorat a été établi en 1884 et 1888, enfin le territoire de Kotounou qui nous a été cédé par le roi de Dahomey dont les Etats sont situés au nord-est de nos possessions et avec lequel un conflit a éclaté récemment.

Les maisons Fabre et Régis, de Marseille, possèdent dans cette région un assez grand nombre de factoreries où elles achètent en concurrence avec les comptoirs allemands, portugais et anglais, l'huile et les amandes de palme qui sont à peu près les seules denrées du pays qu'on trouve à échanger contre les marchandises de traite.

Le commerce extérieur de nos établissements du golfe de Bénin se chiffre par une valeur de 8,000,000 à 10,000,000 de francs, dont 4,000,000 à l'exportation. L'importation, composée pour moitié à peu près de marchandises françaises, consiste en spiritueux, genièvre, tafia et alcools anisés (2,000,000 de francs), en tissus (800,000), tabac, mercerie, poudre, etc...

5° *Gabon et Congo.* L'origine de nos établissements dans le Sud-Ouest africain fut l'occupation en 1842 du magnifique estuaire du Gabon, le seul port intérieur qui existe sur toute la côte occidentale d'Afrique. Notre protectorat s'étendit bientôt sur les territoires voisins où nous fondions en 1849 l'établissement de Libreville, qui est devenu le chef-lieu de nos possessions dans la contrée. En 1882 elles s'agrandirent de tout le bassin de l'Ogooué, et la colonie du Gabon ainsi constituée continua, grâce aux efforts de M. de Brazza, de progresser vers le sud jusqu'au cours moyen du Congo. La convention à laquelle aboutit la conférence de Berlin, le 23 février 1885, détermina les limites de notre souveraineté sur ces nouvelles acquisitions.

Actuellement, elle s'exerce sur toute la partie de la côte comprise au nord entre la rivière Campo qui sépare nos établissements du Gabon des possessions allemandes de Biafra et de Cameroun, et le Chiloango, rivière qui constitue au sud la limite des établissements portugais. Vers le sud-est notre frontière du côté des territoires appartenant à l'Association internationale africaine est formée par le cours du Congo, depuis les rapides du Bas-Fleuve jusqu'à un point en amont de l'Alima. Une ligne intérieure qui correspond à peu près aux limites du bassin de l'Ogooué, forme la démarcation entre le Gabon proprement dit et le Congo français, soumis au point de vue économique aux conditions déterminées par l'acte de Berlin en vertu duquel le commerce doit rester libre dans tout le bassin du grand fleuve de l'Afrique centrale.

Mais au point de vue de la production et la nature des échanges, ces deux parties du domaine de la France forment un ensemble qui présente des caractères identiques.

Au dire de tous ceux qui ont visité ces contrées, elles peuvent être classées parmi les plus fertiles qui soient au monde. La végétation y est prodigieuse. Le bananier, l'arachide, le manioc, le riz, le café, le cacao, la vanille, la canne à sucre y viennent dans les meilleures conditions et plusieurs de ces plantes commencent à être cultivées dans des exploitations de création toute récente. D'immenses étendues de forêts renferment une foule d'essences précieuses et fournissent des bois d'ébène magnifiques, du santal rouge, des gommes à vernis, du caoutchouc, de l'huile de palme, ainsi qu'un très grand nombre de plantes dont les fibres pourraient être utilisées pour des usages industriels très variés, notamment pour la fabrication du papier, la corderie, le tissage, la vannerie, etc.

La chasse de l'éléphant, très abondant, fournit de fortes quantités d'ivoire d'une blancheur remarquable et d'un grand prix. Les ressources minérales sont encore peu connues. On a constaté cependant sur plusieurs points la présence de gisements considérables de plomb et d'autres minerais métalliques.

Des efforts sérieux sont faits en ce moment pour organiser la colonisation du Gabon et du Congo réunis sous la direction de M. de Brazza, qui continue en qualité de commissaire général du Gouvernement français l'œuvre patriotique à laquelle il a consacré depuis quinze ans une infatigable et féconde activité.

On ne peut juger encore par les résultats, très remarquables pourtant, qui déjà ont été obtenus, de l'avenir brillant qui est certainement réservé à cette partie du domaine colonial de la France. Il s'agit en effet d'un pays absolument neuf, où tout est à créer, auquel il manque surtout des débouchés vers la côte, mais dont le développement deviendra sans nul doute très considérable le jour où l'établissement de communications faciles entre le cours moyen du Congo et l'Atlantique, aura pu être réalisé, soit par le bassin de l'Ogooué, soit par celui de Niari-Kiliou.

En 1888, le mouvement des échanges du Gabon s'est chiffré par une valeur totale de 6,583,000 francs, dont 3,690,000 à l'importation, la part de la France dans ce dernier chiffre étant presque exactement de moitié. L'exportation se composait de caoutchouc (1,568,000 francs), de bois d'ébène (477,000), de santal (140,000), d'ivoire (628,000), d'amande et d'huile de palme, de café, de cire, de cuirs bruts, etc.

V. COLONIES D'AMÉRIQUE.

Notre situation coloniale dans le Nouveau-Monde s'est peu modifiée depuis un siècle. La France ne possède que la Guyane sur le continent de l'Amérique du Sud; aux Antilles, les deux colonies de la Martinique et de la Guadeloupe, et dans les eaux de Terre-Neuve, celle de Saint-Pierre et Miquelon.

1° *Guyane française.* Cette colonie, située entre la Guyane hollandaise et le Brésil, n'a pas encore du côté de ce dernier pays de frontière certaine; la France et le Portugal n'ayant jamais pu, en effet, s'entendre utilement, malgré de nombreuses tentatives d'arrangement, sur la possession des vastes territoires compris entre l'Oyapock et la rivière des Amazones, la question est pendante depuis près de trois cents ans.

Le chiffre de la population de la Guyane française n'est pas exactement connu, aucun recensement n'ayant pu jusqu'ici être mené à bonne fin. Les statistiques coloniales estiment cependant entre 25 et 26,000 le nombre de ses habitants, y compris les individus soumis au régime de la transportation pénitentiaire.

Malgré les ressources considérables qu'elle présente, et dont l'importance est démontrée par la prospérité des colonies voisines appartenant à l'Angleterre et à la Hollande, la Guyane française est restée jusqu'à ce jour dans un état de regrettable infériorité.

Ce ne sont pourtant pas les tentatives de colonisation qui ont manqué. Dès le XVI° siècle, la légende des mines d'or de la Guyane commença à attirer les aventuriers vers ce pays, et de nombreuses expéditions furent organisées, en France, pour en exploiter les richesses. Pendant un siècle, de 1663 à 1764, à la suite des encouragements accordés par Colbert, à la Compagnie royale des

Indes Occidentales et du rattachement direct des colonies à l'autorité royale, la culture prit un certain essor. Celle du café et du cacao furent introduites avec succès.

Mais la ruine des plantations les plus importantes, survenue à la suite de l'expulsion des jésuites à qui elles appartenaient, l'échec retentissant de plusieurs entreprises mal conçues et mal exécutées qui coûtèrent la vie à des centaines d'émigrants, l'émancipation des esclaves qui priva tout à coup toutes les exploitations de leurs travailleurs, les déportations politiques qui achevèrent de discréditer la Guyane en France, furent autant de causes qui contribuèrent à la décadence de cette colonie. Le second empire essaya vainement de la relever au moyen de la colonisation pénitentiaire. Ce système lui-même, bientôt condamné par l'expérience, est aujourd'hui abandonné, et on ne transporte plus guère à la Guyane que des condamnés appartenant à la population indigène de nos autres colonies.

Les forêts de la Guyane renferment plus de cent cinquante essences diverses propres à la construction, à l'ébénisterie et à la menuiserie ; mais à défaut de bras et de moyens de transport, ces richesses restent complètement inexploitées.

Quant aux cultures, elles n'ont qu'une faible importance ; celles de la canne à sucre et des épices auxquelles convenaient parfaitement les terres basses du littoral a presque disparu ; on ne compte plus guère que quelques plantations de rocou, en dehors des cultures vivrières qui suffisent à peine à la consommation locale. Bien que la colonie possède d'immenses prairies qui offriraient d'excellentes conditions aux opérations d'élevage, les animaux de boucherie eux-mêmes doivent être demandés à l'importation.

La seule production de quelque importance est l'or ; limitée pendant longtemps au lavage des terrains d'alluvion, la recherche de ce métal se fait depuis quelques années dans des mines ouvertes à travers des bancs de roches quartzeuses. Le produit de cette industrie représente la presque totalité des exportations de la colonie, 5,700,000 francs sur 6,014,000, en 1888.

L'importation formait cette même année un total de 12,270,000 francs ; elle consiste en denrées alimentaires, viandes, conserves, boissons et tissus.

Cayenne et Saint-Laurent-du-Maroni sont les deux seuls points où s'opèrent des transactions de quelque importance.

2° *Martinique.* L'île de la Martinique fait partie du groupe des Antilles désignées sous le nom d'*Iles sous le Vent.*

La population était, au 31 décembre 1887, de 175,391 habitants.

Sa superficie est de 98,782 hectares, dont 45,200 seulement sont cultivés. Le reste est en savanes (8,000 hectares), en forêts (13,000), en friche (21,000).

La végétation, d'une richesse et d'une vigueur étonnantes, est analogue à celle de la région équatoriale de l'Amérique du Sud. Les palmiers, fougères arborescentes, acacias, catalpas, bambous gigantesques, etc., couronnent les mornes de splendides forêts vierges, où l'on rencontre aussi quelques arbres des forêts d'Europe.

En raison de son humidité, le climat serait très favorable à la création de pâturages, qui permettraient d'entreprendre fructueusement l'élevage. Mais cette industrie est absolument négligée et chaque année la Martinique doit importer un millier de bœufs, de Porto-Rico et de Vénézuela, ainsi qu'un certain nombre de chevaux de trait et de mulets des Etats-Unis.

La colonie ne tire pas non plus de ses cultures vivrières (manioc, patates, bananes, légumes, fruits), qui pourtant se sont développées dans ces dernières années (17,146 hectares, en 1887, au lieu de 12,732, en 1877), tout ce qu'elles pourraient donner. Elles ne produisent, en effet, que juste assez pour la consommation locale, alors qu'elles trouveraient sur le continent américain et dans les îles voisines des débouchés d'un rapport excellent.

La grande culture de la Martinique est celle de la canne à sucre, qui rencontre dans les pluies abondantes et dans la composition du sol riche en silice et en azote d'excellentes conditions. Elle couvre plus d'un quart de la surface totale de l'île et de moitié des terres en culture. Elle occupe 28,000 travailleurs et se pratique sur 510 habitations.

La canne se travaille à la fois dans les grandes usines, dites *usines centrales*, au nombre de dix-sept, presque toutes au nord de l'île et d'où sortent les deux tiers de la production, et dans deux cents petites sucreries agricoles annexées aux exploitations rurales. Les usines centrales puissamment outillées ont réalisé un grand progrès ; de petits chemins de fer à voie étroite, dont l'ensemble représente dans toute l'île un développement total de 182 kilomètres, y apportent la canne qu'ils ont chargée dans les exploitations. Les usines produisent du sucre blanc, dit *sucre turbiné* ou *sucre d'usine*, qui a à peine besoin d'être raffiné, et tirent un rendement de 75 kilogrammes de sucre par 1,000 kilogrammes de canne.

L'exportation du sucre a passé successivement de 15,000 tonnes en 1850 à 26,000 en 1857, 29,000 en 1867, 40,000 en 1877. Elle est restée depuis lors à ce chiffre (39,500 tonnes en 1888).

La distillation des mélasses donne le tafia, produit incolore et de médiocre qualité, et celle du jus de canne ou *veson*, donne le rhum, liquide coloré de qualité supérieure. Toutes les grandes habitations sucrières fabriquent du rhum, et il y a, en outre, notamment à Saint-Pierre, des industriels qui ne s'occupent que de cette fabrication et qui achètent leur matière première, soit dans les plantations environnantes, soit dans les îles voisines.

La production du rhum a progressé dans des proportions considérables ; elle est devenue dans ces derniers temps, à la suite de la baisse des sucres, une des grandes ressources de la Martinique dont les produits font concurrence avec un succès de plus en plus marqué à ceux de la Jamaïque. De 1,000,000 de litres en 1850, l'exportation s'est élevée à 6,600,000 en 1877 et à 8,800,000 en 1887.

La grande faveur qu'a value à la canne à sucre cette exploitation fructueuse a eu pour conséquence l'abandon presque complet de plusieurs cultures, comme celles du tabac et du coton, qui, au siècle dernier, avaient été la source de grandes fortunes. Le caféier qui couvrait, il y a cent ans, 6,000 hectares a disparu. Seule parmi les cultures secondaires, celle du cacaoyer est en progrès ; elle occupait, en 1887, 9,675 hectares.

Le commerce extérieur de la Martinique représente une valeur moyenne de 45 à 50,000,000 de francs. Depuis de longues années, la balance oscillait entre 28 et 30,000,000 de francs à l'entrée et 24 à 28,000,000 à la sortie. Mais elle a sensiblement fléchi dans ces derniers temps. En 1888, le commerce n'a été que de 22,917,000 francs à l'importation et de 23,455,000 à l'exportation, dont 21,502,000 en produits du crû de la colonie.

Ce dernier chiffre est fourni surtout par les sucres, soit à l'état brut (1,982,000 fr.), soit turbinés (13,302,000) et les eaux-de-vie de mélasse (rhums et tafias) 5,170,000 francs. Il faut y joindre une certaine quantité de bois de campêche (67,000 francs), de casse (51,000) et de peaux brutes (75,000). La presque totalité de ces produits est dirigée sur la métropole.

Cette dernière envoie en échange, des vins et liqueurs pour une somme de 1,000,000 de francs, des tissus, principalement des étoffes de lin et des cotonnades pour une somme à peu près égale, des conserves, des savons,

des ouvrages en métaux, des articles en cuir, des papiers, de la verrerie. Ces envois représentent à peu près le tiers de l'importation. Le reste consistant surtout en houilles, bois à construire, riz, farines et autres denrées alimentaires, vient des Etats-Unis, d'Angleterre et des colonies anglaises ou espagnoles.

Le mouvement de la navigation s'est chiffré, en 1888, par 484,000 tonneaux, dont la plus grande partie sous pavillon français.

Les deux principaux centres d'affaires sont Saint-Pierre qui est la ville commerciale, et Fort-de-France, siège du gouvernement, et dont le port muni d'une cale de radoub très bien outillée peut recevoir les navires du plus fort tonnage. Dans les premiers jours du mois de juillet 1890, cette dernière ville vient d'être détruite en grande partie par un incendie dont les dégâts sont évalués à 20,000,000 de francs.

2° *Guadeloupe*. L'île de la Guadeloupe, située parmi les petites Antilles, au nord de la Martinique, se compose de deux parties séparées par un canal appelé Rivière-Salée, l'une montagneuse, la *Guadeloupe* proprement dite, où se trouve la ville de la Basse-Terre, siège du gouvernement de la colonie; l'autre désignée sous le nom de *Grande-Terre*, peu accidentée et beaucoup plus sèche, a pour centre principal la Pointe-à-Pitre.

Indépendamment de cette île principale, la colonie de la Guadeloupe comprend cinq autres petites îles de moindres dimensions. Nous en donnons ci-dessous les noms, en indiquant la superficie et la population de chacune des parties de la colonie :

	Hectares	Habitants
Guadeloupe	118.106	131.501
Marie-Galante	14.927	14.215
Les Saintes	1.422	1.851
Désirade	3.063	1.398
Saint-Barthélemy	2.150	2.656
Saint-Martin	5.177	3.533
Total		165.154

Le sol de la Guadeloupe est couvert sur une étendue de 49,000 hectares de forêts renfermant des bois de toute sorte : on y compte plus de 250 essences, dont une vingtaine sont des bois d'ébénisterie fine. La flore, d'une grande richesse, comprend de nombreuses espèces industrielles fournissant la gomme, le gutta-percha, le caoutchouc et diverses substances tinctoriales.

Colonie de grande culture, comme la Martinique, la Guadeloupe a été atteinte plus sensiblement encore dans ces dernières années par la crise de l'industrie sucrière, aux difficultés de laquelle se joignent les embarras résultant de l'interdiction par le gouvernement anglais de l'immigration des coolies de l'Inde, mesure qui a rendu la main-d'œuvre excessivement rare, et restreint le travail dans un certain nombre d'exploitations. C'est ainsi que depuis 1882 les plantations de canne à sucre ont diminué de 2,431 hectares en six ans.

En 1888, cette culture exercée dans 518 habitations a occupé 40,000 travailleurs, et couvert 23,850 hectares, (plus de moitié des terres en culture).

A l'exception de 3,000 hectares environ à Marie-Galante, elle se répartit à peu près également entre les deux parties de la Guadeloupe. Mais les usines centrales sont pour la plupart (une vingtaine) à la Grande-Terre, dont la configuration se prête mieux à l'établissement des petits chemins de fer servant au transport de la canne. L'usine la plus importante est celle de l'Arbousier, près de la Pointe-à-Pitre.

Les sucreries et distilleries ont produit, en 1888, les quantités suivantes :

Sucre d'usine	65.512.168 kilogr.
Sucre brut	3.520.781 —
Sirops et mélasses	5.633.822 —
Tafia	5.422.865 litres.

Les autres cultures industrielles sont celles du café qui fait travailler 6,600 individus, du cacao, du coton, du tabac et du rocou, etc. Le relevé ci-dessus contient pour chacune d'elles les renseignements fournis par les statistiques de l'année 1888 :

	Nombre d'hectares	Nombre d'habitations	Produit
Café	3.392	949	653.432 lit.
			kilogr.
Cacao	1.119	264	212.277
Coton	188	251	57.585
Tabac	22	72	12.370
Rocou	632	42	609.123
Vanille	»	»	14.325
Casse	»	»	209
Girofle et poivre	»	»	123
Ramie	15	»	400

Le mouvement des échanges de la colonie comprend, en 1888, 22,916,000 fr., dont près de 8,000,000 venant de France (vins, ouvrages en métaux, tissus, etc.).

L'importation étrangère (Etats-Unis et Antilles espagnoles) consiste surtout en denrées alimentaires (farines, conserves, pâtes, animaux de boucherie), en houille, bois, etc.

L'exportation (25,384,000 francs de produits du crû de la colonie) est dirigée presque entièrement sur la France. Elle se compose des denrées suivantes :

Sucres d'usine	21.570.905 fr.
Sucres bruts	547.913
Café en grains	901.431
Eaux-de-vie de mélasse	998.326
Rocou	315.386
Campêche	363.918

Le mouvement de la navigation a été tant à l'entrée qu'à la sortie de 502 navires battant pavillon français, avec une jauge totale de 470,302 tonnes et de 542 bâtiments étrangers d'un tonnage de 166,111 tonnes.

4° *Saint-Pierre et Miquelon*. Les deux îles de ce nom ont été cédées à la France à la suite de la perte du Canada et de Terre-Neuve.

Elles ont ensemble une superficie de 20,623 hectares et une population de 6,000 habitants.

D'un intérêt des plus médiocres au point de vue des ressources du sol, cette colonie n'a de terrains utilisables pour la production que dans la partie de Miquelon désignée sous le nom de *Langlade* ou *Petite-Miquelon*; à défaut de cultures rendues presque impossibles par la rigueur du climat, on a pu y créer et y entretenir des prairies naturelles où, durant la belle saison, on engraisse des bestiaux importés du Canada ou des Etats-Unis pour être ensuite revendus.

Il n'y a guère à citer, en fait de produit naturel du pays, qu'une variété de pin connue sous le nom de *spruce*, dont on fabrique une bière qui sert de boisson aux habitants et se vend même pour le dehors.

Il existe, en outre, à Miquelon des gisements de fer, à fleur de terre; en 1877, une maison américaine fut sur le point d'en entreprendre l'exploitation, mais ne donna pas suite à ce projet.

En réalité, ce n'est pas de son sol, mais des mers qui l'entourent que la colonie tire sa subsistance : on peut dire, en effet, qu'elle vit presque exclusivement de la pêche et du mouvement d'affaires créé par cette industrie.

Située à proximité des côtes de Terre-Neuve et des fameux bancs où foisonne la morue, elle est le centre autour duquel gravitent la plupart des opérations auxquelles donne lieu la campagne de pêche qui attire régulièrement dans ces parages, de la fin d'avril au 1er octobre, une véritable flotte de bateaux français. Chaque année, en effet, plus de 600 navires montés par 13,000 marins sortent des ports de la Manche et de l'Océan : Dieppe, Fécamp, Granville, Saint-Malo, Paimpol, Saint-Brieuc, Bordeaux, Nantes, où se continue la tradition des grandes pêches maritimes et viennent chercher la morue, soit sur la partie du littoral de Terre-Neuve comprise entre le cap Raye et le cap Saint-Jean (French Shore), où le traité d'Utrecht et les traités subséquents nous ont réservé le privilège exclusif de la pêche avec le droit de préparer et sécher le poisson sur le rivage, soit au Grand-Banc ou, enfin, autour de Saint-Pierre et Miquelon.

De tout temps, ces lointaines expéditions ont été encouragées par l'Etat, qui trouve dans le personnel d'hommes ainsi exercés à la mer une ressource précieuse pour le recrutement de sa marine militaire. Un système de primes accordées suivant le nombre d'hommes embarqués et s'appliquant, d'autre part, aux produits de la pêche exportés sous pavillon français a jusqu'ici maintenu dans nos ports l'habitude de ces armements. Ce régime également appliqué depuis quelques années aux bateaux de la colonie y a développé la pêche côtière. Mais, indépendamment du travail que trouvent, sur les quatre cents petites embarcations locales qui se livrent à cette pêche, les habitants des deux îles, la préparation et l'expédition des morues capturées donnent lieu dans la colonie à une main-d'œuvre importante. Plusieurs maisons des ports français, notamment de Bordeaux, de Saint-Malo, de Granville et de Saint-Brieuc, ont des séchoirs à Saint-Pierre, d'où le poisson est dirigé, soit sur les entrepôts de la métropole, soit à l'étranger. De nombreux transbordements de morues simplement salées et expédiées « en vert » sont, en outre, effectués dans ce port sur des navires « chasseurs » qui les amènent en France.

La campagne de pêche apporte ainsi chaque année à Saint-Pierre un mouvement considérable qui, malgré les difficultés suscitées dans ces derniers temps à nos pêcheurs par la mauvaise volonté des autorités de Terre-Neuve, continue d'être pour la colonie la source d'un trafic relativement important. Le mouvement des échanges se chiffre, en effet, par une exportation de 12 à 14,000,000 de francs, représentant la valeur de 35 à 40,000,000 de kilogrammes de morues expédiées, soit en France, soit à l'étranger, et par une importation de 13 à 14,000,000 de francs d'objets d'approvisionnements de toute sorte (viandes fraîches ou salées, boissons, denrées de consommation, effets d'habillement et engins de pêche), dont un quart environ est fourni par la France.

On voit par ce rapide exposé qu'il reste singulièrement à faire dans le champ si étendu et si varié de l'exploitation des ressources offertes par les diverses parties du domaine colonial de la France. Mais, s'il est vrai que la somme de progrès possibles et désirables dépasse encore de beaucoup les résultats acquis, il serait injuste de méconnaître l'importance de ces derniers. En réunissant par exemple le mouvement des échanges de toutes nos possessions (Algérie, Tunisie et Indo-Chine comprises) on arriverait à un total d'au moins 1,000,000,000 de francs, dont plus de moitié représente le commerce avec la métropole. Le relevé des comptes spéciaux ouverts dans les tableaux dressés par l'Administration des douanes à nos principales colonies (Algérie, Sénégal, Guadeloupe, Martinique, Saint-Pierre et Miquelon, Guyane, Réunion, Mayotte, Nossi-Bé, Sainte-Marie, Indes françaises, Indo-Chine), donne en effet, pour 1888, les chiffres globaux ci-après :

Importations des colonies en France.	294.856.000 fr.
Exportations de France aux colonies..	242.600.000
Total.	537.456.000 fr.

Il n'est pas inutile de rapprocher de ce chiffre celui des sommes que coûte à la France l'entretien de ces mêmes possessions.

A défaut de bases suffisamment précises pour établir une évaluation complète embrassant les dépenses militaires qui sont la conséquence de l'occupation des divers territoires soumis à notre domination, on trouve du moins à cet égard, un élément d'appréciation exact dans la partie de nos budgets où figurent les allocations versées aux colonies à titre de subvention. Pris en bloc, le chapitre qui contient les crédits de cette nature ressort pour les derniers exercices au chiffre de 55,000.000 de francs, et ce chiffre se ramène à 40,000,000, si l'on en déduit les frais du service pénitentiaire et quelques autres dépenses accessoires du même genre.

Travailler d'une part à réduire de plus en plus le montant de cette contribution, et de l'autre à augmenter le mouvement d'affaires qui représente la compensation des charges assumées par la France pour l'œuvre de son expansion coloniale, tel est le double objectif qui s'impose avec une évidence trop rigoureuse pour qu'on l'ait jamais contesté théoriquement, mais dont on ne s'est sérieusement efforcé que dans ces derniers temps, il faut bien le reconnaître, d'obtenir la réalisation pratique.

Nous devons nous borner à signaler ici comme un gage des heureux effets qu'il est permis d'attendre de la nouvelle direction donnée à l'administration des colonies depuis la création d'un sous-secrétariat d'Etat placé sous l'autorité du ministre du Commerce, les récentes mesures qui ont été prises en vue de doter plusieurs de nos possessions de ressources propres, en même temps que d'une organisation plus rationnelle et d'un régime économique plus conforme à leurs véritables intérêts et à ceux de la métropole.

On sait d'ailleurs que la réforme de la législation douanière applicable aux colonies est en ce moment à l'étude, et fait partie des questions que le Parlement aura prochainement à trancher en déterminant dans une revision d'ensemble, destinée à recevoir ses effets à partir de 1892, les bases nouvelles de notre politique commerciale.

Actuellement, aux termes de la loi du 7 mai 1881, les produits naturels ou fabriqués originaires de nos colonies et établissements sont admis en franchise dans les ports de la métropole, à l'exception d'un certain nombre de denrées de consommation (cacao, café, cannelle, chocolat, girofle, muscade, piment, sucre, vanille) soumises aux droits du tarif général, dont les conditions ont été toutefois atténuées pour certaines d'entre elles, comme les sucres, par l'application de détaxes importantes.

Quant au régime d'entrée dans nos possessions, à l'exception de l'Algérie qui, depuis 1885, est assimilée à la France au point de vue douanier, il est entièrement indépendant de celui de la mère-patrie et résulte d'une législation spéciale. Les droits de douane y sont établis, soit par le gouvernement métropolitain au moyen de décrets rendus en Conseil d'Etat, soit pour les trois colonies régies par le sénatus-consulte du 4 juillet 1866 (Martinique, Guadeloupe, Réunion), par des délibérations du Conseil général rendues exécutoires au moyen de règlements d'administration publique.

Il existe, en outre, dans un certain nombre de nos possessions des droits d'octroi de mer, véritable impôt municipal, qui frappent les marchandises de toute provenance et qui, dans les trois colonies régies par le sénatus-consulte de 1866, sont votés par le Conseil général. — L. R.

Les colonies françaises à l'Exposition de 1889. Les colonies françaises ont été sans

contredit, avec la tour Eiffel, le grand succès populaire de l'Exposition de 1889; les soldats indigènes, les pousse-pousse, la *nouba* des tirailleurs algériens et les marchands de sucreries de toutes sortes ont fait la joie des visiteurs, et leurs habitations, huttes ou palais, encombraient de la façon la plus pittoresque l'esplanade des Invalides. C'est la première fois que l'on groupait de cette façon et avec cette importance les produits des colonies, et il en est résulté un effet moral considérable sur la masse de la nation. Les résultats en sont déjà appréciables, et l'on peut dire qu'une ère nouvelle datera pour nos possessions d'outre-mer, de cette fête à laquelle les nations civilisées avaient convié les peuples barbares soumis ou protégés.

Nous avons déjà donné dans ce *Supplément* une place très importante à l'Algérie, nous n'y reviendrons pas; de même un article spécial sera consacré à nos colonies d'Indo-Chine; nous allons rappeler en peu de mots la part prise par les autres à l'Exposition.

D'une manière générale, on peut regretter que, malgré la longue préparation de cette Exposition, les documents à la portée des visiteurs et des commerçants, aient souvent manqué de caractère utile, ce qui dénote une organisation encore bien incomplète dans notre administration coloniale, beaucoup plus portée à entasser des documents, qu'à présenter habilement et pratiquement des données utiles aux colons et aux exportateurs. Mais presque partout les envois des exposants ont été remarquables, et le côté pittoresque, bâtiments types indigènes, échantillons alimentaires, costumes, armes, photographies, a été très soigné.

Au centre de l'Esplanade, on avait élevé un pavillon central destiné à contenir tous les documents officiels que possède le gouvernement, et à abriter les colonies trop petites ou trop pauvres pour se donner le luxe d'un emplacement spécial. L'architecte, M. Sauvestre, avait résolu fort habilement le problème d'être personnel sans exciter les jalousies locales, en cherchant un genre de construction qui ne fût propre à aucune colonie. Ce grand palais de briques, avec ses revêtements de boiseries rouges était gai et simple, d'une originalité sans affectation et sans lourdeur.

Au rez-de-chaussée, les produits de l'Inde française, étoffes brillantes et chamarrées, avaient pour principal exposant un Anglais, Rhunegna, dont plusieurs ouvriers aux yeux superbes donnaient un échantillon de leur savoir-faire; puis venaient La Réunion et la Nouvelle-Calédonie, qui peut-être, la dernière surtout, auraient pu exposer séparément; Saint-Pierre et Miquelon, Assinie, Obock, qui n'envoyaient presque rien; le Gabon encore moins, et le Sénégal, qui, lui, occupait deux salles avec de beaux spécimens de produits agricoles; enfin, pour terminer, la Martinique, pays de sucre et de café, et la Guyane. Au fond, on avait groupé les vitrines de l'Exposition coloniale permanente installée à Paris au palais de l'Industrie, et qui est malheureusement si peu connue; à côté les résultats dus aux diverses missions coloniales, et dans les pavillons situés aux angles, toute l'administration; organisation des pénitenciers à la Guyane et à la Nouvelle-Calédonie, travaux publics, génie civil, instruction publique, dont la partie la plus curieuse peut-être était dans la section indo-chinoise, où les devoirs des écoliers sont faits en français et en annamite. Ce côté pratique, trop peu vu par le public, parce que, ainsi que nous l'avons regretté, il n'était pas présenté d'une façon attrayante et facilement compréhensible, n'en était pas moins un effort sérieux, complété à côté par un bureau de renseignements, où d'ailleurs tout était traité d'une façon peut être trop optimiste.

On comprendra que nous ne nous appesantissions pas sur le détail de ces expositions qui étaient toutes à peu près les mêmes; derrière les vitrines, échantillons de faune et de flore, de minerais, en petit nombre, sauf en ce qui concerne la Nouvelle-Calédonie; dans les bocaux, nombre de céréales, de vins, d'huiles, de sucres, etc., dont nous ne pouvons nous occuper ici; sur les murs des trophées, des panoplies, des tableaux fort bien faits et fort intéressants, retraçant les types et les paysages.

La Guadeloupe s'était donné le luxe d'un pavillon séparé, coquet et fort joliment aménagé. La curiosité de son exposition était un petit modèle d'usine à sucre et à rhum.

L'habitation malgache et le pavillon de Madagascar n'étaient pas moins curieux.

Citons çà et là quelques noms: tout d'abord celui de M. Louis Henrique, commissaire général, et celui de M. Noirot, administrateur du Sénégal, qui est parvenu à organiser supérieurement sa section, grâce au concours de chefs indigènes, et à ses collections particulières Puis M. Neïs, commissaire du Gabon; le lieutenant Boffard-Coquard, l'ingénieur Schussel, et Mme Picqueux, commerçante à Libreville.

Voilà pour le côté réellement technique et instructif de l'exposition coloniale, dont nous avons, rappelons-le, enlevé les trois éléments d'avenir, l'Algérie, la Tunisie et l'Indo-Chine; nous donnerons, pour compléter le tableau de l'Esplanade des Invalides, l'énumération des nombreuses reconstitutions indigènes, habitations, palais, forteresses, temples et mosquées, garnies presque tous avec des éléments du pays. C'était: les restaurants créole et annamite, qui n'avaient guère d'exotique que le nom, fort heureusement peut-être; la tour de Saldé, type des blockhauss construits par le général Faidherbe, et qui, bien approvisionnés, sont imprenables pour des troupes nègres; c'est ainsi que la tour de Médine, défendue par Paul Holl et vingt-cinq hommes, fut attaquée inutilement pendant quatre mois par plusieurs milliers de toucouleurs; puis, comme comparaison, les fortifications nègres de Kédougou (Soudan), une grande case en bois venant de Saint-Louis, avec ses meubles indigènes; une plus simple, type des habitations de l'intérieur: une case toute en terre sèche, murs et mobilier; une mosquée, et une sorte d'hôtel de ville (!) des Pouls; un atelier de bijouterie à Saint-Louis, des cases encore de l'intérieur africain, des tentes de Maures, un haut fourneau des forgerons du Fouta-Djallon, un *sak* ou grenier à mil, un poste de gardien de récoltes.

Passons à un autre continent. Voici la pagode des dieux annamites, le palais de l'Annam et du Tonkin, le théâtre annamite, dont les hurlements assourdissent les alentours; le village tonkinois et ses ouvriers, les serres coloniales pleines de merveilles, le village canaque, et enfin, pour terminer, la case d'un concessionnaire français à la Guyane. La maçonnerie de tous ces divers édifices a été faite par des ouvriers français, mais la décoration a été presque partout confiée à des spécialistes indigènes.

Tous ces éléments si disparates en apparence se sont trouvés groupés de deux façons sous les yeux du public, d'abord par la constitution de la garde indigène, où on pouvait voir, conduits par un officier français, un adjudant noir et des sergents jaunes, les tirailleurs algériens bien connus depuis la guerre de Crimée, les tirailleurs annamites, vifs et bons enfants, les Sénégalais et les Sakalaves, les contingents tonkinois et les cipayes indiens; puis, dans les grandes fêtes coloniales du soir, où à la lumière électrique, défilaient les cavaliers arabes, tunisiens et sénégalais aux brillants costumes, et aux chevaux bizarrement harnachés, les janissaires à pied, la *nouba* et sa musique éclatante, les femmes canaques, sénégalaises, javanaises, dans les pousse-pousse tout spécialement réquisitionnés, les canaques en costume de guerre, les pahouins armés de lances et d'énormes boucliers, la musique annamite, toujours assourdissante, précédant l'immense dragon à la gueule effroyable, et que dix hommes portaient à peine en lui faisant prendre les plus

extraordinaires contorsions. Tout ce spectacle faisait la joie de la foule et présentait, par le rapprochement d'éléments aussi divers, empruntés à tous les coins du monde, un spectacle véritablement merveilleux et inoubliable.

COLORANTES (Matières). Cette question importante a déjà fait l'objet de bien des articles dans le *Dictionnaire* (V. ANILINE, BLEU, BRUN, COLORANTES (Matières), JAUNE, ORANGE, ROUGE, VERT, VIOLET), et reparaît encore sous les mêmes titres au *Supplément*. Nous voulons ici jeter un simple coup d'œil : 1° sur l'ensemble des progrès accomplis dans ces dix dernières années ; 2° sur les nouveaux produits colorants qui se rattachent à chaque série ; 3° sur la synthèse des colorants naturels ; 4° sur la relation du pouvoir chromatique avec la constitution des corps ; 5° sur la classification.

I. Dans ces dix dernières années, 1880-1890, tous les plus éminents chimistes de l'Allemagne et de la Suisse, et quelques-uns de l'Angleterre et de la France, ont travaillé à l'envi dans le champ de la fabrication des matières colorantes artificielles. Quelle fut la moisson recueillie après tant d'activité déployée ? Il faut le reconnaître, les chimistes n'ont pas trouvé de nouvelles séries de matières colorantes ; ils connaissaient en 1880 toute la gamme des couleurs du triphénylméthane acides et basiques, les phtaléines, les safranines, les indulines, les azoïques avec les chromogènes basiques (chrysoïdines) et acides (tropéolines), la série de l'alizarine et les dérivés thioniques (violets de Lauth et bleus de méthylène). Toutes ces découvertes industrielles étaient faites, qu'avons-nous à mettre en regard comme série nouvelle dans la période de ces dix dernières années ? L'Exposition universelle de 1889 a fait entendre la même note à ceux qui ont su l'interpréter. L'abstention totale de l'Allemagne qui est toujours sans conteste la grande puissance pour la fabrication des colorants, et l'abstention presque totale de la Suisse qui se place au second rang, et qui n'était représentée que par une seule maison, ne peuvent nullement venir modifier cette conclusion pour ceux qui suivent avec intelligence le mouvement commercial de cette intéressante industrie. Ceux qui ne voient que les affaires qui se traitent chaque jour et les produits nouveaux qui sont offerts chaque semaine à la clientèle, pourraient récuser notre appréciation. On a sans doute fabriqué de nouvelles safranines, de nouvelles indulines, de nouvelles phtaléines et rhodamines, on a surtout fabriqué de nouveaux azoïques de toutes nuances, jaunes, orangés, marrons, bruns, rouges, violets, bleus, noirs, azoïques simples, doubles, triples et quadruples, mixtes, symétriques ou non, pour la laine et pour le coton. Il y a là certes un progrès incontestable, mais si on a développé, exploité, perfectionné, on n'a guère *créé* ; on a rencontré quelques *filons*, mais on n'a pas découvert de nouvelle *mine*.

Cependant, et c'est sur ce point que nous voulons rendre hommage aux chimistes de la dernière période, tous les procédés de fabrication ont été discutés et améliorés, de nouvelles méthodes générales ont été trouvées, de nouvelles marches synthétiques ont mis aux mains des chimistes de nouvelles ressources pour la solution des problèmes, les formules de constitution ont été démontrées, on a établi la théorie de presque toutes les séries, posé les principes scientifiques de fabrication de chacune d'elles, mis en évidence les liens qui unissent les colorants ou les séries de colorants, on a pénétré plus avant dans les causes intimes de la génération de la couleur ou du pouvoir colorant des corps, on a mieux expliqué les isoméries de position ; voilà certes un immense travail qui n'a peut-être qu'un médiocre intérêt pour le praticien, mais qui est de la première importance pour le savant et qui a exercé indirectement une influence profonde sur les méthodes de fabrication des colorants et même sur la chimie générale.

II. Dans le grand nombre de produits nouveaux qui ont été fabriqués dans ces dix dernières années, beaucoup n'ont pas été accueillis par l'industrie et sont rentrés dans les laboratoires pour n'en plus sortir ; quelques-uns seulement ont pu réunir les conditions de prix, de facilité d'emploi, de richesse de nuance, de solidité relative pour être employés couramment. Parmi ces produits nouveaux industriellement appliqués, il convient de citer les bleus Victoria, les bruns solides, le brun d'anthracène, l'auramine et la tartrazine, le violet cristallisé, le ponceau de crocéine et des tétrazo pour coton, des noirs pour laine — V. *Dictionnaire* et *Supplément*, BLEU, BRUN, JAUNE, NOIR, ORANGÉ, ROUGE, VERT, VIOLET.

III. Les colorants artificiels continuent à lutter indirectement et directement contre les colorants naturels dans le champ des applications à la teinture et à l'impression. La nouvelle palette du teinturier avec les matières colorantes des usines est plus riche que l'ancienne palette avec les matières colorantes du règne organique. Sans doute les chimistes ne fabriquent pas l'acide carminique de la cochenille, le purpurate d'ammoniaque (murexide), analogue sinon identique à la pourpre des anciens, matière colorante d'un coquillage du genre *murex*, l'hématoxyline du campêche, la brésiline du bois rouge, la santaline du santal et du calliatour, la bixine du rocou, l'anchusine de l'orcanette, la lutéoline de la gaude, la rhamnine des graines de Perse, la curcumine du curcuma, la quercétine de quercitron, la maclurine du bois jaune, la chlorophylle des parties vertes des plantes, les chimistes ne fabriquent pas tous ces principes immédiats colorants ou colorables, mais ils fabriquent comme par enchantement des colorants artificiels, qui sont formés de toutes pièces, qui ne sont pas des reproductions de colorants naturels, mais des produits absolument nouveaux, des édifices moléculaires qui ne sont réalisés que dans les laboratoires et qui, répondant isolément aux nuances les plus diverses, permettent d'atteindre par leur mélange la conformité de tous les échantillons.

C'est ainsi d'une manière détournée, par cette lutte indirecte, que l'importance des colorants naturels est battue en brèche. Le campêche, par exemple, qui servait à la teinture en violet, en

bleu, en noir, la nuance variant avec la nature des mordants, après avoir été délaissé pour les bleus et les violets, est poursuivi dans ses derniers retranchements, dans les noirs, où il est remplacé souvent pour le coton par le noir d'aniline et sur laine par les noirs de naphtazarine (noir d'alizarine) et surtout par les noirs tétrazoïques (noir azoïque ou noir bleu, noir de naphtol, noir pour laine (V. *Supplément*, NOIR). L'indigo de cuve, le sulfate d'indigo et le carmin d'indigo pour lesquels on comptait toujours sur l'indigotier, ne sont plus seulement remplacés par le bleu d'anthracène qui menace de les supplanter, mais souvent aussi par des violets et des verts, si avantageux comme prix, comme richesse de couleur et facilité d'emploi, qui, en apportant eux-mêmes du bleu, diminuent la consommation du bleu traditionnel d'indigo. Les colorants jaunes naturels ne sont-ils pas aussi de plus en plus délaissés pour les jaunes, les verts et les orangés nouveaux qui les remplacent dans un si grand nombre de nuances composées?

Mais la chimie n'est pas moins envahissante dans sa marche directe, par la voie des synthèses, dans le domaine des colorants naturels. Elle a réalisé scientifiquement la synthèse de l'orcéine, de l'indigotine et industriellement celle de l'alizarine.

a) L'*orcéine* (V. ce mot au *Dictionnaire*) est la matière colorante de l'orseille, développée par la réaction de l'ammoniaque et de l'oxygène sur l'*orcine*, matière colorable. Que l'on écrive avec M. Hanriot :

$$\underset{\text{Orcine}}{C^7H^8O^2} + \underset{\text{Ammoniaque}}{AzH^3} + O = \underset{\text{Orcéine}}{C^7H^7AzO} + 2H^2O$$

ou avec Wagner, Renard, Wurtz (*Dictionnaire de Chimie*) :

$$C^7H^8O^2 + AzH^3 + O^3 = C^7H^7AzO^3 + 2H^2O$$

ou avec Wurtz :

$$2C^7H^8O^2 + AzH^3 + O^3 = C^{14}H^{13}AzO^4 + 3H^2O$$

et

$$2C^7H^8O^2 + 2AzH^3 + O^4 = C^{14}H^{12}Az^2O^3 + 5H^2O$$

que l'on rejette pour les formules de l'orcéine C^7H^7AzO et même $C^7H^7AzO^3$, pour admettre, avec Lieberman que l'orseille comprend deux colorants séparables par les dissolvants, et représentés par les formules $C^{14}H^{12}Az^2O^3$ et $C^{14}H^{13}AzO^4$, un point admis par tous c'est que l'ammoniaque et l'oxygène, réagissant sur l'orcine, produisent le colorant des teinturiers désigné sous le nom d'*orseille*. Il fallait donc produire l'*orcine* c'était là tout le problème. Dans les conditions de préparation de l'orseille naturelle, l'orcine provenait du dédoublement de l'érythrine, de l'acide orsellique ou orsellinique, de l'acide lécanorique, de l'acide évernique, qui viennent de la plante. Dans l'industrie l'orcine ou ditoluol α

$$C^6H^3\begin{cases}CH^3\ (1)\\OH\ (2)\\OH\ (3)\end{cases}$$

est obtenue en traitant le chlorotoluènesulfonique par la potasse caustique :

$$C^6H^3\begin{cases}CH^3\ (1)\\Cl\ \ (2)\\SO^3H\ (3)\end{cases} + 3KOH = C^6H^3\begin{cases}CH^3\ (1)\\OH\ (2)\\OH\ (3)\end{cases} + KCl + SO^3K^2 + H^2O$$

Les colorants de l'orseille, quels qu'ils soient, dérivant de l'orcine peuvent donc être reproduits synthétiquement mais le prix de revient des colorants naturels ne ferait pas de la fabrication de l'orcine une industrie rémunératrice. Du reste la chimie tend à remplacer l'orseille par d'autres colorants dans les nuances composées.

b) Les dioxyanthraquinones isomères sont au nombre de dix dont une seule est employée comme matière colorante, c'est l'*alizarine*

$$C^6H^4\begin{cases}CO\\CO\end{cases}C^6H^2(OH)^2(1,2).$$

Grœbe, Lieberman et Caro qui ont résolu le problème de la fabrication de l'alizarine artificielle ont eu la bonne fortune de rencontrer précisément celui des dix isomères qu'ils cherchaient et la plus importante des matières colorantes naturelles fut détrônée. Plusieurs départements du Midi de la France dont la culture de la garance faisait la principale richesse durent chercher et cherchent encore une compensation dans la culture de la ramie. A un étranger qui visitait Avignon il y a dix ans, et qui demandait où se trouvaient ces plantations célèbres qui avaient fait d'Avignon l'un des marchés les plus importants pour la garance, son cicérone répondait : « Hélas ! Monsieur, on n'en cultive plus. — Et pourquoi ? — Ah ! maintenant, voyez-vous, ça se fait tout avec des machines ». La garance contient encore un autre colorant rouge, c'est la purpurine, une des six trioxyanthraquinones connues. La chimie qui fabrique l'alizarine et qui peut faire aussi la quinizarine peut reproduire la purpurine naturelle en oxydant soit l'alizarine, soit la quinizarine. Mais cette synthèse ne donne pas lieu à une industrie. L'alizarine pour rouge fabriquée industriellement par des procédés analogues à ceux de l'alizarine pour violet, correspond à deux isomères de la purpurine naturelle, l'anthrapurpurine et la flavopurpurine qui sont deux matières colorantes pouvant suppléer la purpurine, plus ou moins mélangée de xanthopurpurine qui est aussi admise dans la garance. — V. ALIZARINE.

c) La synthèse de l'indigotine a été l'objet des recherches les plus ingénieuses et des travaux les plus remarquables de l'un des premiers chimistes de l'Allemagne, Frédéric Bœyer. Dix méthodes différentes ont été imaginées et ont conduit expérimentalement au résultat cherché, mais les rendements pratiques n'ont pas encore permis jusqu'à présent de lutter avec avantage contre ce colorant qui nous vient des Indes, et qui reste le vénérable représentant de la plus ancienne teinture du monde. — V. INDIGOTINE.

IV. Cet aperçu sur la synthèse des colorants naturels nous pose en face d'un problème du plus haut intérêt pour tous les chimistes qui s'occupent spécialement de fabrication des matières co-

lorantes artificielles. Peut-on et comment peut-on en partant d'un même composé incolore et par des substitutions d'atomes ou de groupes d'atomes incolores aussi, arriver à des matières colorantes les plus magnifiques et les plus variées?

D'abord tout surprenant qu'il soit, tout impossible qu'il eût pu paraître encore dans la première moitié de notre siècle, le fait est incontestable. La benzine incolore étale à nos yeux, avec toutes les richesses de coloration de l'arc-en-ciel, la palette de magiques nuances auxquelles elle donne naissance et d'autre part ou inversement ces colorants peuvent avec la plus grande facilité devenir des composés incolores différents du corps primitif.

Ce fait qui s'impose par son évidence peut-il s'expliquer? A priori l'on conçoit que si l'on change un édifice moléculaire par l'introduction d'un ou de plusieurs atomes ou groupes d'atomes le nouvel édifice peut être incolore et transparent, ou blanc et opaque, ou coloré d'une manière quelconque, suivant sa propriété de laisser passer ou de renvoyer toute la lumière blanche ou de réfléchir seulement la lumière de longueurs d'ondes déterminées. Ce résultat facile à prévoir d'une manière générale a été démontré par des mesures directes dans des travaux remarquables dus à Gladstone et Dale, à Wüllner, à Landolt et Bayley et commencés déjà il y a plus de trente ans.

La conclusion des derniers travaux (Bayley), est que la propriété pour certains corps de donner des composés colorés est une fonction périodique du poids atomique. Avec les acides incolores il n'y a que les oxydes des métaux occupant un minimum de la *courbe des volumes* qui puissent donner des sels colorés. La cause de cette relation nous est encore inconnue.

Si la couleur des composés dépend de la nature des atomes, un certain nombre d'entre eux seulement donnant des composés colorés, la nature de cette couleur est soumise à l'influence de deux conditions : influence des autres éléments constituants, quand même ils n'auraient pas par eux-mêmes de coloration, et influence de la structure de la chaîne atomique. La raison de ces influences, comme aussi les lois suivant lesquelles elles s'exercent, sont encore pour le moment des mystères.

Depuis 1868, Grœbe, Witt, Liebermann, G. Kruss et d'autres, ont voulu approfondir cette intéressante question, mais ne sont arrivés, et pour les seuls composés organiques, qu'à des règles empiriques résumant leurs observations expérimentales sur les relations entre la couleur des composés et la structure des chaînes atomiques. En 1868, Grœbe et Liebermann faisaient remarquer l'influence de l'hydrogène pour transformer les colorants organiques en leukodérivés (incolores) et l'influence de l'oxygène sur ces derniers pour les ramener à l'état de colorants. Ils montrèrent ensuite l'influence sur la coloration de la jonction des atomes d'oxygène dans les dérivés quinoniques, de deux atomes d'azote dans les dérivés azoïques. Nietzki a fait voir le rapport existant entre le ton de quelques couleurs et la grandeur du poids moléculaire. G. Kruss et S. OEkonomides ont commencé, dès 1883, l'étude méthodique de cette question. Liebermann a étudié dès 1880 le rapport qui existe entre la florescence des dérivés de l'anthracène et leur constitution. Witt, dès 1775, posait en règle que la nature d'une matière colorante est déterminée par la présence simultanée de deux radicaux ou groupes d'atomes, l'un le radical *salifiant*, acide comme l'oxhydryle (OH) ou basique comme l'amidogène (AzH^2), l'autre le radical *chromophore* ne contenant que de l'azote, de l'oxygène ou une combinaison de ces deux corps. Pourtant tous les corps qui contiennent ces deux groupes ne sont pas des matières colorantes, il faut encore souvent tenir compte de la structure de la chaîne atomique, et la constitution des chromophores a dû prendre souvent une forme plus compliquée (V. *Dictionnaire*, TEINTURE, § *Matières colorantes*). Contrairement à toute prévision, le groupe sulfoxyle SO^3H et le carboxyle CO^2H qui sont franchement acides bien plus que l'oxhydryle et le groupe AzH^3, OH ammonium hydroxyle bien plus basique que AzH^2, sont incapables comme groupes salifiants de donner des colorants avec les *chromogènes*, corps contenant un chromophore. Les chromogènes, pourvus d'un radical salifiant convenable ont donc un caractère acide ou basique suivant la nature de ce radical, et peuvent teindre sans mordant la laine qui joue suivant les cas le rôle d'acide ou de base.

5° *Classification*. Cette question a déjà été touchée (V. *Dictionnaire*, COLORANTES (Matières) et TEINTURE, § *Matières colorantes*) ; nous y revenons pour orienter le jeune chimiste qui poursuivrait des études sur les matières colorantes artificielles ou le teinturier qui voudrait connaître dans une nuance les derniers colorants. Pour le premier, nous donnons l'aperçu qui suit, nous renvoyons le second à BLEU, BRUN, JAUNE, NOIR, ORANGÉ, ROUGE, VERT, VIOLET.

I. On sait quelle importance les travaux des frères Fischer ont reconnue au *triphénylméthane* (V. ce mot). C'est à cet hydrocarbure, $C^{19}H^{16}$, que se rattachent les rosanilines, les aurines, les phtaléines.

Le triphénylméthane, $H-C\equiv(C^6H^5)^3$, a pour dérivé, le triphénylcarbinol, $OH-C\equiv(C^6H^5)^3$, qui devient ou le triamidotryphénylcarbinol

$$C(OH)(C^6H^4.AzH^2)^3$$

(rosaniline *libre*), ou le trioxytriphénylcarbinol

$$C(OH)(C^6H^4.OH)^3,$$

dont l'anhydride est l'aurine

$$C\begin{cases}=(C^6H^4.OH)^2\\ -C^6H^4.O-\end{cases}$$

ou le dioxytriphénylcarbinolcarboxylique

$$OH-C\begin{cases}=(C^6H^4.OH)^2\\ -C^6H^4.CO.OH\end{cases}$$

dont l'anhydride est la phtaléine du phénol

$$C\begin{cases}=(C^6H^4.OH)^2\\ -C^6H^4-\\ |\quad\quad|\\ O-CO\end{cases}$$

Les *phtaléines* par hydrogénation avec fixation de deux hydrogènes deviennent des *phtalines*, exemple :

$$H-C\begin{cases}(C^6H^4.OH)^2\\C^6H^4.CO.OH\end{cases}$$

et avec fixation de deux nouveaux hydrogènes des *phtalols*, exemple :

$$H-C\begin{cases}(C^6H^4.OH)^2\\C^6H^4.CH^2.OH\end{cases}$$

Les phtalines par déshydratation ou enlèvement de H^2O deviennent des *phtalidines* qui par oxydation se transforment en *phtalidéines*. Les phtaléines, les phtalines, les phtalidines, les phtalidéines peuvent avoir leurs formules de constitution calquées ou sur les schémas du triphénylméthane, ou sur les schémas de la phtalophénone ou diphénylphtalide

$$C^6H^4\begin{cases}C=(C^6H^5)^2\\CO\end{cases}>O$$

pour les phtaléines, du triphénylméthane carboxylique

$$C^6H^4<\begin{matrix}CH=(C^6H^5)^2\\CO.OH\end{matrix}$$

pour les phtalines, du phénylanthranol

$$C^6H^4\begin{cases}C-C^6H^5\\|\\C-OH\end{cases}>C^6H^4$$

pour les phtalidines et du phényloxanthranol

$$C^6H^4\begin{cases}C(OH)-C^6H^5\\CO\end{cases}>C^6H^4$$

pour les phtalidéines.

Le tableau suivant donne un aperçu des matières colorantes rattachées au triphénylméthane :

I. Dérivés amidés du triphénylméthane	triamidés : rosaniline	rouges		fuchsines.
		violets		Hoffman.
				de méthyle.
				de phényle.
				de Paris.
				de benzyle.
				hexaméthylé.
		bleus		de Lyon
				de diphénylamine.
				alcalin.
				soluble.
				Victoria.
		verts		à l'aldéhyde.
				à l'iode.
				de méthylaniline.
	diamidés :	verts nouveaux		malachite.
				Victoria.
				brillant.
				acide liquide.
				Guinée.
Dérivés hydroxylés du triphénylméthane	aurine.			
	acide rosolique.			
	corallines	jaune.		
		rouge.		

Dérivés hydroxylés et carboxylés du triphénylméthane	phtaléines	avec résorcine		rhodamine.
				éosine.
				érythrosine.
				safrosine.
				érythrine.
				chrysoline.
				phloxine.
				rose Bengale.
				auréosines.
				rubéosines.
				primerose.
				pyrosines.
		avec pyrogallol		galléine.
	phtalidéines	avec galléine		céruléine.

II. La deuxième série également importante pour le nombre de ses colorants est la série azoïque. Elle comprend :

1° Des azo	basiques		jaune d'aniline (mono).
			chrysoïdine (bi).
			brun Bismarck (tri).
	acides		tropéolines Y-O-D-OO-OOO n°s 1 et 2 OOOO.
			rouges solides A.B.C.D.
			ponceaux *n*R et *n*J et de crocéine.
			Bordeaux R et J.
			Bruns solides.
			Jaune d'alizarine.
2° Des disazo ou tétrazo	avec benzidine		chrysamine (flavophénine)
			rouge Congo.
	avec tolidine		*benzopurpurine*.
			bleu azoïque.
			Congo brillant.
	avec orthodianisidine		benzazurine.
			rosazurine.
			héliotrope.
	avec amidoazobenzoldisulfo		noir pour laine.
	avec α-naphtylamine sulfo et β-naphtylamine et sel R		noir azoïque.
	avec α-amidoazonaphtaline bisulfo et sel R		noir de naphtol.
	avec rhodamine		rouges Carnot.
	avec diamidostilbène		jaune brillant.
			chrysophénine.
	avec deux mol. de diazo		bruns solides.

3° Des trisazo ou hexazo. brevetés le 4 mars 1887, par M. le Dr Ludwig Paul.

$$C^6H^4-Az=Az-C^6H^4-Az=Az-C^{10}H^5AzH^2$$
$$|\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad|$$
$$C^6H^4-Az=Az-C^{10}H^5<\begin{matrix}AzH^2\\SO^3Na\end{matrix}\qquad SO^3Na$$

bleu d'azodiphénylène.

4° Des octoazo	brevetés en Allemagne, par Leipziger, anilinfabrik Bœyer und Kegel.	
5° Des oxyazo	*a*) proprement dits, jaune soleil ou curcumine S.	
	b) tétrazotés, rouges de Saint-Denis.	
6° D. hydrazo	avec dioxytartrate	tartrazine.

7° Des azines	eurhodines.
	safranines, mauvéines.
	indazine, bleu neutre, bleu de Bâle.
	violet neutre.
8° Des oxazines	gallocyanine, bleu gallamique.
	bleus de Meldona et du Nil, muscarine.
9° Appendice aux azo	indulines, nigrosines, nigrisine, éméraldine.
	nigraniline.
	noir d'aniline.
	noir Monnet.

III. Une troisième série de beaucoup plus importante, non par le nombre de colorants qu'elle a fournis, mais par le chiffre d'affaires auquel elle a donné lieu, c'est celle de l'anthracène comprenant : alizarines pour rouges, alizarines pour violet, orange d'alizarine, bleu d'anthracène, brun d'anthracène, phosphine. — V. *Supplément*, ANILINE et JAUNE.

IV. Colorants nitrés	acide picrique.
	jaune Victoria.
	jaune de naphtol.
	aurantia.
V. Colorants nitrosés	dinitrosorésorcine.
	bleu de résorcine.
	vert de naphtol B.
VI. Indophénols	indophénol ou bleu de naphtol.
VII. Série thionique	colorants de Lauth (violet).
	bleu de méthylène, de butylène, de méthylbutylène.
	primulines, thioflavine.
	bleu de toluène.
	rouge de méthylène, azur de méthylène.
VIII. Divers	noir d'alizarine.
	galloflavine.
	francéines.

Ces colorants dérivés du goudron forment une branche d'industrie qui se développe tous les jours. Ce tableau général se complète par les aperçus sur les différentes nuances de colorants.

Remarques : 1° les chimistes ont divisé les dérivés azoïques en :

a) Azo, qui ont pour formule générale :

$$\begin{matrix} Az-R \\ \| \\ Az-R' \end{matrix}$$

R et R' sont liés aux Az par le carbone.

b) Diazo :

$$\begin{matrix} Az-R \\ \| \\ Az-R' \end{matrix}$$

la liaison avec Az ne se fait pas par le carbone dans R ou R'.

c) Disazo ou tétrazo :

$$\begin{matrix} R-Az=Az- \\ | \\ R-Az=Az- \end{matrix}$$

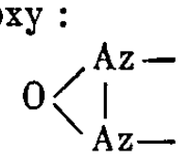
d) Trisazo ou hexazo :

$$R<\begin{matrix} Az=Az-R-Az=Az- \\ Az=Az- \end{matrix}$$

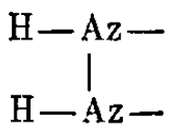
e) Octoaz :

$$R<\begin{matrix} Az=Az-R-Az=Az- \\ Az=Az-R-Az=Az- \end{matrix}$$

f) Oxyazo ou azoxy :



g) Hydrazo :

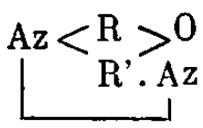


h) Azines :



les Az sont liés en situation *para*.

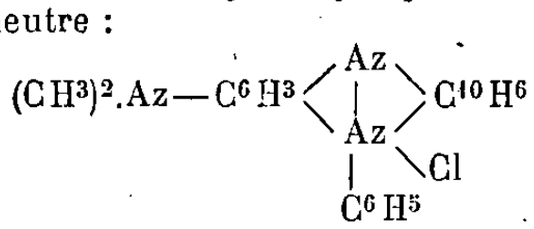
i) Oxazines :



2° Les diazo, à cause de leur instabilité, ne sont jamais employés comme colorants, mais servent industriellement de termes de passage dans la fabrication des azo simples ou multiples.

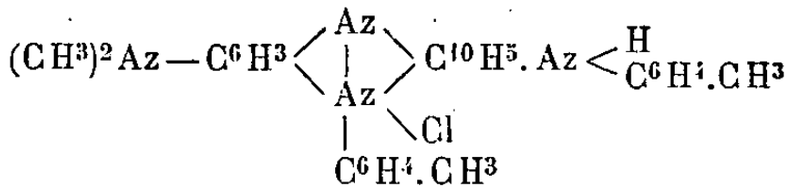
3° Les azines correspondent à un noyau *aldine* caractérisé par la liaison de deux Az en para et compris entre deux noyaux cycliques. Exemples :

Bleu neutre :

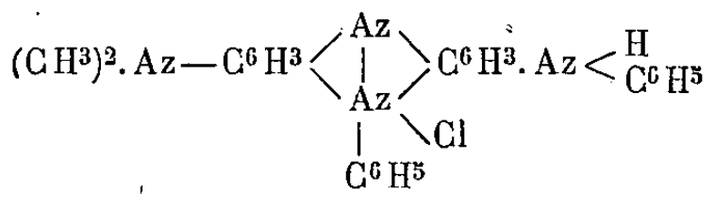


— V. BLEU.

Bleu de Bâle :



Indazine :



Pour les autres azines, V. ROUGE et VIOLET.

Pour les oxazines, V. BLEU et VIOLET.

4° En principe, les lettres majuscules mises à la droite du nom des colorants devaient représenter des tons graduellement plus riches dans la même nuance, ainsi le nombre de B, dans les violets et les bleus, de R dans les violets, les ponceaux et les bordeaux, de J dans les ponceaux et bordeaux, de O dans les orangés devaient indiquer les différents degrés dans la nuance. Mais cette règle ne fut pas observée, ou si l'on veut les différentes fabriques n'eurent pas les mêmes gammes et les mêmes tons dans les gammes, de telle sorte qu'aujourd'hui il faut adjoindre au nom d'une matière colorante le nom de la maison qui le fabrique et ce dernier se désigne avec des initiales majuscules entre parenthèses comme (B) pour la Badische, (By) Fr. Bayer, (M) Meister Lucius, etc. — v.

* **COLORIMÈTRE.** *T. de chim. et de teint.* Instrument imaginé par M. Houtou de la Billardière, pour mesurer, comparativement à un type, la

quantité de matière colorante de même nature, contenue dans un même dissolvant (eau, alcool, etc.). Il se compose de deux tubes de verre égaux en diamètre (14 à 15 millimètres), en épaisseur et en longueur (0^m,30 à 0^m,35), fermés d'un bout et divisés, à partir de là, sur les cinq sixièmes de leur longueur, chacun en deux parties d'égale capacité, dont la seconde porte une échelle ascendante de 100 parties ou degrés. On prend deux poids égaux de deux matières colorantes à comparer ; on les dissout dans une même quantité d'eau ou d'alcool, allant jusqu'au premier trait de chaque tube, représentant 100 degrés. Dans une caisse fermée (espèce de chambre obscure), plus longue que large, on dispose les tubes verticalement, l'un près de l'autre, contre l'un des petits côtés de la caisse, de manière que leurs moitiés inférieures soient dans l'intérieur en regard d'ouvertures rectangulaires de même diamètre que les tubes. A l'autre extrémité de la caisse se trouve une petite ouverture circulaire par laquelle on regarde les tubes, en dirigeant les ouvertures vis-à-vis une partie du ciel uniformément éclairée.

Dans ces conditions, si les deux tubes présentent la même teinte, c'est que les deux dissolutions ont le même pouvoir colorant, la même richesse. Dans le cas contraire, on ajoute du dissolvant dans le tube le plus foncé, jusqu'à ce qu'on ait rendu sa teinte égale à celle de l'autre tube. Supposons qu'on ait été obligé, pour obtenir cet effet, d'ajouter 25 degrés du dissolvant au second tube, ce qui fera en tout 125 degrés, alors la quantité de matière colorante de ce tube sera à celle du premier dans le rapport de 125 à 100. Cette évaluation suppose, ce qui est d'ailleurs exact, que l'intensité des teintes d'une même matière colorante est proportionnelle à la quantité de matière contenue dans un même poids de dissolvant.

* **COMBINAISON.** *T. math.* On appelle *combinaison* de m objets pris n à n tous les groupes que l'on peut former en prenant n objets parmi les m donnés. Dans les combinaisons on ne s'inquiète pas de l'ordre des objets qui les composent ; c'est ce qui distingue les combinaisons des *arrangements*, ceux-ci étant aussi constitués par les groupes contenant n objets choisis parmi les objets donnés ; mais deux arrangements sont considérés comme différents s'ils diffèrent par l'ordre des objets. On sait qu'on appelle *permutations* de n objets les diverses manières de ranger ces n objets. En rangeant de toutes les manières possibles les objets qui composent une combinaison, on obtiendra autant d'arrangements qu'il y a de permutations de n objets. Il en résulte que le nombre des combinaisons de m objets n à n est égal au nombre des arrangements de m objets n à n, divisé par le nombre de permutations de n objets. On démontre les formules suivantes :

1° Nombre des arrangements de m objets n à n, A_m^n :

$$A_m^n = m(m-1)(m-2).....(m-n+1)$$

c'est le produit de n facteurs décroissants à partir de m.

2° Nombre des permutations de n objets, P_n :

$$P_n = 1.2.3.....n$$

C'est le produit des n premiers nombres qu'on représente souvent par la notation $n!$.

3° Nombre des combinaisons de m objets n à n, C_m^n :

$$C_m^n = \frac{m(m-1)(m-2).....(m-n+1)}{1.2.3.....n}$$

Il y a autant de facteurs au numérateur qu'au dénominateur. En multipliant les deux termes de la fraction par $(m-n)!$ on obtient la formule :

$$C_m^n = \frac{m!}{n!\,(m-n)!}$$

qui démontre presque immédiatement la relation symétrique :

$$C_m^n = C_m^{m-n}$$

Les nombres de combinaisons jouent un grand rôle dans le calcul des probabilités et dans beaucoup de théories mathématiques. Ce sont les éléments du triangle arithmétique de Pascal, et les coefficients du développement de la puissance $m^{ième}$ d'un binôme $(x+a)$:

$$(x+a)^m = x^m + C_m^1 a x^{m-1} + C_m^2 a^2 x^{m-2} + ...$$
$$+ C_m^{m-1} a^{m-1} x + a^m$$

On appelle *combinaisons complètes* ou *avec répétition*, de m objets, pris n à n, les groupes qu'on peut former en prenant n objets parmi les m donnés, chaque objet pouvant être répété jusqu'à n fois dans chaque groupe. Le nombre D_m^n de ces combinaisons est donné par la formule :

$$D_m^n = \frac{m(m+1)(m+2).....(m+n-1)}{1.2.3.....n}$$

* **COMBINATOIRE.** *T. math.* *L'analyse combinatoire* est la partie de l'algèbre qui s'occupe de déterminer le nombre de *combinaisons* de toutes sortes, qu'on peut effectuer dans certaines conditions et suivant certaines règles. La théorie des combinaisons proprement dites en est un cas particulier. — V. Combinaison.

COMBUSTION. *T. de mécan.* Nous avons étudié à cet article dans le *Dictionnaire* la combustion au point de vue chimique, et nous avons donné en même temps quelques indications à observer pour obtenir dans les foyers industriels une utilisation aussi parfaite que possible du combustible.

Il faut s'attacher à cet effet, comme nous l'avons indiqué, à réaliser l'oxydation complète des éléments contenus, généralement le carbone et l'hydrogène, dans les matières employées. Pour le carbone en particulier, il doit être transformé en acide carbonique afin de donner tout l'effet calorifique dont il est susceptible, car toute production d'oxyde de carbone correspond à une perte inutile de chaleur par le courant gazeux dégagé. La marche du foyer et l'arrivée de l'air doivent être réglées en conséquence de manière à fournir

strictement le volume nécessaire, ainsi que nous l'indiquons à l'article COMBUSTION.

Nous ne saurions d'ailleurs trop insister sur l'intérêt considérable qu'il y a à éviter l'entraînement des particules de charbon non brûlé dans les gaz dégagés, ce qui constitue en un mot la fumée noire et apparente. Cette fumée est déjà une cause de difficultés avec le voisinage, mais ce qu'il faut y voir surtout, c'est le témoignage d'une combustion mauvaise et incomplète. La fumée ainsi entraînée ne représente souvent, il est vrai, qu'un centième au plus du charbon dépensé; c'est peu de chose assurément, comme le remarquent MM. Lencauchez et Durant dans un important mémoire communiqué par eux à la *Société des ingénieurs civils* (*Bulletin* de juin 1890); mais il faut considérer que les gaz chargés de fumée renferment toujours une notable proportion d'éléments combustibles, hydrogène libre et carburé, oxyde de carbone qui sont ainsi évacués au dehors sans avoir produit leur effet utile; et il y a là une cause de perte qui peut dépasser 10 0/0 et aller même jusqu'à 30 0/0 d'après les résultats d'expériences diverses exécutées en Allemagne et en Angleterre, et rappelées dans le mémoire précité.

MM. Lencauchez et Durant en donnent un exemple de leur côté, en citant le cas de certaines locomotives à petit foyer dans lesquelles on constate souvent le feu dans la boîte à fumée, et ces ingénieurs distingués remarquent que les gaz brûlant dans ces conditions à la température de 460°, doivent renfermer une proportion de près de moitié d'oxyde de carbone ayant échappé à la combustion.

On voit par là combien il importe d'éviter la production de la fumée, en assurant la combustion complète dans le foyer, car les particules de charbon une fois formées ne peuvent plus guère se brûler dans les canaux allant à la cheminée, leur vitesse d'écoulement est souvent trop rapide et la température trop faible.

C'est ainsi qu'on s'est trouvé amené à modifier l'installation des grilles et des foyers, et on a constitué des types perfectionnés formant de véritables gazogènes dans lesquels on a pris toutes les précautions nécessaires pour assurer le brassage et par suite la combustion complète des gaz dégagés.

Nous avons indiqué d'ailleurs à l'article CHAUDIÈRE, les dispositions de foyers les plus intéressantes auxquelles on peut avoir recours pour obtenir une combustion sans fumée, même en employant des combustibles de qualité inférieure.

Un autre écueil qu'il faut aussi éviter soigneugneusement dans la conduite du foyer, c'est d'admettre sur la grille un volume d'air trop considérable par rapport à celui qu'exige la combustion complète. On arrive bien, avec un excès d'air, à éviter la production d'oxyde de carbone, mais on est conduit par contre à faire circuler et par suite à échauffer sans utilité un volume d'air qui se retrouve encore intact à la sortie de la cheminée.

Ces observations montrent bien l'utilité de régler soigneusement l'arrivée de l'air et de surveiller la marche du foyer, et on comprend tout l'intérêt que présente l'analyse des gaz de la fumée, puisque c'est le principal moyen d'apprécier exactement les résultats obtenus à ce point de vue.

Aussi ces analyses sont-elles pratiquées fréquemment aujourd'hui, d'autant plus qu'on dispose maintenant d'appareils comme celui de M. Orsat qui permettent d'évaluer rapidement la composition des gaz par de simples mesures volumétriques.

D'autre part, en dehors des foyers ordinaires dans lesquels on recherche la combustion complète, on rencontre enfin dans diverses industries, et notamment en métallurgie, des fours où on recherche des gaz d'une composition déterminée, chargés par exemple d'hydrogène ou d'oxyde de carbone, si on a besoin d'une atmosphère réductive, ou au contraire, d'acide carbonique ou d'oxygène si on a besoin d'une atmosphère oxydante.

Il est donc aussi fort intéressant dans ce cas de pouvoir vérifier la composition des gaz afin de reconnaître si elle donnera la réaction qu'on a en vue, et comme les analyses chimiques sont toujours longues et délicates, il y a intérêt à pouvoir y appliquer des procédés plus rapides.

L'appareil Orsat qui est à peu près le seul appareil volumétrique appliqué à cet effet, donne le résultat demandé avec une approximation inférieure sans doute à celle d'une analyse, mais suffisante d'ailleurs en pratique.

Le principe consiste à faire passer un volume déterminé du mélange gazeux successivement dans trois dissolutions absorbantes qui s'emparent, l'une, de l'acide carbonique, l'autre, de l'oxygène et la troisième de l'oxyde de carbone. On mesure après chacun de ces passages le volume du gaz restant pour en conclure la proportion de gaz absorbé.

L'appareil représenté par la figure 338 est constitué par trois tubes en U, rattachés au tube d'arrivée R des gaz, appelé *rampe*, et fixés sur une simple planchette. Ces tubes T, T' T'' qui renferment les dissolutions absorbantes sont calibrés intérieurement au diamètre intérieur de 3 centimètres, et terminés à la partie supérieure par un tube effilé d'un millimètre seulement embranché sur la rampe. Un robinet ménagé sur chacun de ces trois tubes permet d'interrompre ou de rétablir à volonté la communication. La branche de droite de chacun des tubes en U n'est pas rattachée à la rampe, elle est fermée par un tube effilé deux fois recourbé qui débouche dans l'air, pour le tube T, et dans des ballons en caoutchouc pour les tubes T' et T''.

Les dissolutions contenues dans ces derniers s'altéreraient en effet au contact de l'air; la poche en caoutchouc présente l'avantage d'assurer l'isolement de l'atmosphère; d'autre part elle permet de recevoir le mélange gazeux, qu'on oblige ainsi à traverser complètement la dissolution absorbante. Le tube T'' renferme du proto-chlorure de cuivre ammoniacal, pour l'absorption de l'oxyde de carbone, le tube T' contient du pyrogallate de potasse pour l'oxygène; quant au tube T, il con-

tient de la potasse pour l'acide carbonique, il n'a pas de poche en caoutchouc comme les premiers, car le tube effilé qui termine la branche de droite, suffit à empêcher toute action de l'air extérieur sur la potasse. Les tubes T et T' contiennent d'ailleurs, comme on le voit sur la figure, des petits tubes de verre destinés à diviser le courant gazeux et à faciliter le mélange intime du gaz avec les dissolutions absorbantes. Quant au tube T, il renferme une feuille de cuivre plongée dans la dissolution de chlorure dont elle maintient ainsi le titre constant.

A l'extrémité de la rampe est disposé un tube calibré M de 3 centimètres de diamètre, muni de divisions graduées allant de 0 à 100. Ce tube mesureur sert à régler le volume de gaz prélevé, et, plus tard, à apprécier par différence la quantité absorbée par chacune des dissolutions. L'appel et le refoulement du courant gazeux est réglé au moyen d'un flacon F plein d'eau réuni au mesureur par un tube en caoutchouc, il suffit de l'élever ou de l'abaisser à la main pour remplir ou vider le mesureur. Ce tube est entouré d'ailleurs d'un manchon plein d'eau qui maintient la température bien constante.

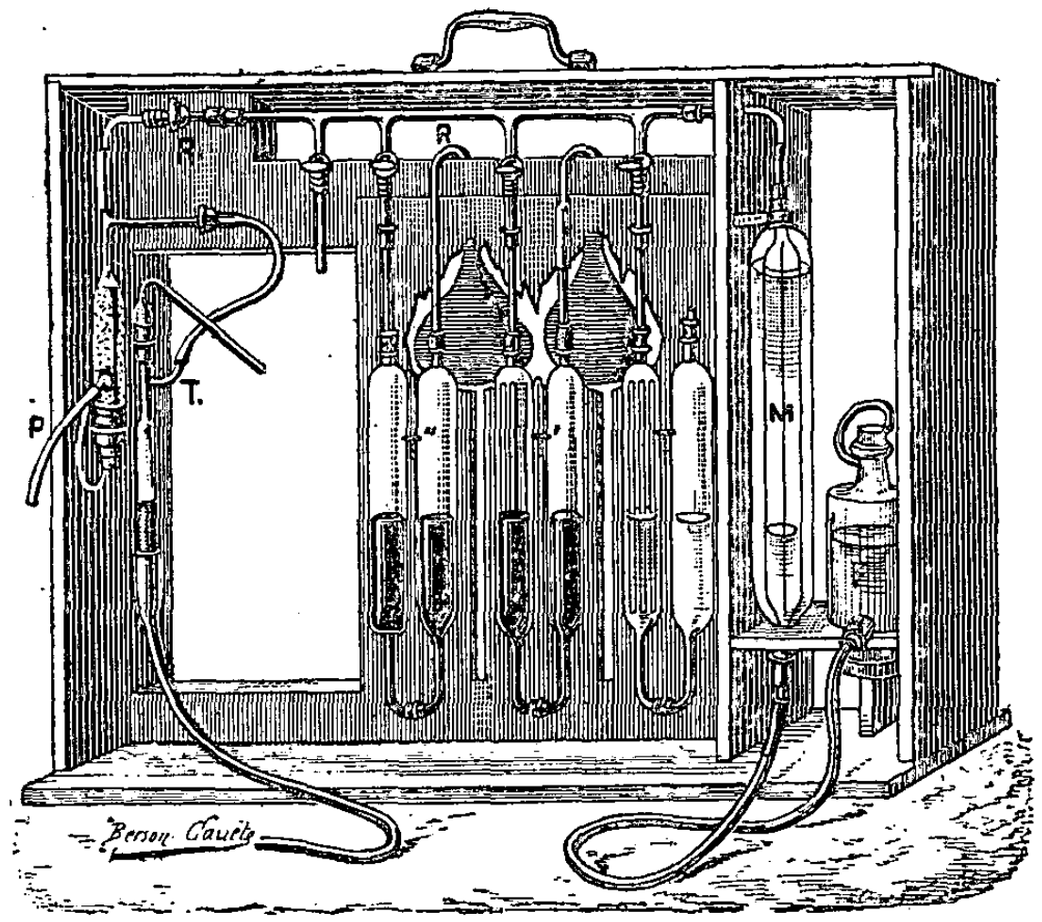


Fig. 388. — *Vue de l'appareil Orsat pour l'analyse des gaz de la combustion.*

T Tube d'absorption de l'acide carbonique. — *T'* Tube d'absorption de l'oxygène. — *T''* Tube d'absorption de l'oxyde de carbone. — *M* Mesureur. — *F* Flacon de manœuvre d'aspiration. — *T* Sécheur des gaz.

Pour commencer l'analyse, on fait remonter d'abord les liquides renfermés dans les différents tubes en U, jusqu'à un repère placé au-dessous des petits robinets qui le séparent de la rampe. Il suffit à cet effet de fermer tous les robinets, et d'ouvrir la communication du mesureur avec chacun des tubes, on abaisse le flacon pour produire l'aspiration, on fait ainsi monter le niveau du liquide jusqu'au repère, et on ferme ensuite le robinet.

Après avoir ainsi repéré les tubes, on doit chasser d'abord l'atmosphère qui remplit les petits tubes capillaires d'entrée, et les remplir du gaz à analyser. On emploie à cet effet la petite trompe T qui est mise seule en communication avec le courant gazeux venant du four. On ouvre ensuite le robinet de la rampe R, et on manœuvre le flacon en le soulevant et l'abaissant alternativement pour purger l'appareil proprement dit et le remplir du mélange gazeux à analyser.

Après quoi, on prend un volume déterminé du gaz, 100 parties par exemple du mesureur ; on manœuvre à cet effet le flacon, en s'attachant à amener le niveau de l'eau à la même hauteur dans le mesureur et le flacon, successivement en face du repère 0 puis du repère 100. Cette précaution, qui se répète d'ailleurs toutes les fois qu'on veut apprécier le volume du gaz, est nécessaire pour donner des résultats comparables, les volumes étant toujours mesurés sous la pression atmosphérique, avec le même niveau dans le mesureur et le flacon.

Le volume de 100 parties ainsi recueilli est définitivement isolé en fermant le robinet d'arrivée, et il sert seul pour l'analyse. On le fait passer d'abord dans le tube T dont le robinet est seul ouvert, en soulevant à cet effet le flacon jusqu'au 0 du mesureur, l'acide carbonique est absorbé par le bain de potasse, et on détermine le volume restant en ramenant le gaz dans le mesureur et abaissant le flacon jusqu'à ce que le niveau s'établisse à la même hauteur dans les deux vases ; le volume indiqué par la graduation donne l'acide carbonique par différence.

On détermine ensuite la proportion d'oxygène par une manœuvre analogue en faisant passer le gaz dans la dissolution de pyrogallate, puis celle d'oxyde de carbone au moyen du chlorure de cuivre. Comme l'absorption complète de l'oxyde de carbone est toujours lente et difficile, il faut répéter le passage des gaz par trois reprises au moins.

Le gaz restant après ces opérations ne renferme que de l'azote, et peut-être aussi quelques hydrocarbures, dont le dosage ne présente pas d'ailleurs un grand intérêt.

A côté de l'appareil de dosage proprement dit, le procédé employé pour le prélèvement du volume à analyser présente un intérêt particulier, car il importe d'opérer sur une masse aussi importante que possible où on puisse recueillir un volume réduit donnant bien réellement une composition moyenne.

La disposition de prise de gaz imaginée à cet effet par MM. Scheurer, Kestner et Meunier comporte un tube d'aspiration de faible section fendu longitudinalement qui pénètre diamétralement

dans la conduite d'évacuation des gaz. Le tube est en cuivre, et a $0^m,01$ de diamètre environ ; la fente dont il est percé présente une ouverture de un demi millimètre environ. Les gaz de la conduite pénètrent dans le tube par cette rainure et se trouvent ainsi prélevés sur toute la longueur de celui-ci dans les différentes zones que peut présenter le courant. Le tube est refroidi dans sa partie extérieure par un réfrigérant d'eau courante.

L'entraînement est déterminé par un vase de Mariotte formant aspirateur, sous pression constante et au moyen duquel on peut augmenter ou diminuer à volonté la pression motrice. — B.

• **COMMENSURABLE.** *T. de math.* On dit que deux grandeurs de même espèce sont *commensurables* entre elles quand elles admettent une partie aliquote commune, c'est-à-dire quand il existe une grandeur de même espèce qui est contenue un nombre exact de fois dans chacune d'elles. Dans le cas contraire, les deux grandeurs sont dites *incommensurables* entre elles. On définira de même les grandeurs *commensurables* ou *incommensurables* avec l'unité. Etant donnés deux grandeurs de même espèce prises au hasard, elles seront le plus souvent incommensurables entre elles et ce n'est que par exception qu'elles seront commensurables. Une grandeur commensurable avec l'unité sera mesurée par un nombre entier ou fractionnaire. La mesure d'une grandeur incommensurable avec l'unité, ou le rapport de deux grandeurs incommensurables entre elles, ne peut être représenté que d'une manière approchée par les nombres entiers et les fractions. C'est pourquoi on a été conduit à imaginer une nouvelle espèce de nombres dits *incommensurables*. Par opposition à ceux-là, les nombres entiers et fractionnaires sont dits *commensurables*. — V. INCOMMENSURABLE.

• **COMPLÉMENTAIRE.** *T. de géom.* Se dit de deux angles dont la somme est égale à un angle droit, ou de deux arcs dont la somme est égale à un quadrant. Deux angles ou deux arcs complémentaires sont donc ceux dont la somme vaut 90°. — V. *Supplément*, ANGLE ; *Dictionnaire*, DEGRÉ, TRIGONOMÉTRIE.

○ * **COMPOSANT.** *T. de mécan.* Se dit des *forces*, des *vitesses*, des *accélérations*, etc., qui admettent une résultante, par opposition à cette résultante. — V. *Supplément*, ACCÉLÉRATION, et au *Dictionnaire*, FORCE, MECANIQUE, MOUVEMENT, VITESSE.

○ **COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE.** Une des premières bases de la philosophie, a dit Condorcet, c'est de former pour chaque science une langue exacte et précise, où chaque signe représente une idée bien déterminée, bien circonscrite, et de parvenir à bien déterminer, à bien circonscrire les idées par une analyse rigoureuse (1). Les définitions étant les préliminaires de toute espèce de science, commençons par définir la comptabilité :

(1) V. le chapitre « Fixation du langage comptable » de la *Science des comptes mise à la portée de tous*, de MM. Eugène Léautey et Adolphe Guilbaut, p. 1 à 36, ouvrage honoré de la seule médaille d'or attribuée à la comptabilité à l'Exposition universelle de 1889.

La comptabilité, branche des mathématiques, est la science de la conception et de la coordination rationnelles des comptes relatifs aux produits du travail et aux transformations du capital, c'est-à-dire des comptes de la production, de la distribution, de la consommation et de l'administration des richesses, privées et publiques.

En opposant, invariablement, dans toute mutation de valeur, un ou plusieurs comptes débités à un ou plusieurs comptes crédités d'égale somme, la science des comptes réalise l'équation mathématique des comptes et leur balance permanente. C'est par l'application de ce principe et en conservant leur prix initial aux choses comptabilisées, jusqu'à ce qu'elles passent dans des mains tierces, à prix de transaction, que la science des comptes détermine les moyens de connaître à tous moments les modifications que les opérations économiques ou administratives apportent dans la valeur des richesses qu'ils gèrent ou qu'ils possèdent.

Les grammairiens, les auteurs spéciaux en général et l'usage s'accordent pour faire des mots « tenue des livres » et « comptabilité » des synonymes parfaits ; et, comme pour mieux embrouiller les idées, ils ont donné à chacun de ces synonymes plusieurs acceptions différentes ; il importe donc, pour la clarté du sujet, d'établir d'une façon incontestable la différence qui existe entre la comptabilité et la tenue des livres :

La tenue des livres est l'art d'écrire sur les livres les comptes relatifs aux produits du travail et aux transformations du capital, c'est-à-dire les comptes de la production, de la distribution, de la consommation ou de l'administration des richesses privées ou publiques, en se conformant aux principes et aux règles théoriques de la science des comptes.

La digraphie. Quel que soit le nombre des méthodes de tenue des livres, adoptées ou non par l'usage, toutes, sans exception, reposent sur le principe de la *dualité* des écritures dans les comptes, principe connu sous le nom de « double partie ». La méthode dite à *partie simple* ne fait même pas exception à cette règle ; elle n'est qu'une variété, la plus imparfaite de toutes, il est vrai, de la tenue des comptes à parties doubles.

Puisqu'en réalité il n'existe qu'un seul système de comptabilité, pourquoi ne pas le désigner par un qualificatif spécial ? Au lieu de dire : « Comptabilité à parties doubles, tenue des livres à parties doubles », soit quatre ou cinq mots pour exprimer une seule et même chose, ne conviendrait-il pas d'adopter, comme on l'a fait pour toutes les autres sciences, un seul vocable qui traduisît nettement ce que l'on veut exprimer ? Ce vocable nous l'avons créé de deux mots grecs δις et γράφειν (écrire deux fois) et nous en avons fait le mot français, rationnel à tous points de vue : « Digraphie ».

Ce mot, adopté par l'usage, le teneur de livres devient un digraphiste ; « digraphier » signifie : faire de la tenue des livres, et l'adverbe « digraphiquement » a pour signification : par la mé-

thode de la double partie, ou des écritures doubles.

Le compte digraphique. Quand on applique l'arithmétique à un mouvement de valeur, réduit ou non en monnaie de compte, on fait un compte statistique. Une facture de marchandises, un warrant, un bordereau de recettes ou de dépenses, un bon de sortie de matières premières, de marchandises ou d'outillage sont des comptes statistiques.

Un compte statistique est donc la constatation du mouvement d'une ou de plusieurs valeurs.

Inscrire méthodiquement des comptes statistiques dans des cadres disposés d'une certaine façon, c'est ce qu'on appelle « comptabiliser des valeurs ou, par abréviation, comptabiliser ». Et c'est l'inscription des comptes statistiques, par ordre de dates, par nature de mouvements d'entrée ou de sortie, par genre de valeurs: argent, titres, marchandises, outils, etc., qui constitue le « compte » au point de vue de la science comptable.

Nous définissons donc le compte digraphique : une juxtaposition de comptes arithmétiques et statistiques de mouvements de valeurs, coordonnés de manière à faire connaître les résultats de certaines opérations économiques effectuées pendant un laps de temps déterminé.

En d'autres termes, le compte est l'inscription, sur une feuille ou sur un livre, dans des cadres *ad hoc*, des mouvements de valeurs exprimées soit en quantités, soit en monnaie de compte, mouvements qui se produisent par l'action du travail sur le capital, conséquemment dans toute opération de commerce, d'industrie ou d'agriculture, pendant un certain laps de temps, soit sous le nom d'une personne, soit sous le nom d'une chose.

Tout compte comporte toujours deux mouvements de valeurs: un mouvement d'entrées et un mouvement de sorties. Pour les distinguer, il est d'usage de diviser la feuille sur laquelle on tient le compte en deux parties égales. On écrit les entrées sur celle de gauche et les sorties sur celle de droite.

Expression comptable du mouvement combiné de deux comptes. Le principe fondamental de la comptabilité à doubles parties est le suivant:

Tout compte qui reçoit, *doit* ; tout compte qui donne, *a*.

Il importe de bien saisir ce principe. Evidemment les mots *doit* et *a* sont pris ici dans un sens figuré, car une personne qui reçoit une somme d'une autre personne *qui la lui devait* ne *doit* rien à cette personne. De même une personne qui donne n'*a* plus ce qu'elle a donné. Cette acceptation différente des mêmes mots n'a pas été élucidée par les auteurs qui nous ont précédés. Ils n'ont pas distingué entre autres choses qu'il existe un rapport de méthode entre le sens propre et le sens figuré des mots *doit* et *avoir* et qu'il faut entendre comme suit les deux propositions ci-dessus :

Qui reçoit *doit*... un *avoir* sur ses livres à la partie adverse;

Qui donne *a*... un *avoir* sur les livres de sa partie adverse.

C'est en ce sens qu'il faut entendre que le compte qui reçoit *doit* au compte qui donne, et *vice-versa*.

Expression inverse des mouvements de valeurs dans les comptes. Tout mouvement de valeurs entre deux personnes impliquant un donnant et un recevant, c'est ce qu'il faut exprimer intégralement dans les comptes tenus à doubles parties. Ainsi, quand X.., reçoit 1,000 francs de Z.., il ne suffit pas de dire: X... doit 1,000 francs ; il faut dire : X... DOIT 1,000 FRANCS à Z... L'expression comptable du double mouvement de valeur prend alors le caractère mathématique d'une égalité dont les termes sont inscrits dans le compte de X....., au doit, et dans le compte de Z..... à l'avoir.

De même, un commerçant reçoit 1,000 francs de son banquier, il inscrit cette recette au débit de son compte caisse, qui reçoit, et au crédit du compte du banquier, qui donne. Cette recette du commerçant est une dépense chez le banquier, qui l'a inscrite à la droite ou *avoir* de son compte *caisse*. Le commerçant n'a pas fait autre chose en portant à la droite, ou avoir, du compte ouvert au banquier, les 1,000 francs qu'il en a reçus. Le même mouvement de valeur occasionne donc toujours deux écritures *inverses* sur les livres des intéressés.

Deux natures de comptes : comptes impersonnels ou subjectifs; comptes personnels ou objectifs. L'échangiste, simple capitaliste ou commerçant, qui possède ou administre des valeurs et qui veut connaître les mouvements et les résultats de ses échanges pourrait n'ouvrir, pour se représenter, qu'un seul compte sur ses livres. Ce compte subjectif unique serait la contrepartie des comptes de ses correspondants, ou comptes objectifs.

Mais comme il arrive toujours que les valeurs mises en mouvement sont de nature différente et qu'un compte subjectif unique ne suffirait pas pour en suivre clairement les mutations, ni pour en montrer les résultats, l'usage s'est logiquement établi de représenter l'échangiste par autant de comptes qu'il possède de valeurs différentes dont les mouvements concourent soit à l'augmentation, soit à la diminution finales du capital initial mis en équation par son travail.

Ces comptes de choses ont été appelés *comptes impersonnels*, par opposition aux comptes des personnes avec qui ont lieu les échanges et qui sont appelés *comptes personnels*.

ORGANES ESSENTIELS DE LA COMPTABILITÉ. *Le grand livre. Division du grand livre. Grand livre général ou synthétique. Grands livres auxiliaires ou analytiques.* Le grand livre est le classificateur *par comptes* des mouvements de valeurs. Nous avons montré dans notre livre *La science des comptes mise à la portée de tous* (1) quelle importance il prend de ce fait dans les comptabilités bien organisées. Il permet en effet de séparer les opérations :

(1) *Librairie comptable*, 5, r. Geoffroy-Marie, Paris. Un volume in-8° raisin de 530 pages.

1° En comptes de recettes ou de dépenses, d'entrée ou de sortie de valeurs quelconques ;

2° En comptes d'objets de même nature ;

3° En comptes de valeurs, soit *immobilisées*, soit *disponibles*, soit *engagées* dans des opérations d'échange, ou de fabrication, ou de culture ;

4° En comptes de personnes ;

5° En comptes d'ordre, d'attente ou de régularisation :

6° En comptes de résultats.

Dans les entreprises où les comptes sont nombreux, la multiplicité des écritures et des comptes nécessite de diviser le grand livre,

Cette division n'est rationnellement établie que lorsqu'elle est à la fois analytique et synthétique, c'est-à-dire que lorsque le grand livre général ou synthétique centralise tous les comptes et donne le contrôle des grands livres auxiliaires ou analytiques.

Le nombre des grands livres auxiliaires est réglé sur les besoins d'ordre comptable et administratif ; quel qu'il soit et quelque considérable que soit le nombre des comptes, la balance doit être aussi aisément et aussi rapidement obtenue que dans les entreprises ne nécessitant qu'un seul grand livre.

Le journal. Division du journal. Journal général et Journal synthétique. Journaux auxiliaires ou analytiques. Le journal est le classificateur *par dates* des opérations, classification imposée par le législateur de 1808, afin d'empêcher de modifier après coup les inscriptions de ces opérations. En effet, si les mouvements de valeurs étaient portés directement aux comptes du grand livre on en trouverait l'historique sur ces comptes, mais sans pouvoir en suivre l'enchaînement quotidien, faute d'écritures chronologiques d'ensemble, détaillées au jour le jour. Le journal comble cette lacune. La loi, qui fait de cet organe comptable un livre obligatoire, est demeurée muette sur la façon dont ce livre doit être disposé et rédigé. Cette latitude, disons-le en passant, a été cause de bien des désastres.

On appelle *formuler un article au journal* la manière d'inscrire sur ce livre fondamental les mouvements quotidiens de valeurs résultant des conjonctions diverses du travail et du capital, c'est-à-dire des opérations économiques ou sociales de production, d'échange, de consommation et d'administration que les individus, commerçants ou non, ponrsuivent.

Le journal devant être tenu non seulement jour par jour, mais sans ratures ni retouches, nombre de commerçants, adoptant un vieil errement perpétué par la routine, ainsi que par un mauvais enseignement, tiennent ou font tenir, une sorte de livre-minute sur lequel ils notent leurs opérations au courant de la plume, se réservant de les formuler ensuite au journal. On appelle ce livre de notes courantes un « brouillard ». L'usage de ce livre ne saurait être trop condamné. Nous en déconseillons énergiquement l'emploi, parce qu'il s'oppose à toute classification, à tout contrôle, ainsi qu'à toute division du travail.

Nous avons exposé comment l'on substitue au brouillard unique des livres ou journaux auxiliaires, analysant les différents états et mouvements de la valeur, tant au point de vue économique qu'au point de vue administratif. Exemple : livre ou journal de caisse, de marchandises achetées, de marchandises en magasin, de marchandises vendues, d'effets à recevoir, d'effets à payer, de valeurs mobilières, de valeurs immobilières, etc., etc., enfin livre ou journal de transactions diverses : virements, contrepassements, imputations de frais généraux, règlements de comptes, etc., lesquels constituent un ensemble complet et rationnel d'écritures d'origine, tandis que le brouillard unique, où les mouvements de valeurs sont inscrits pêle-mêle est l'image parfaite de l'obscurité et du chaos.

Les journaux auxiliaires, rédigés et contrôlés avec, soin au moyen des pièces comptables elles-mêmes, sont additionnés séparément et résumés ensuite dans un journal général de centralisation qui contient ainsi, par *dates* et par nature de valeurs, toutes les opérations appelées à être classifiées *par comptes* au grand livre général. Inutile d'ajouter que l'ensemble des totaux des journaux auxiliaires doit égaler la somme du journal général. C'est ce dont l'on s'assure chaque jour par le moyen d'une feuille de récapitulation des journaux auxiliaires.

Nous avons inventé et nous décrivons (1) un modèle de journal général *synthétique* qui permet d'obtenir la situation permanente des entreprises. Ce journal synthétique, à *situation continue*, présente, au moyen de quatre colonnes, la synthèse des comptes du capital, des comptes des valeurs mouvementées, des comptes des tiers et des comptes de résultats. C'est, nous ne craignons pas de le dire, la forme du journal qui sera un jour universellement adoptée dans les entreprises bien administrées.

La balance des écritures. Pour assurer l'harmonie qui doit constamment présider aux écritures reportées des journaux aux grands livres, la science du digraphiste prescrit en outre l'emploi de la balance des écritures et, dans les entreprises où la division des comptes est considérable, celui du chiffrier-balance, dont le rôle ne se borne pas seulement à faciliter l'obtention rapide des balances périodiques, mais permet d'obtenir même la balance *quotidienne* des comptes.

La balance des écritures ne doit pas demeurer une simple preuve arithmétique que les écritures des journaux ont été exactement reportées aux comptes des grands livres ; par une bonne classification des comptes elle peut acquérir une importance capitale sous le rapport économique et constituer un inventaire d'ordre de l'ensemble des comptes, exposant la situation exacte et détaillée des entreprises.

Les comptes collectifs. Dès seulement que les comptes se nombrent par centaines, la balance mensuelle devient un problème difficile à résoudre ; quand c'est par milliers, il est insoluble si l'on n'emploie pas les comptes collectifs et le chiffrier-balance. Un simple exemple suffira pour

(1) V. *La Science des comptes*, alinéas 125 à 127.

montrer le rôle des comptes collectifs: supposons qu'une maison de commerce compte de nombreux clients. Elle peut d'abord les diviser en plusieurs classes, et, s'il est nécessaire, diviser ces classes en catégories. Exemple :

Clients ville. Clients province. Clients étranger.

Deuxième exemple :

Clients ville nos 1, 2, 3 ou AE, FM, NZ. *Clients province*, nos 1, 2. 3 ou AE, FM, NZ. *Clients étranger* (Angleterre, Allemagne, etc.).

Soit autant de comptes collectifs que de catégories numériques ou alphabétiques adoptées, lesquels comptes, ouverts au grand livre général où ils ne reçoivent que les sommes globales des mouvements quotidiens, sont développés dans les grands livres auxiliaires, où le compte de chaque client reçoit l'inscription des mouvements journaliers des opérations le concernant. Au moment de la balance, les totaux de chacun des comptes collectifs du grand livre général doivent être égaux à la somme des totaux de chacune des séries collectives ouvertes sur les grands livres auxiliaires. Si l'on relève alors des différences, elles se trouvent localisées dans l'une ou l'autre série où il ne reste plus qu'à les rechercher, tandis qu'à défaut de ce contrôle une seule erreur de 0 fr. 05 nécessite d'interminables recherches portant non plus sur une partie, mais sur la pluralité des comptes.

Nous ne saurions donc trop recommander aux chefs de maison l'adoption des comptes collectifs qui permet de remplacer la balance annuelle, chère aux comptables paresseux et routiniers, par la balance mensuelle, classifiée comme nous l'expliquons plus loin.

En résumé, les journaux auxiliaires et le journal général (et de préférence le journal synthétique); les grands livres auxiliaires et le grand livre général; la balance des écritures, le chiffrier-balance et les comptes collectifs, organes de la comptabilité scientifique, fournissent au digraphiste moderne tous les moyens d'action, d'investigation et de contrôle que peuvent désirer les entreprises commerciales, industrielles, financières ou agricoles, aux prises avec les difficultés sans cesse grandissantes de la lutte économique.

Classification raisonnée des comptes. *Expression mathématique des opérations de commerce. De la classification rationnelle des comptes qui en résulte.* La division des comptes en deux grandes classes, d'une part les comptes impersonnels, ou comptes généraux, ou comptes des valeurs échangeables et transmissibles réduites en monnaie de compte, d'autre part les comptes des personnes, se présente naturellement à l'esprit. Mais l'observation montre que les méthodes comptables actuelles, basées sur cette classification, ne permettent pas de connaître le résultat des transactions au moyen de ces seuls comptes. Ce résultat, on est obligé, pour le déterminer, d'avoir recours annuellement à un inventaire fait en dehors de la comptabilité, c'est-à-dire à un inventaire extracomptable des existants en magasin, en atelier, en portefeuille, etc. En un mot, le comptable demeure impuissant et muet si le commerçant lui-même ou le magasinier ne viennent à son secours. Or, l'inventaire fait par le commerçant ou son magasinier est forcément arbitraire, en l'absence de prix de revient exactement déterminés par les comptes.

C'est à cette pratique empirique que nous nous efforçons de substituer la méthode scientifique. Bien certainement ce n'est pas de la comparaison de deux inventaires extra-comptables, dressés l'un au commencement et l'autre à la fin de l'année, inventaires arbitrairement composés et arrangés par les intéressés, que les résultats des opérations de commerce, d'industrie ou d'agriculture peuvent ressortir exactement. Nous démontrons par des exemples pratiques que ce résultat doit se dégager des comptes, à chaque opération, s'il est possible, ou autrement à des époques fixes, rapprochées, et en laissant aux valeurs de l'inventaire leur prix initial d'entrée (1). En termes plus concis, les résultats des entreprises doivent ressortir des écritures des faits de l'échange et de la production, et non d'un arrangement arbitraire.

En principe, toute conjonction du travail et du capital, spécialement toute opération aléatoire de commerce, peut être envisagée sous l'aspect d'une équation simple du premier degré. Le but de ces opérations est de *produire de la valeur*, c'est-à-dire un *capital nouveau*, ou conséquent, au moyen d'un *capital ancien*, ou antécédent, mis en conjonction avec le *travail commercial*, ou *industriel*, ou *agricole*, ou *artistique*, ou purement *administratif*, etc.

La différence entre B, prix de revient des valeurs échangées et C, prix de cession de ces valeurs constitue l'inconnue X de l'équation économique que la comptabilité a mission de résoudre. La *formule* est

$$B = C \pm X \qquad C = B + X$$

Le capital est à la base, il est exactement connu et fixé dans un premier compte invariable, c'est-à-dire que les opérations de commerce ne doivent pas affecter. Ce *capital initial* est transformé en valeurs d'inventaire, ou moyens d'action, d'échange, de production, dont le *prix de revient* doit être exactement déterminé dans les comptes de ces valeurs. Puis, viennent les *comptes des personnes* avec qui les échanges ont lieu à un *prix de transaction*, également déterminé dans les comptes de ces personnes. La *différence* entre le prix de revient et le prix de cession étant portée dans une dernière série de comptes appelés *comptes de résultats*, l'équation économique de la conjonction du travail et d'un *capital antécédent* en vue d'une production de valeur, ou de *capital conséquent*, se trouve résolue par la comptabilité.

Telles sont les bases de notre classification des comptes en quatre séries, répondant à la nature même des choses, c'est-à-dire aux quatre états de la valeur dans les entreprises économiques, savoir :

1re série : A Compte du capital ancien ou antécédent ;

(1) V 3e partie de la *Science des comptes mise à la portée de tous.*

2e série : B Comptes des valeurs d'inventaire (capital antécédent transformé en moyens d'action), *au prix de revient.*

3e série : C Comptes des tiers acheteurs ou vendeurs, *au prix de transaction.*

4e série : X Comptes des résultats, transitoires du capital nouveau ou conséquent, récepteurs des différences *entre le prix de revient et le prix de transaction.*

Cette classification est, de toute évidence, calquée sur les faits eux-mêmes de l'équation de l'échange commercial, dont le premier terme B, revient, peut *toujours* être déterminé ; dont le second terme C, vente, est forcément connu et dont le troisième terme X, réunissant les différences de B - C et de C—B donne le résultat obtenu dans les conjonctions, si complexes qu'elles soient, du travail et du capital.

Nous croyons cette classification rationnelle, rigoureusement scientifique et morale dans ses conséquences, parce que :

1° Elle est basée sur la composition même des comptes, c'est-à-dire sur la nature des éléments dont ils sont constitués ;

2° Parce qu'elle répond, en théorie et en pratique, de la façon la plus complète, à tous les besoins administratifs d'analyse et de synthèse comptable des opérations économiques :

3° Parce qu'elle distingue les valeurs de l'inventaire (série B) selon leurs états, à savoir les *valeurs immobilisées*, les *valeurs disponibles* et les *valeurs engagées*, de manière à placer sous les yeux des intéressés la situation d'ensemble et les mouvements distincts de chacune de ces valeurs ;

4° Parce qu'elle comporte les conditions nécessaires à l'obtention de la balance continue des écritures, c'est-à-dire les moyens pratiques de réaliser méthodiquement et exactement la *permanence* de l'inventaire des entreprises dans leurs comptes ;

5° Parce qu'elle substitue à la confusion et à l'obscurité l'*unité* et la clarté des bilans, garantie matérielle et morale des tiers intéressés dans les entreprises quelconques ;

6° Parce que cette substitution de l'unité à la variété confuse, de l'ordre au désordre, de la méthode scientifique aux procédés empiriques, outre qu'elle est éminemment favorable à la bonne administration des entreprises, permettra, un jour à venir, d'établir, sur des bases sérieuses, les enquêtes économiques et sociales poursuivies jusqu'ici avec si peu de succès, faute précisément de statistiques comptables précises et comparables ;

7° Parce qu'enfin la pratique d'une comptabilité analytique et synthétique rationnelle dans les entreprises aura pour conséquence logique l'organisation d'une comptabilité analytique et synthétique rationnelle de la chose publique, laquelle comptabilité ayant pour point de départ un inventaire général des valeurs nationales, aurait pour sanction l'établissement d'un bilan annuel de notre fortune publique.

PERMANENCE DE L'INVENTAIRE. *Mouvements extérieurs et mouvements intérieurs des valeurs.* Il faut distinguer les mouvements des valeurs en mouvements extérieurs et mouvements intérieurs. Les mouvements extérieurs sont ceux imprimés aux valeurs dans les transactions d'achat, de vente et de règlement de ces achats et de ces ventes. Les mouvements intérieurs sont ceux imprimés aux valeurs par suite des manipulations et transformations successives que l'industrie du capitaliste, du négociant, du fabricant, de l'agriculteur leur fait subir.

Exemple de mouvements extérieurs de valeurs. Une maison de commerce achète au comptant pour 95,000 francs de soies diverses qui, grevées de différents frais d'achat, de magasin, de transport et d'un tantième de frais généraux reviennent à 100,000 francs. La moitié de ces marchandises est vendue 60,000 francs à des clients qui paieront à échéance prise.

Si nous examinons les déplacements de valeurs que ces mouvements avec l'extérieur produisent dans l'inventaire, nous voyons :

1° Que le magasin (série B, valeurs disponibles) a été chargé, en prix de revient, des marchandises achetées, pendant que la caisse a été déchargée d'autant ;

2° Que le magasin a été déchargé au moment de la vente et que l'inventaire a perdu cet existant dans la série B pour la retrouver, accru de 10,000 francs, dans l'importance des comptes de clients, série C. Lorsque les clients verseront les 60,000 francs à la caisse, l'inventaire ne variera pas : la série C, compte des personnes, sera diminuée, tandis que la série B sera augmentée aux valeurs disponibles, caisse. Quant aux 10,000 francs de bénéfice, c'est ici un aléa qui doit être immédiatement séparé des valeurs de l'inventaire série B, et porté à un compte d'ordre de résultats, récepteur des différences que les transactions comportent.

Exemple de mouvements intérieurs de valeurs. Un industriel loue un terrain propice à la fabrication des briques, y installe des fours et poursuit son exploitation.

Ici les mouvements de valeurs sont surtout intérieurs, d'atelier à atelier, où la comptabilité les enregistre, depuis l'extraction jusqu'à l'emmagasinage après cuisson et triage.

Il ne s'agit plus de prix de revient de commerce, formés de la matière achetée, de dépenses accessoires d'achat, de transport et d'un tantième de frais généraux, mais de prix de revient composés. La matière passe par des manipulations diverses, successives et combinées, et pour arriver à obtenir un résultat sérieux, il devient nécessaire de fixer séparément le coût de chacun des éléments constitutifs de la première transformation, puis celui de la seconde, et ainsi de suite. On part donc d'un prix de revient connu, combiné avec de nouveaux éléments dont le prix est déterminé, et l'on arrive ainsi à la connaissance du coût de chaque transformation nouvelle jusqu'au moment où l'objet, étant terminé pour la vente, entre en magasin au prix de revient définitif.

Les mouvements intérieurs des valeurs, dont les méthodes empiriques ne tiennent pas compte, ont, en industrie, une importance considérable. C'est en les comptabilisant que l'on maintient la permanence de l'inventaire dans les comptes des entreprises, et que l'on parvient à fixer les prix de revient réels des fabrications. Nous avons consacré la majeure partie de la troisième division de notre livre la *Science des comptes* à l'étude de cette question et des moyens de la résoudre. Cette étude, nous n'entreprendrons pas de la résumer ici, mais nous pouvons en formuler brièvement les principes théoriques et pratiques:

Détermination et fixité du prix de revient dans les comptes. Voici les formules des principales règles dont l'observance est essentielle à la détermination du prix de revient des valeurs dans les comptes, c'est-à-dire à l'obtention de la permanence de l'inventaire:

1° L'inventaire d'entrée des valeurs engagées dans une entreprise commerciale doit être disposé méthodiquement dans l'ordre même des comptes à ouvrir, c'est-à-dire suivant une nomenclature et un diagramme préalablement dressés de ces comptes, après étude attentive des opérations à poursuivre, des mouvements que ces opérations impriment aux valeurs, des résultats à attendre de ces mouvements et des écritures que la détermination de ces résultats nécessite;

2° L'inventaire d'entrée d'une entreprise étant dressé et comptabilisé au prix de revient initial des valeurs prises en charge par cette entreprise, ces valeurs, et toutes celles quelconques acquises ou produites par la suite, doivent demeurer dans les comptes à leur prix de revient d'achat ou de production, jusqu'à leur sortie par la vente, ou par l'incorporation dans une autre valeur, ou par l'amortissement, ou par la destruction;

3° Les comptes qui représentent, au prix de revient, les immeubles, le mobilier, le matériel; ou l'argent, les effets et les titres; ou les valeurs de magasin, ou les matières en transformation (série B), ou les dettes et les créances des tiers (série C), ou certaines dépenses d'entretien, d'amélioration, de publicité, constituent par leurs soldes l'inventaire réel des moyens d'action des entreprises;

4° Toute réalisation d'une valeur d'échange doit influencer au moins trois comptes, savoir:

a) Le compte de la valeur à l'inventaire (prix de revient). . . . . Série. B

b) Un compte de personne, ou celui de caisse dans les opérations au comptant (prix de transaction). . . . . Série. C

c) Un compte de résultats (différence entre C et B). . . . . Série. X

5° Tout compte de valeur doit exprimer constamment trois choses par son solde, savoir:

a) Le mouvement d'entrée de cette valeur, en quantité ou en francs, ou en quantité et en francs;

b) Le mouvement de sortie de cette valeur, en quantité ou en francs, ou en quantité et en francs;

c) L'existant de cette valeur, en quantité ou en francs, ou en quantité et en francs;

6° Le compte d'une valeur ne doit rationnellement être qu'un compte de mouvement et d'existant, absolument distinct du compte de résultats qui résulte de l'exploitation de cette valeur. C'est donc à tort que l'on réunit dans les comptes de marchandises, d'immeubles, de titres, de fabrication, etc., d'une part le prix d'achat des objets ou matières et les frais de main-d'œuvre, etc., qui s'ajoutent à ce prix; d'autre part le prix et les frais de vente de ces choses. On n'arrive par cette méthode, ou plutôt par cette absence de méthode, qu'à un chaos dont il est impossible de rien tirer d'exact et dont on ne sort qu'au moyen de cet artifice extra-comptable qui s'appelle l'inventaire annuel estimatif;

7° L'organisation rationnelle d'une comptabilité industrielle ou agricole suppose la connaissance approfondie des mouvements que le travail du fabricant ou de l'agriculteur imprime aux valeurs, et des transformations que ces valeurs subissent de ce fait. Le développement normal de ces opérations dans les écritures et les comptes est l'objectif du travail comptable. La comptabilité doit être tracée en raison de la forme que doit prendre le bilan, et la seule balance du grand livre général peut et doit fournir, comme dans les entreprises de pur échange, une situation exacte des valeurs dans leurs différents états;

8° Une situation ne peut être exacte, notamment dans les entreprises faisant subir des transformations aux matières, qu'autant que les mouvements *intérieurs* comme *extérieurs* figurent sans exception dans les écritures. En conséquence de cette loi essentielle de comptabilité scientifique, tout mouvement intérieur de valeurs, bien que n'affectant que des comptes de moyens d'action (série B), doit figurer à sa date dans les écritures, au même titre que les mouvements de valeur avec les tiers, ou mouvements extérieurs;

9° Si, dans les fabrications ou cultures, la matière subit plusieurs opérations successives de transformation, il faut en tenir attentivement compte, en considérant que le produit du premier atelier est une matière première qui est remise au second atelier, chargé d'en continuer l'élaboration pour l'atelier suivant, et ainsi de suite, jusqu'à la terminaison du produit et à son entrée au magasin de vente;

10° Tous les mouvements de valeurs qui se produisent dans les opérations intermédiaires d'une entreprise quelconque doivent être comptabilisés au prix de revient initial, ou au prix que ces valeurs acquièrent dans le cours de leurs transformations;

11° Le prix de revient d'un objet ou d'une même série d'objets terminés se compose de deux éléments, à savoir: d'un existant en magasin antérieurement produit et d'un apport nouveau à chaque production nouvelle d'objets semblables, d'où une moyenne de revient à établir à la fin de chaque mois, laquelle fixe le prix vrai d'inventaire à cette date. On procède de même pour établir le prix moyen mensuel des matières premières de même nature et des matières en transformation;

DIAGRAMME D'UNE COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE.

Synthèse des comptes	Titre des comptes	Nature et fonctions des comptes	Mouvements intérieurs : Les comptes sont débités ou doivent à	Mouvements intérieurs : Les comptes ont ou sont crédités par	Mouvements extérieurs : Les comptes sont débités ou doivent à	Mouvements extérieurs : Les comptes ont ou sont crédités par
A. Capital nominal ou capital initial antécédent. — Valeurs de l'inventaire ou capital transformé et mouvementé par le travail industriel. — B. Moyens d'action de l'entreprise.	*Valeurs immobilisées :*					
	Premier établissement. . . . Fonds, brevets.	Valeurs à amortir annuellement.	à Capital.	Par frais génér. ou par réserves, ce qui permet de laisser figurer ces valeurs à leur prix initial au débit des comptes. .		
	Immeuble et matériel. . . . Petit outillage et mobil., etc.					
	Valeurs disponibles :					
	Caisse, effets à recevoir. . . Effets à payer	Valeurs de roulement et d'échange.				
	Titres, matières premières. . Magasin de vente.	Prix de revient.	à Compte d'Achats. à Valeurs engag.	par Val. engagées. p. Compt. de ventes	à Clientèle	p. Clientèle
	Valeurs engagées :					
	Matières dépensées. . . . . Main-d'œuvre payée. . . . Frais généraux imputés. . Dépenses directes	Ces comptes reçoivent les dépenses au fur et à mesure qu'elles se produisent. A la fin du mois ou de périodes régulières, ils sont crédités par le débit des travaux. Ce sont des intermédiaires régulateurs entre les valeurs disponibles de roulement et les travaux.	à Valeurs disponibles ou de roulement.	par Travaux.		
	Travaux : Un compte pour chaque nature de travail.	Formation du *débit :* Existant à pied-d'œuvre au commencement de la période d'exécution. Dépenses faites pendant la période. — Reprise des comptes ci-dessus : Matières, main-d'œuvre, frais généraux, dépenses directes. Formation du *crédit :* Existant à pied-d'œuvre à la fin de la période d'exécution. Produit à passer au magasin de vente. S'il y a plusieurs transformations, le produit de la première passe au compte du magasin de matières premières pour être repris suivant les quantités élaborées à la seconde transformation. A la dernière transformation, le produit passe au compte du magasin de vente.	à Comptes ci-dess.	par Magasins.		
	Comptes d'ordre.	Compte de régularisation des mouvements.				
	Comptes d'achats.	Intermédiaires entre les magasins et la clientèle vendeuse.		par Magasins.	à Clientèle	
C. Clientèle	Clientèle active.	Comptes des personnes.	à Compt. de ventes	p. Val. disponibles.		
	Clientèle passive.		à Val. disponibles.	p. Compt. d'Achats		
X. Résultats (Capital antécéd. diminu. ou capital consécutif créé.	Frais généraux.	Le crédit est formé par des imputations aux trav. sur un coeffic. fixe annuel.	à Val. de roulem.	p. Val. engagées.		
	Compte de ventes	Intermédiaire entre les magasins et la clientèle acheteuse	à Magasins. à Exercice.	par Exercice. s'il y a perte.	à Clientèle	p. Clientèle
	Compte de résultats divers .	Intermédiaire entre les opérations et la clientèle	à Val. engagées. à Exercice.	par Exercice. s'il y a perte.		p. Clientèle
	Compte de l'exercice.	Compte soldant les trois précédents.	à Compte de résult. à Capital.	p. Compt. de résult. p. Capital.	à Actionn. ou à Assoc.	

12° Les opérations en compte à demi, les participations, les affaires engagées à terme, en arbitrages, en spéculations quelconques, doivent conserver les prix de l'inventaire dans leurs mouvements. Ces opérations ne peuvent être soldées en écritures qu'après leur liquidation avec les intéressés. Procéder différemment, surtout dans les sociétés par actions, c'est courir le risque, étant donné des chances défavorables, de prendre les dividendes sur le capital.

DIAGRAMME D'UNE COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE RATIONNELLE. *Méthode pour la formation de ce diagramme.* Nous ne pourrions mieux terminer cette étude sur la comptabilité, considérée comme science des comptes, que par un diagramme montrant l'enchaînement analytique et synthétique des comptes d'une entreprise industrielle (V. le tableau de la page 601).

Le *capital* donnant au commerçant les moyens matériels de son œuvre, nous le plaçons dans la première colonne, il est le principe, la tête (caput) de toute opération commerciale.

Les *valeurs de l'inventaire* sont les transformations imprimées par le travail du commerçant au capital initial en vue d'un résultat X, rétribuant ce travail, payant l'intérêt du capital engagé et laissant un excédent variable de profit, lequel permet d'épargner et de constituer un capital nouveau à qui possède les qualités de prévoyance, d'ordre et d'économie. Ces *valeurs de l'inventaire*, répétons-le, se composent:

1° de B, *moyens d'action* de l'entreprise, valeur des choses au prix de revient;

2° de C, valeurs des *créances et des dettes* de l'entreprise chez les tiers en rapport avec elle; créances occasionnées par les ventes faites au prix de transaction, c'est-à-dire contenant le prix de revient plus le profit ou moins la perte sur la transaction; dettes occasionnées par les achats de matières et de services qui sont la base des bénéfices à réaliser.

Notons toutefois qu'en industrie la matière première est achetée, non pour la revente telle quelle, mais pour être transformée en un ou plusieurs produits différents, qui subissent eux-mêmes une ou plusieurs transformations dont il est nécessaire d'établir le revient exact, si l'on veut maintenir la permanence du prix des valeurs de l'inventaire dans les comptes.

En industrie, le jeu des comptes de la série B doit donc prendre une grande importance. Nous ne saurions trop nous élever contre cette pratique comptable, absolument vicieuse, qui consiste à supprimer la comptabilisation des opérations de fabrication et à porter à un compte unique *marchandises*, ou quelque équivalent, d'une part le coût des matières premières, de la main-d'œuvre, des frais généraux; d'autre part, le montant des ventes, et, brochant sur ce désordre, à rechercher le bénéfice annuel au moyen d'un inventaire extra-comptable établi par estimation. On supprime ainsi tout contrôle, on marche à l'aventure, au désordre, à la ruine, en se berçant d'espérances trompeuses. Reculer devant la dépense et le travail qu'occasionne une bonne comptabilité c'est, de nos jours, opérer à la façon de l'armateur qui ferait l'économie des instruments de précision essentiels à la sécurité de la marche de ses navires;

3° De X, *résultats* constatés mathématiquement et qui affectent l'inventaire, en diminution de son importance s'il y a perte, en augmentation s'il y a profit.

Nous plaçons dans la seconde colonne du diagramme les titres des comptes à ouvrir dans le grand livre. La troisième colonne reçoit en quelques mots l'explication de la fonction des comptes. Enfin, dans les quatre dernières colonnes nous avons indiqué les formules doubles, ou digraphiques, auxquelles donnent lieu les mouvements intérieurs et les mouvements extérieurs imprimés aux valeurs dans les opérations commerciales, industrielles et agricoles.

En terminant qu'il nous soit permis d'espérer que cette étude attirera l'attention de nos chefs d'industrie. Tous les arts sont devenus scientifiques, la science est aujourd'hui dans tout travail, la comptabilité ne peut, sans danger pour notre commerce, demeurer un art empirique. — EUG. L. et AD. G.

COMPTEUR D'EAU. L'emploi des compteurs d'eau tend à se généraliser de plus en plus, à Paris et dans les grandes villes. Si son adoption a été longue et laborieuse, il n'en faudrait pas attribuer exclusivement la cause à l'imperfection des appareils expérimentés. Nous avons connu dès 1867 le système Roberton qui présentait toutes garanties d'exactitude et de bon fonctionnement, mais qui ne trouva pourtant pas d'appui auprès des administrations. C'est que la vente de l'eau au compteur, si rationnelle et si équitable qu'elle soit en principe, ne laisse pas que d'exiger dans son application certaines conditions qui peuvent créer des difficultés matérielles, avec lesquelles une administration municipale doit hésiter à se mettre aux prises. La principale difficulté nous paraît résider dans les variations plus ou moins brusques, et dans les exigences aléatoires de la consommation, c'est-à-dire que du moment où on livre l'eau à la discrétion absolue du public, ce qui est effectivement le côté caractéristique de la vente au compteur, on ne sait plus exactement dans quelles limites se maintiendra la dépense des abonnés, et par conséquent il devient plus difficile de prévoir le volume nécessaire et la durée des approvisionnements. On conçoit aisément à quelles difficultés de service peut donner lieu une semblable situation, quand il s'agit de l'alimentation d'une grande ville, si les réservoirs n'ont pas une capacité plus que suffisante et s'ils ne sont pas pourvus d'une quantité d'eau assez grande pour parer à toutes les éventualités, à tous les excès imprévus de consommation.

Avant l'adduction à Paris des eaux de la Dhuis et de la Vanne, avant les grands travaux qui ont assuré à la capitale une provision d'eau capable de suffire largement à tous les besoins, l'administration eût sans doute été fort embarrassée si la vente de l'eau au compteur avait pris l'exten-

sion qu'elle a acquise actuellement. Mais à présent qu'une abondante alimentation, qui va bientôt s'accroître encore, la met à l'abri de tous les embarras, la direction du service des eaux paraît au contraire portée à développer l'emploi des compteurs, et elle a déjà admis plusieurs système qui se partagent aujourd'hui la faveur des consommateurs. Le système Frager, dont nous avons donné la description dans l'article COMPTEUR du *Dictionnaire*, est de beaucoup le plus répandu. Les systèmes Kennedy et Frost-Tavenet se propagent également, depuis qu'ils ont été admis par des arrêtés spéciaux de M. le Préfet de la Seine, qui les a soumis d'ailleurs aux dispositions de l'arrêté réglementaire du 15 octobre 1880 relatif aux compteurs d'eau en général.

Les compteurs à piston sont les seuls systèmes admis à Paris. Mais dans bon nombre de villes on se contente de divers compteurs rotatifs, moins précis, il est vrai, mais aussi moins coûteux. Nous en avions signalé plusieurs systèmes dans l'article COMPTEUR; nous n'ajouterons que quelques mots pour joindre à la liste précédente le compteur Debiot, que plusieurs villes emploient depuis déjà longtemps avec satisfaction, et qui nous paraît être un des plus recommandables, ainsi que le *compteur à turbine* de MM. Michel et Cie, et le compteur Tylor. Ces appareils sont basés sur l'emploi d'une sorte de petite turbine ou d'une roue à palettes, montée sur un axe vertical dont le mouvement de rotation, produit par la pression d'écoulement de l'eau sur les aubes, se transmet aux cadrans enregistreurs qui marquent la consommation.

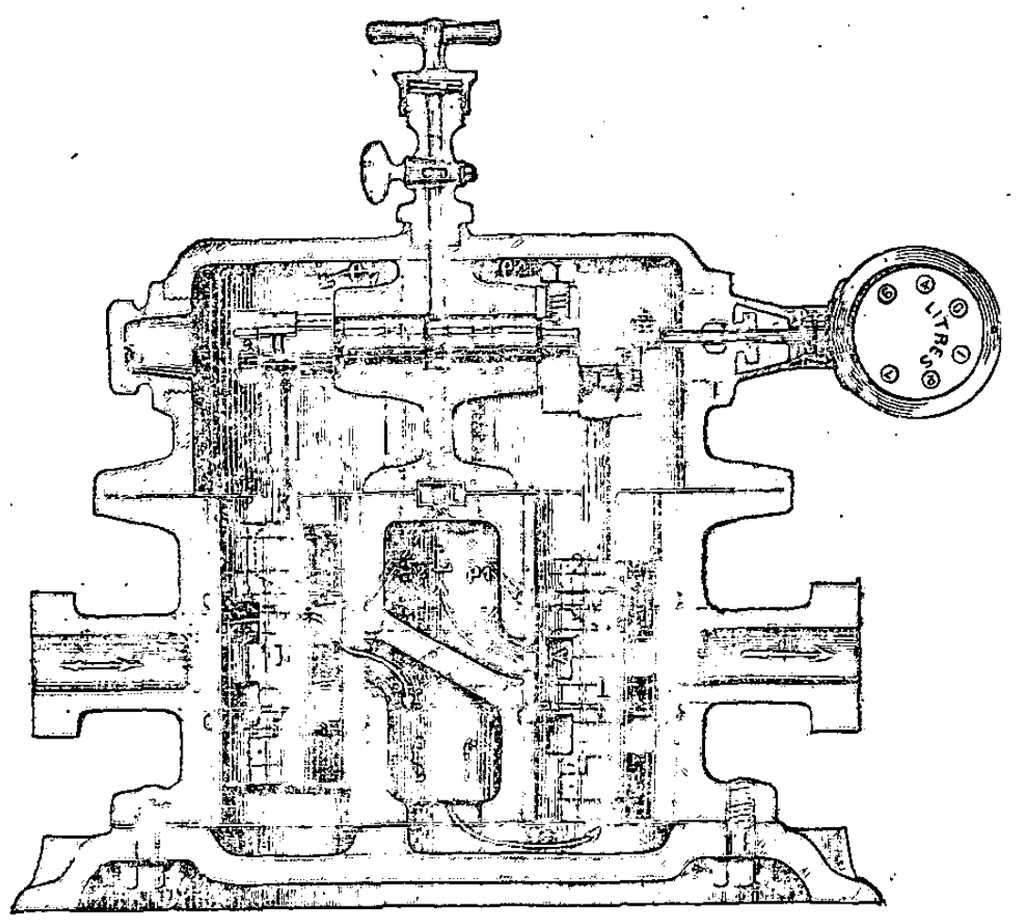


Fig. 389. — *Coupe verticale du compteur à eau (système Schmid), pour l'alimentation des chaudières à vapeur.*

b Entrée de l'eau. — *a* Sortie de l'eau — I, II, Pistons verticaux, sans garniture, reliés à un arbre horizontal par deux manivelles calées à 90°. Cet arbre transmet son mouvement aux aiguilles du compteur de tours gradué en litres. — e_1 e_2 f_1 f_2 Conduites correspondant aux divisions des pistons, et mettant en communication la partie centrale *L* des cylindres avec les ouvertures pratiquées sur le pourtour des pistons

Compteur d'eau, système Schmid, pour chaudières à vapeur. Nous avons aussi à signaler un compteur d'eau dont on a pu remarquer l'application aux divers systèmes de chaudières à vapeur installées au Champ de Mars pour la production de la force motrice, à l'Exposition de 1889. Ce compteur, destiné à enregistrer la consommation d'eau pour l'alimentation des générateurs de vapeur, a été imaginé par M. Schmid, et est construit en France par MM. D'Espine, Achard et Cie. Il est basé sur l'emploi de deux pistons verticaux dans l'épaisseur desquels sont pratiquées des chambres ou cavités circulaires qui livrent passage à l'eau et établissent, à certaines positions déterminées de la course, les communications avec les orifices d'arrivée et de sortie de l'eau. La figure 389 qui représente en coupe verticale l'ensemble de ce compteur, nous dispense d'entrer dans de plus longs détails sur sa description. Nous nous bornerons donc à signaler l'exactitude du mesurage qu'on obtient avec cet appareil, et l'utilité de son application aux chaudières à vapeur. Pour se rendre un compte exact des meilleures conditions de marche d'une chaudière, de l'économie du combustible, de sa qualité, et des soins du chauffeur, il faut connaître combien chaque kilogramme de houille produit de kilogrammes de vapeur, ou, en d'autres termes, *combien d'eau la pompe alimentaire ou l'injecteur doit introduire dans la chaudière* pour remplacer la quantité d'eau absorbée à l'état de vapeur, par la production d'une force motrice connue. Le seul moyen d'exercer ce contrôle d'une manière certaine est l'emploi d'un bon compteur d'eau, et c'est à ce titre que le compteur Schmid était appliqué, pendant l'Exposition de 1889, à l'alimentation des chaudières Babcock, Davey et Paxmann, de Nayer et Cie, de Fives-Lille, Fontaine, etc., pour enregistrer les quantités d'eau consommées, et contribuer ainsi à démontrer les mérites respectifs de chacun de ces systèmes de générateurs.

COMPTEUR D'ÉLECTRICITÉ. Le développement des distributions d'électricité a nécessité la création de l'organe accessoire, analogue au compteur de gaz ou d'eau, le *compteur d'électricité*. Dans une distribution d'électricité, ce que reçoit l'abonné et ce qu'il doit payer, c'est de l'énergie électrique. En appelant E la différence de potentiel entre les points extrêmes du circuit et I le courant qui le traverse, la quantité d'énergie qui a traversé le circuit de l'abonné est $\int EI dt$. On peut remarquer de suite que, si la distribution est à potentiel constant, comme cela est le plus général, il suffira d'avoir une indication proportionnelle à $\int I dt$, le facteur E étant constant.

L'inverse aurait lieu pour une distribution qui serait à courant constant.

L'unité c. g. s. du travail est l'*erg*, mais cette unité est trop faible pour la pratique courante. L'unité pratique correspondante serait le *watt-seconde*; mais la seconde étant elle-même une unité trop petite, on emploie le *watt-heure*. Enfin, pour correspondre à une somme d'argent plus facile à exprimer en monnaie usuelle, et plus explicite qu'une fraction de centime, on prend comme unité une quantité mille fois plus grande, c'est-à-dire le *kilowatt-heure*. Un kilowatt-heure correspond à une consommation de 10 ampères sous 100 volts, pendant une heure, son prix actuel (1890), varie à Paris, de 1 franc à 1 fr. 50. Ce dernier prix est le maximum fixé par les cahiers des charges des concessions.

Un compteur électrique doit avoir deux qualités principales, savoir: une *précision* suffisante et une *échelle de travail* étendue.

La précision est aussi indispensable au producteur qu'au consommateur. Il faut que l'erreur moyenne soit aussi faible que possible; et comme un compteur donné peut être employé à des régimes très divers et cela d'autant plus que l'échelle de travail sera étendue, il en résulte que les écarts maximum devront être également aussi faibles que possible.

L'*échelle de travail* est le rapport qui existe entre le débit maximum et le débit minimum que l'instrument peut enregistrer avec exactitude. Ainsi un compteur vendu pour 50 ampères, par exemple, pourra donner de bonnes indications jusqu'à 55, comme limite supérieure. Comme limite inférieure, on pourra observer, par exemple, qu'au-dessous de deux ampères le fonctionnement s'arrête, ou bien qu'il devient irrégulier parce que les efforts moteurs deviennent à peu près égaux aux frottements et aux autres efforts résistants parasites. L'échelle de travail sera alors de $\frac{55}{2}=27{,}5$.

On comprendra de suite l'importance de cette quantité, si l'on réfléchit que toute consommation de 1 ampère, sur un compteur de ce genre, ne serait pas enregistrée et constituerait une perte sèche pour le producteur.

Pour l'éviter, on peut employer à côté du compteur de 50 ampères, un compteur plus petit, de 5 ampères par exemple, qui, ayant à peu près la même échelle de travail que l'autre, enregistrerait efficacement jusqu'à $\frac{5}{27{,}5}=0{,}18$ ampères consommation qui est inférieure à la plus faible consommation pratique. Mais c'est là un moyen coûteux et délicat puisqu'il exige à un moment donné la substitution automatique d'un appareil à l'autre, opération qui exige à son tour un nouvel organe.

Un compteur parfait serait donc celui qui aurait une échelle de travail très étendue, de 500 par exemple. Cette qualité est acquise à un haut degré aux compteurs à gaz : elle ne l'est pas encore au même titre aux compteurs d'électricité, pour les raisons que l'on comprendra par ce qui va suivre.

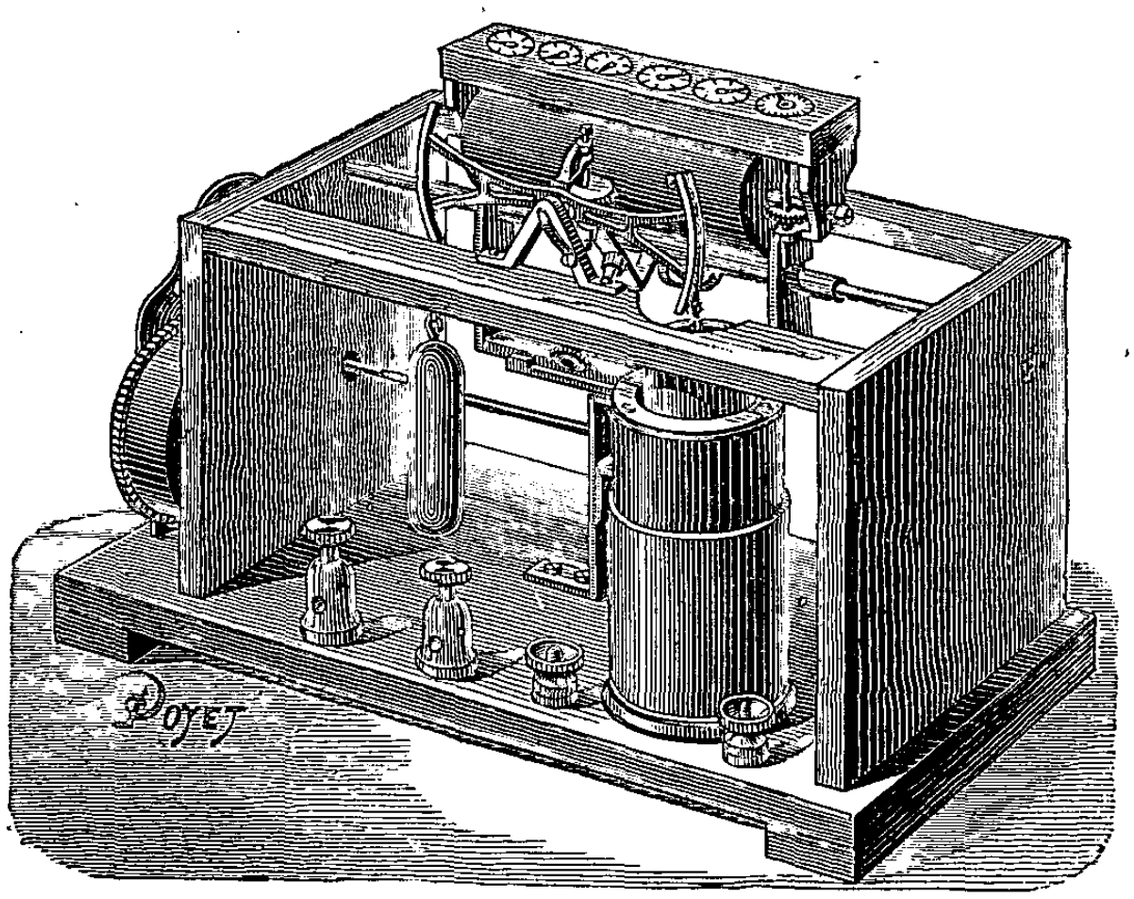


Fig. 390.

Le *mécanisme* des compteurs peut varier à l'infini; mais tous peuvent se ramener à un ou deux principes généraux. La manière dont sont réalisés ces principes constituent toute la différence entre les différents appareils. Que l'on se propose d'enregistrer

$$\int \mathrm{E}\,\mathrm{I}\,dt$$

ou

$$\int \mathrm{I}\,dt,$$

les mécanismes peuvent rester à peu près les mêmes et se ramener à trois types principaux :

Les compteurs à intégration continue ;

Les compteurs à intégration discontinue;

Les compteurs à retardation, qui ne sont, au fond, que des intégrateurs continus.

Les compteurs à intégration, continue ou non, comprennent toujours : un mécanisme compteur de temps et un appareil de mesure électrique (électro-dynamomètre ou ampèremètre), qui est lié d'une certaine manière avec le compteur de temps.

Le compteur Vernon-Boys, est le type des compteurs à intégration continue (fig. 390). On en trouvera la description ainsi que celle des types les plus intéressants dans la brochure « les Compteurs d'énergie électrique », par E. Hospitalier (G. Masson, éditeur). On reconnaît à gauche le mouvement d'horlogerie qui communique un mouvement longitudinal au cylindre intégrateur placé à la partie supérieure de l'appareil. A droite, un jeu de solénoïdes concentriques forme le watt-

mètre, qui est équilibré par un contrepoids, et détermine une inclinaison plus ou moins grande de la roulette qui touche le cylindre. Ce dernier tourne sur lui-même avec une vitesse proportionnelle : 1° à l'inclinaison de la roulette, c'est-à-dire aux watts ; et 2° au temps, puisqu'il est animé par le rouage d'horlogerie d'un mouvement longitudinal uniforme. C'est donc bien un watt-heuremètre.

Parmi les compteurs à intégration discontinue, les plus répandus sont ceux de MM. Cauderay, Jacquemier, Brillié. Nous considérons ce dernier comme type. Un wattmètre éprouve par le passage des courants un effort auquel s'oppose une butée. La bobine mobile qui recoit cet effort peut être sollicitée en sens inverse par un ressort. Supposons que ce ressort soit d'abord tout à fait détendu, et qu'on le tende graduellement. L'effort qu'il exerce en sens inverse de celui du courant va en augmentant progressivement, et à un moment donné, il devient égal à celui du courant. A ce moment la bobine mobile quitte sa première butée, et vient s'appuyer sur une autre qui l'empêche d'obéir plus longtemps au mouvement du ressort.

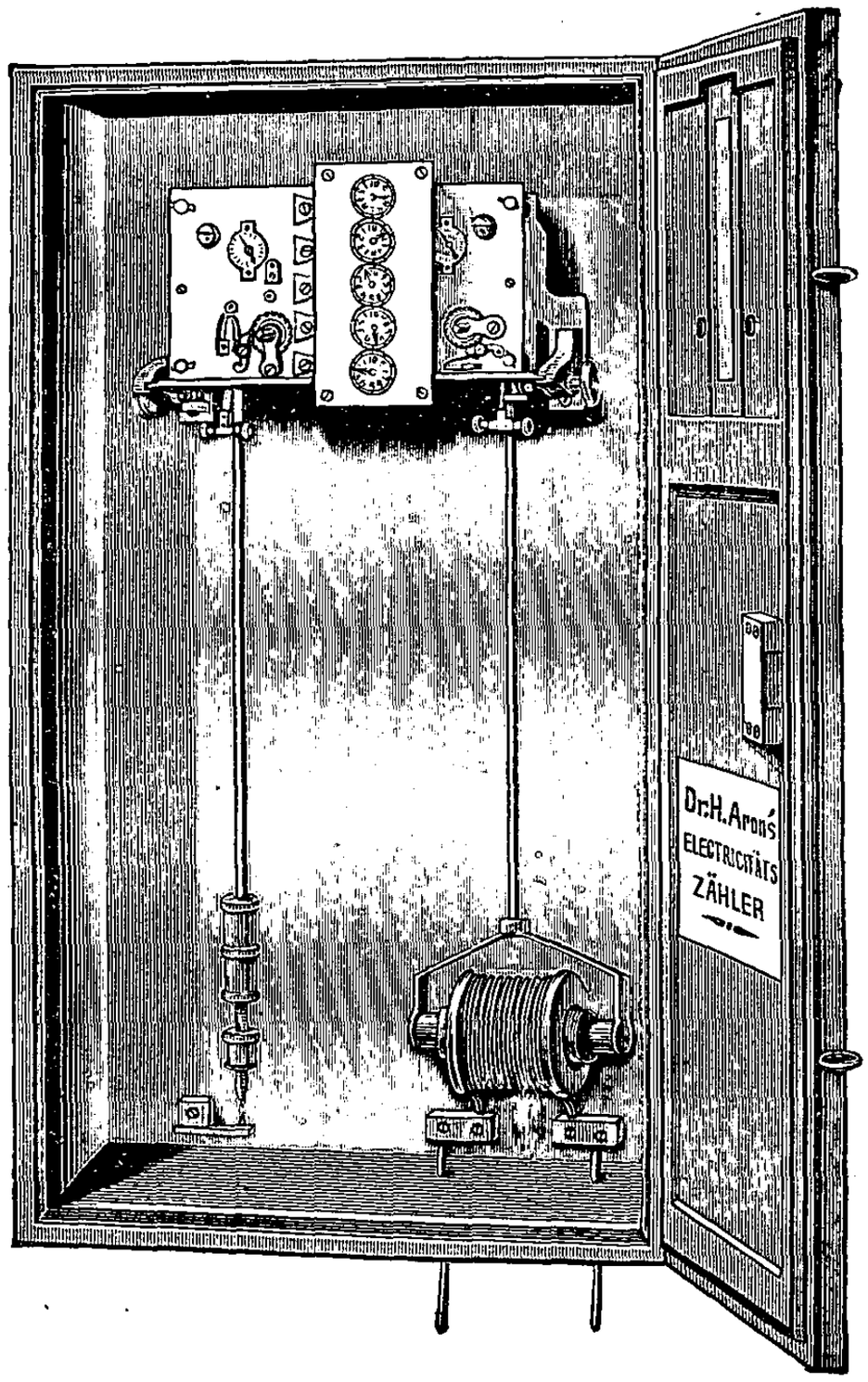


Fig. 391.

Il est alors évident que si l'on a enregistré par exemple l'allongement subi par le ressort, entre la tension nulle et celle qui équilibre l'action du courant, on aura une mesure de la valeur des watts au moment actuel. Si l'on répète cette mesure à des intervalles de temps réguliers, soit de minute en minute par exemple, et si l'on ajoute toutes les longueurs ainsi mesurées, on aura l'intégration discontinue des valeurs successives des watts. Sans insister davantage sur ce point nous indiquerons le principe des compteurs à retardation qui sont une classe de compteurs à intégration continue, mais d'une nature très spéciale.

On emploie deux mouvements d'horlogerie munis chacun d'un pendule, et réunis par un mécanisme différentiel qui enregistre la différence de marche des deux pendules.

L'un de ceux-ci est un pendule quelconque. L'autre est soumis à l'action des forces électriques, étant formé par exemple (fig. 391) d'un solénoïde de fil fin qui oscille dans un solénoïde de gros fil et qui constitue une sorte de wattmètre.

En l'absence de tout courant, les pendules ont été réglés de manière à battre isochroniquement. Dès que le courant passe, le pendule wattmètre subit une action qui a pour effet de le retarder (ou de l'avancer, suivant le sens des courants). L'autre pendule conservant la même marche, le rouage différentiel entre en jeu, et avance de quantités proportionnelles d'une part au temps, et de l'autre au retard du pendule électrique, c'est-à-dire aux watts. Ce compteur, fort simple, a une échelle de travail assez étendue parce que l'état normal du mouvement du pendule-wattmètre permet aux plus faibles forces d'exercer leur action, ce qui n'aurait pas lieu aussi facilement à l'état de repos. Mais il pèche un peu par l'exactitude, les retards ne se trouvant pas exactement proportionnels aux puissances.

En dehors des classes d'appareils ci-dessus, on a encore mis à profit pour la mesure des quantités, les phénomènes de mouvements des conducteurs liquides ou solides sous l'action des forces électrodynamiques et d'autres phénomènes moins directs.

Les compteurs de Ferranti et Lippmann, par exemple, sont basés sur les mouvements du mercure parcouru par un courant. Dans celui de Ferranti (fig. 392), le courant arrive par le centre d'une masse de mercure peu épaisse, et sort à la périphérie. Cette masse étant de plus située dans un champ magnétique très intense formé par le courant, elle prend un mouvement de rotation. Ce mouvement va en s'accélérant jusqu'à ce que le travail des frottements équilibre celui des forces électro-magnétiques ; à ce moment le mercure conserve sa vitesse. On comprend donc qu'à chaque intensité correspond une vitesse propre du mercure : et si la proportionnalité existait entre

ces deux quantités, il suffirait de compter le nombre de tours qu'effectue le mercure. Dans le compteur de Ferranti, on a creusé au fond de la cuvette à mercure une chambre R rectangulaire, qui contribue à contrarier le mouvement, et à obtenir la proportionnalité approchée. Le nombre de tours est enregistré par celui d'un petit flotteur en fer qui est entraîné par le mercure, et qui est solidaire d'un rouage d'horlogerie.

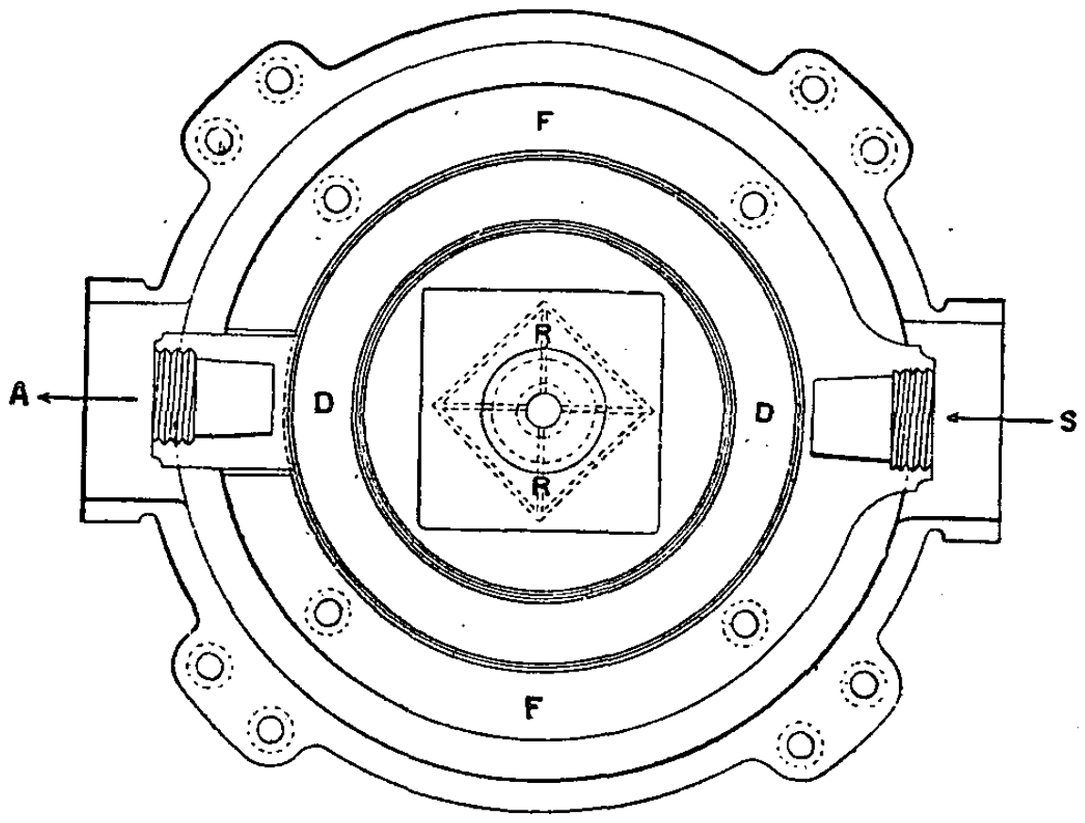


Fig. 392.

Dans le compteur de M. Lippmann, le courant passe dans une lame très mince de mercure, qui remplit une chambre taillée dans une feuille de mica. Cette feuille est placée entre les pôles très rapprochés d'un aimant placé horizontalement par exemple, et le courant la traverse de bas en haut. Le mesureur subit alors une poussée, dans une direction perpendiculaire à la fois à celle du courant et de la force magnétique. Si la chambre fait partie d'une petite canalisation de mercure, il y aura donc appel d'un côté et refoulement de l'autre. L'ensemble peut donc être établi de manière à constituer une petite fontaine de mercure dont il suffira de mesurer le débit

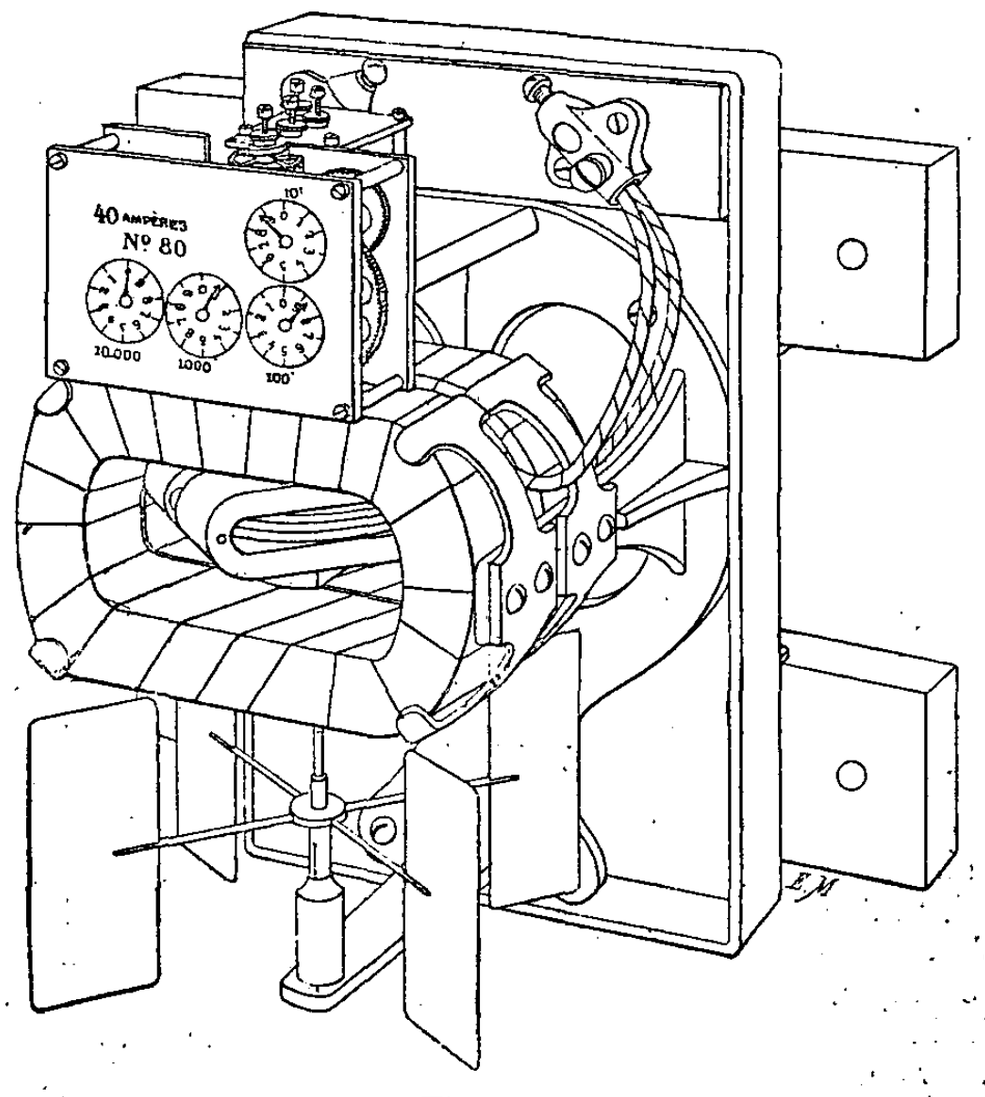


Fig. 393.

A cause des frottements dans les tubes et dans la chambre, l'écoulement est proportionnel à l'intensité du courant.

Enfin dans le cas de mesure de courants alternatifs, on peut avoir aussi recours aux mouvements résultants de l'action mutuelle du courant à mesurer et du courant induit par le premier dans une masse mobile. Nous signalerons seulement le compteur Schallenberger (fig. 393) que construit la Compagnie Westinghouse en Amérique et le compteur Borel et Paccaud, dans lequel on détermine la rotation d'un disque de tôle placé dans un champ magnétique variable. Dans les deux appareils, le travail résistant est celui d'un moulinet à ailettes se mouvant dans l'air.

M. Forbes a construit un compteur fondé sur la mesure de la vitesse du courant d'air chaud qui s'élève au-dessus d'une spirale parcourue par le courant à mesurer. L'air communique son mouvement à un moulinet très délicat qui actionne le rouage compteur.

Nous n'avons signalé ici que les appareils les plus importants et les plus employés. Pour plus de détails, nous renverrons le lecteur à la brochure « les Compteurs d'énergie électrique » par E. Hospitalier, 1889; ainsi qu'aux journaux spéciaux où tous ces appareils sont décrits dès leur apparition. — R. V. P.

COMPTEUR DE GAZ. Nous avons peu de choses à ajouter à ce que nous avons dit au sujet des compteurs à gaz dans cet ouvrage. Nous allons signaler seulement deux perfectionnements récents apportés à ces appareils, le *compteur non siphonnable*, et le *compteur à payement préalable*, et nous indiquerons, au point de vue pratique, l'influence que peuvent exercer sur l'exactitude du mesurage les diverses inclinaisons d'un compteur.

Compteur à mesure invariable non siphonnable. Nous avons décrit précédemment les dispositions du compteur à mesure invariable, de MM. Siry et Lizars, et celui de Warner et Cowan (Brunt et C^ie^). Dans ce dernier le mesurage est basé sur la différence de deux volumes débités par deux volants mesureurs qui sont disposés de façon que si la capacité de l'un d'eux augmente, par suite de l'abaissement du niveau de l'eau, la capacité du second augmente aussi de la même quantité; de sorte qu'il y a toujours compensation, et qu'on a ainsi un volume invariable à chaque tour du volant, quel que soit le niveau de l'eau dans le compteur.

Les compteurs à mesure invariable présentent, dans la pratique, certaines difficultés de nivellement qu'on ne rencontre pas avec les compteurs ordinaires, parce que ce nivellement s'opérant par la vis du siphon, il arrive parfois que le siphon s'amorce et produit un écoulement enlevant une trop grande partie de l'eau contenue dans l'appareil : on exprime cet effet en disant que le *compteur siphonne.* Il en résulte un abaissement anormal du niveau de l'eau, pouvant aller même jusqu'à la fermeture de la soupape d'arrivée du gaz; il faut recommencer alors à niveler le compteur en y remettant la quantité d'eau enlevée en excès.

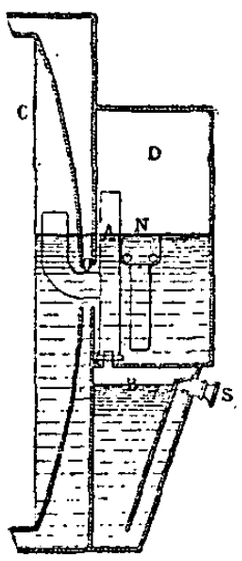


Fig. 394. — *Coupe d'un compteur ordinaire.*

Cette difficulté de nivellement provient de ce fait : quand on introduit de l'eau dans un compteur pour le niveler, cette eau s'élève peu à peu dans la boîte carrée D, que montre la coupe (fig. 394), jusqu'à ce que l'eau ayant atteint le bord supérieur du tube de niveau N vienne s'écouler dans la boîte B du siphon et sortir par la vis S, quand elle aura atteint l'orifice que bouche cette vis.

Mais cet orifice étant plus petit que la section du tube de niveau N, l'eau arrive dans la bâche plus vite qu'elle n'en peut sortir, cette bâche se remplit au point que l'eau s'élève dans la branche A du siphon qui met en communication l'intérieur du compteur C avec la boîte carrée D; quand l'eau atteint la branche recourbée de ce siphon, elle ferme la communication entre la caisse C et la boîte D; le tube d'évacuation correspondant à la vis S produit alors l'effet d'un siphon amorcé, l'écoulement de l'eau s'accroît avec force, et continue jusqu'à ce que l'orifice O du centre du volant se trouve découvert et rétablisse une communication entre la caisse C et la boîte carrée D; mais à ce moment, comme on le voit, le niveau intérieur se trouve abaissé bien au-dessous du bord du tube N, et cet abaissement peut être tel que la soupape d'admission du gaz soit fermée, ou du moins bien près de se fermer. Pour remédier à cet inconvénient du siphonnage, dans les compteurs à mesure invariable, la Compagnie anonyme continentale applique la disposition suivante (fig. 395 et 396).

Dans la bâche du siphon se trouve placée en dessous du tube de niveau N une petite cuvette dans laquelle plonge l'extrémité de ce tube, de façon que, pendant le nivellement, cette cuvette produit en E une fermeture hydraulique ; et, d'autre part, la branche A du siphon se prolonge jusqu'à une certaine distance dans la bâche B. Quand l'eau s'écoule de la boîte D dans cette bâche B, elle s'y élève jusqu'à ce que son niveau atteigne l'orifice inférieur de la branche A du siphon, et qu'en interceptant cet orifice, un certain volume d'air se trouve emprisonné dans la partie supérieure de la bâche. L'écoulement continuant, cet air se trouve comprimé et tend, d'une part, à activer l'écoulement de l'eau par la vis S, et d'autre part, à ralentir l'arrivée de l'eau dans la bâche B. Alors, à un moment donné, il s'établit un équilibre pour lequel la quantité d'eau admise dans

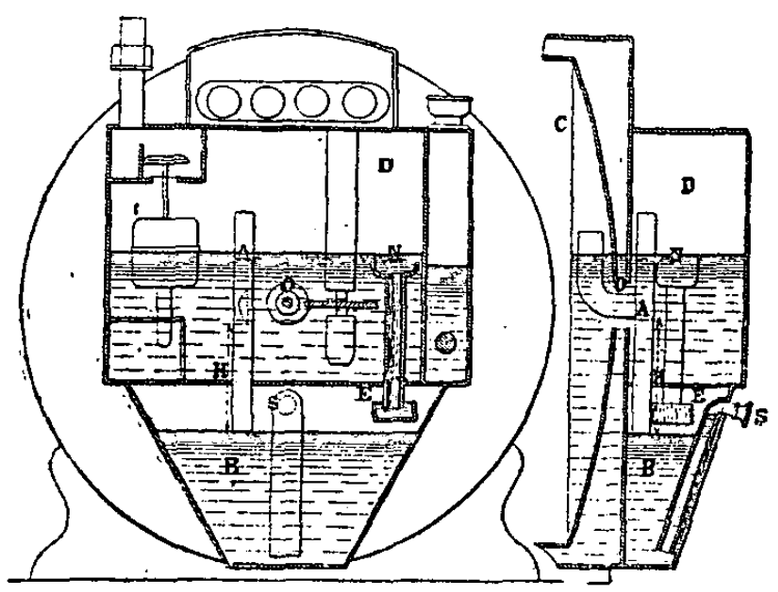


Fig. 395 et 396. — *Disposition nouvelle d'un compteur non siphonnable. Coupes transversale et longitudinale de la boîte antérieure.*

la bâche B est égale à la quantité qui s'écoule par l'orifice S. Cet équilibre étant établi pour une pression inférieure à la hauteur H de la colonne correspondant à la longueur de la portion du tube A qui est en contrebas de la branche recourbée du siphon, l'eau ne pourra pas s'élever assez dans ce tube A pour fermer la communication de cette branche avec l'intérieur de la caisse C du volant, et l'amorçage ne se produisant plus, le compteur ne siphonnera pas. Le nivellement pourra dès lors se faire sans donner lieu à l'inconvénient précité, et sans nécessiter de précautions plus minutieuses qu'avec les compteurs ordinaires.

Grâce à ce perfectionnement, le compteur à mesure invariable devient tout à fait pratique et mérite désormais, d'une façon toute spéciale, la préférence des Compagnies de gaz et des consommateurs.

Compteur à paiement préalable. On s'est préoccupé beaucoup, depuis quelques années, de mettre le gaz à la portée des plus petites bourses en permettant aux petits commerçants de le payer par sommes minimes, comme on paie l'huile ou la bougie qu'on achète en détail. Le paiement d'une assez forte somme à la fin du mois peut

être une gêne pour bien des petits ménages, qui trouveraient avantage à payer par fractions cette consommation. Diverses solutions ont été proposées : quelques compagnies font relever par quinzaine le chiffre des compteurs, et encaissent ainsi en deux paiements, au lieu d'un, la somme qui représente la consommation mensuelle. En Angleterre, on a préconisé l'emploi de compteurs disposés de façon à délivrer au consommateur une quantité de gaz équivalente à la somme d'argent qu'il veut employer. Les appareils essayés à cet effet ne se sont pas répandus, sans doute à cause de leur mécanisme trop compliqué.

La *Compagnie anonyme continentale* a étudié un *compteur à paiement préalable* qui paraît appelé à faire faire un pas décisif à cette question. Les organes sont robustes, simples et d'un fonctionnement sûr, ce qui est dû surtout à l'emploi de la fermeture hydraulique, remplaçant avantageusement les soupapes, pour intercepter l'arrivée du gaz, quand l'appareil a débité le volume correspondant à la somme donnée.

Le mécanisme destiné à effectuer le mesurage se compose d'une came montée sur l'arbre même du volant et d'un rochet spécial qui, à un moment donné, venant en prise avec la came, empêche le mouvement de rotation de celle-ci, et par suite celui du volant. L'arrêt du volant provoque alors dans la boîte carrée du devant du compteur un abaissement du niveau de l'eau et la fermeture de la soupape. Il y a donc ainsi double garantie d'arrêt du gaz : obturation par la soupape, et obturation hydraulique par le volant.

A l'instar de ces appareils, si répandus aujourd'hui sous le nom de *distributeurs mécaniques*, qui, moyennant une pièce de monnaie glissée dans un orifice, délivrent une quantité déterminée de liquide, une tablette de chocolat, ou tout autre objet quelconque, le compteur à paiement préalable peut, moyennant une pièce d'*un franc* glissée dans l'appareil, débiter pour *un franc* de gaz, à la volonté du consommateur; et, quand ce volume étant écoulé, l'arrêt du compteur s'est produit, l'introduction d'une nouvelle pièce d'un franc remet en marche l'appareil pour lui faire délivrer à nouveau la même quantité de gaz au fur et à mesure des besoins. C'est, comme on le voit, la vente du gaz en détail, se rapprochant sensiblement des conditions journalières d'achat de l'huile ou de la bougie pour l'éclairage, du charbon de bois pour les usages culinaires; c'est le gaz mis à la portée des plus petites bourses, à la disposition de l'ouvrier qui ne peut souvent payer qu'au jour le jour ses dépenses domestiques.

Influence de l'inclinaison des compteurs sur l'exactitude du mesurage. Nous allons compléter les renseignements précédemment donnés sur les causes d'erreurs dans le mesurage des compteurs, en faisant connaître l'influence de l'inclinaison du plan d'eau, suivant que le compteur est incliné d'avant en arrière, ou de gauche à droite.

Inclinaison d'arrière en avant (mesurée sur la profondeur du compteur).

Capacités	Valeurs des inclinaisons et erreurs correspondantes, au détriment de l'usine					
3 becs	à 3m/m = 2 0/0	à 5m/m = 3 0/0	à 10m/m = 5 0/0	à 15m/m = 7 0/0	à 18m/m	Le compteur cesse complètement de marquer. Le gaz passe sans être compté.
5 —	5 = 3	10 = 5	15 = 6	20 = 8	25	
10 —	5 = 2.5	10 = 4	15 = 5	25 = 6.5	30	
20 —	5 = 2	15 = 4.5	20 = 6	30 = 8	40	
30 —	10 = 2.5	20 = 4.5	30 = 6	40 = 8	43	
40 —	10 = 2.5	20 = 4	30 = 6	40 = 7.5	45	
60 —	20 = 4	30 = 6	40 = 8	» »	45	
80 —	20 = 5	30 = 6.5	40 = 8	» »	50	
100 —	20 = 6	40 = 8	50 = 9	» »	65	
150 —	20 = 6	40 = 7	60 = 9	» »	70	

Inclinaison de gauche à droite (mesurée sur la distance horizontale entre les pieds).

Capacités	Valeurs des inclinaisons et erreurs correspondantes, au détriment de l'usine					
3 becs	à 5m/m = 1.5 0/0	à 10m/m = 4 0/0	à 20m/m = 6 0/0	» »	à 25m/m	La soupape est fermée, le gaz est intercepté.
5 —	5 = 1	10 = 3	20 = 5	à 30m/m = 6 0/0	35	
10 —	5 = 1	10 = 2	20 = 3	35 = 4	40	
20 —	5 = 1	10 = 1.5	20 = 2.5	45 = 6.5	50	
30 —	5 = 1	10 = 1.5	20 = 2 5	45 = 6	50	
40 —	5 = 0.5	10 = 1	20 = 2	45 = 5	50	
60 —	10 = 1	20 = 2	30 = 3	40 = 4	50	
80 —	10 = 1	30 = 2.5	50 = 4	» »	60	
100 —	10 = 0.5	30 = 2	50 = 3	60 = 5	75	
150 —	20 = 1	40 = 2	60 = 3	» »	80	

Ces données montrent l'intérêt qu'offre la pose des compteurs et la nécessité de les maintenir parfaitement de niveau, si l'on ne veut s'exposer à ces causes d'erreurs. L'inclinaison volontaire d'un compteur par un abonné doit donc être considérée comme une manœuvre frauduleuse ayant pour but de léser l'usine à gaz, et peut être poursuivie comme telle.

Nouveau rapporteur appliqué au compteur. Nous allons terminer ces renseignements par la des-

cription d'un système d'*enregistreur* ou *rapporteur* appliqué aux compteurs de fabrication employés dans les usines à gaz. Nous avions déjà signalé, en parlant de ce genre de compteurs, l'utilité du rapporteur dont le premier type créé par G. Lowe, ingénieur de la Chartered company, à Londres, en 1823, est depuis lors appliqué à ces appareils pour enregistrer graphiquement la marche de la production du gaz. M. Ch. Umber, lorsqu'il était directeur de l'usine à gaz de Colmar, a conçu un système plus parfait qui permet de relever des diagrammes d'une plus grande étendue, à l'aide d'organes agissant sous l'action d'une loi simple de proportionnalité, et qui donne la facilité de subdiviser à volonté les quantités mesurées par fractions correspondantes à telle période voulue de la journée.

Ce système de rapporteur, désigné par son inventeur sous le nom de *radiographe*, s'adapte aisément aux organes du *mouvement excentré* que la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz a appliqué au mécanisme des compteurs de ces usines. Le plateau du rapporteur, monté directement sur l'axe du mouvement d'horlogerie, et faisant une révolution en vingt-quatre heures, porte le disque à diagrammes sur lequel sont tracés des rayons correspondants aux heures, et des divisions par quarts d'heure ; ce disque est en carton mince, d'une préparation spéciale sur laquelle la pointe du stylet en cuivre trace un trait très net, qu'on ne peut corriger ni effacer sans altération visible de la surface. Une came en forme de *courbe en cœur*, dont les rayons vecteurs croissent proportionnellement aux arcs décrits, commandés par des roues intermédiaires que fait mouvoir le cadran des dizaines, fait exactement *un tour pour 100 mètres* cubes de gaz fabriqué. C'est cette came qui commande le stylet, porté par une pièce à double coulisse l'obligeant à un mouvement rectiligne alternatif de va-et-vient, suivant une ligne verticale, moyennant une disposition en forme de pont terminé par deux petits galets embrassant la somme des rayons vecteurs de la came. L'examen du tracé produit par la came en cœur sur le disque du radiographe conduit à la détermination exacte de la quantité de gaz fabriquée pendant un laps de temps déterminé, et, réciproquement, au calcul du temps employé pour la production d'une quantité déterminée de gaz.

Les principaux avantages que présente ce système d'enregistreur sont : l'amplitude des courbes ou diagrammes permettant d'évaluer pour chaque heure ou fraction d'heure la marche quantitative de la production ; le contrôle qu'on peut, grâce à l'examen de ces diagrammes, exercer sur le travail des chauffeurs ; enfin les indications qu'on peut en déduire pour révéler les perturbations qui se sont produites accidentellement dans la marche de la production, ce qui justifie pleinement le nom de *mouchard* donné à ces rapporteurs appliqués aux compteurs de fabrication.

Le disque en carton du radiographe peut être remplacé par un tambour sur lequel est enroulée une bande de papier divisée en abscisses et ordonnées, correspondantes aux temps et quantités de la fabrication. M. Umber a aussi adopté un genre de disque en ardoise qui offre la facilité d'être effacé chaque jour, quand on ne veut pas conserver, à titre de comparaison, les tracés quotidiens sur carton.

L'emploi du radiographe, comme *enregistreur de tours*, n'est pas seulement limité aux compteurs d'usines à gaz; il peut s'appliquer aussi à tout mouvement dont il importe de contrôler la régularité de marche, tel, par exemple, que la vitesse d'un arbre de transmission, ou de tous autres appareils mécaniques en fonction dans les établissements industriels. — G. J.

•* **COMPTEUR KILOMÉTRIQUE.** Ces appareils dont nous avons mentionné l'objet dans le *Dictionnaire*, sous la dénomination de *compteurs de voitures*, ont donné lieu depuis lors à de nouvelles tentatives et continuent à être un *desideratum* dont la réalisation paraît être activement recherchée.

— L'idée de mesurer un chemin parcouru par un véhicule d'après la circonférence et le nombre de tours des roues n'est certes pas nouvelle. Au XVI^e^ siècle, un médecin nommé Fernel, qui avait soigné avec succès Diane de Poitiers et avait été admis au nombre des familiers du roi Henri II, s'étant adonné à l'astronomie, et sachant que la distance entre Paris et Amiens correspondait exactement à un degré du méridien terrestre remarqua que la route qui reliait ces deux villes était presque droite, et conçut le projet de mesurer cette distance en comptant le nombre de tours de roues de sa voiture.

Un siècle plus tard, en 1668, un astronome français nommé Picard, renouvela l'expérience de Fernel, avec une disposition qui donnait à son calcul une plus grande précision. Il avait mesuré très exactement la circonférence de la roue de sa voiture, et il avait adapté à la face latérale interne de la jante une languette qui, à chaque tour de roue, mettait en jeu un ressort actionnant un mécanisme enregistreur et comptant ainsi le nombre de tours effectués, dont l'expérimentateur relevait de temps en temps les indications. Telle fut la première ébauche du compteur kilométrique, réalisée d'une façon simple et ingénieuse, même avec assez de précision, puisqu'elle permit à son auteur de déterminer exactement la mesure du degré de méridien, et que cette donnée communiquée par Picard à Newton servit à celui-ci de point de départ pour évaluer la longueur du rayon terrestre, et lui fournit la base des calculs qui conduisirent cet illustre physicien à formuler la loi fondamentale de l'attraction ou gravitation universelle.

Depuis l'essai aujourd'hui presque oublié de Picard jusqu'à nos jours, la question des compteurs kilométriques a été l'objet de nombreuses recherches, et tout récemment encore elle a donné lieu à un arrêté du Préfet de la Seine établissant un tarif horo-kilométrique pour les voitures munies d'un compteur.

Dans une réunion tenue le 13 juin 1890, sous la présidence de M. Rouanet, conseiller municipal du XVIII^e^ arrondissement, l'*Union syndicale des cochers de Paris*, après un discours de son secrétaire, M. Pernette, qui a préconisé l'application du compteur horo-kilométrique, a voté un ordre du jour dont les premières lignes approuvent dans les termes suivants l'emploi du compteur :

« Considérant que l'application du compteur aux voi-

tures de places peut seule donner satisfaction au public, aux cochers et patrons ;

« Remercie le conseil municipal d'avoir pris en mains les justes revendications de la corporation exposées par le groupe de l'*Union syndicale*.

« Persiste, avec l'adoption du compteur, à demander le 33 0/0 sur la journée produite par la voiture, comme honoraires journaliers appartenant au cocher. »

Donc les cochers et les loueurs de voitures paraissent désirer en principe l'application du compteur. Mais encore faut-il pour cela qu'on possède un appareil d'un fonctionnement sûr et invariable, qui fournisse un contrôle absolument certain pour tous les intérêts en cause. Là est la difficulté, et quand on considère les éléments multiples que comporte la solution de ce problème, on conçoit aisément que cette difficulté n'ait pas encore été vaincue d'une façon tout à fait pratique.

Cependant on annonçait dernièrement qu'un nouveau *compteur horaire pour voitures* avait été expérimenté avec succès. Cet appareil, inventé par M. Paquet, est basé sur la perception d'un droit fixe de prise de voiture, montant à 0 fr. 50, et un tarif proportionnel au temps, à raison de 2 francs l'heure. Ce compteur peut s'adapter à une voiture quelconque. Il a la forme d'une petite boîte rectangulaire qui se fixe par des vis sur le bord du siège du cocher ; deux des faces de cette boîte portent des cadrans sur lesquels se meuvent des aiguilles indiquant en francs et centimes, par fractions de 5 centimes, les sommes à percevoir.

Le cadran placé du côté du voyageur indique la somme à payer pour le temps pendant lequel il a conservé la voiture ; le cadran placé du côté du cocher totalise les sommes perçues pour l'ensemble des courses ; le premier sert par conséquent de contrôle pour le règlement de compte entre voyageurs et cochers, le second pour le règlement entre cochers et patrons. Un petit tableau spécial indique le nombre de courses effectuées. Les aiguilles des cadrans sont mises en marche, au moment du départ de la voiture, par un levier d'embrayage que manœuvre le cocher ; ce levier, suivant la position qu'il occupe, découvre une plaque portant le mot *libre* ou une autre portant le mot *loué*. Il sert aussi à remonter automatiquement le mouvement d'horlogerie qui marque le temps et qui peut marcher six heures consécutives.

Une expérience faite sur un parcours de 85 kilomètres a permis de constater que ce compteur fonctionne avec une grande régularité, sans que son mouvement soit affecté par les cahots inévitables de toute course en voiture, car une partie du trajet entre Paris et Beaumont-sur-Oise s'est faite sur un pavage occasionnant des secousses fréquentes, sans qu'aucune des pièces du mécanisme en ait éprouvé le moindre dérangement.

Cet appareil paraît donc présenter des conditions de solidité et de simplicité qui le distinguent de la plupart des compteurs étudiés jusqu'à présent, dont la complication et la délicatesse n'ont pas permis l'application définitive. Il est basé, comme on le voit, non plus sur la mesure d'un trajet parcouru, mais seulement sur la mesure du temps du parcours ; c'est donc, en réalité, un compteur horaire, et non pas un compteur kilométrique. Nous croyons que ce n'est pas encore là une solution véritablement pratique, parce que la durée du trajet est trop intimement liée à la vitesse de marche du cheval, et pour un même temps employé on risquerait fort de faire des trajets d'une longueur différente, ce qui, dans le cas d'un mauvais cheval, serait au détriment du voyageur. La fixation d'un tarif kilométrique nous paraît être la base la plus équitable du règlement, et pour l'appliquer il faut que le compteur enregistre, non pas le temps employé, mais la distance parcourue ; dans ce cas, la solution du problème présente aux efforts des inventeurs une sérieuse complication. — G. J.

CONCAVITÉ. *T. de géom.* Tout arc d'une courbe plane partage en deux régions la portion de plan sur lequel il est tracé. Celle de ces deux régions qui contient la tangente à la courbe s'appelle la *convexité* ; l'autre, la *concavité*. C'est toujours du côté de la concavité que se trouve le centre de courbure. Pour distinguer le sens de la concavité d'après l'équation de la courbe, il suffit de la remarque suivante : Si la courbe tourne sa convexité vers les y positifs, la courbe est au-dessous de la tangente ; l'ordonnée de la courbe croît donc moins vite que celle de la tangente. Il en résulte que le rapport $\frac{dy}{dx}$ qui est constant sur la tangente doit diminuer sur la courbe. Donc la dérivée seconde $\frac{d^2y}{dx^2}$ ou y'' est négative. Ainsi la courbe tournera sa convexité vers les y positifs si la dérivée seconde de l'ordonnée par rapport à l'abscisse est négative, et vers les y négatifs dans le cas contraire. La concavité change de sens aux points où la tangente traverse la courbe, points dits d'*inflexion*. Il résulte de ce qui précède que les points d'inflexion sont ceux où la dérivée seconde y'' est nulle et change de signe. — V. *Dictionnaire*, INFLEXION.

CONCENTRIQUE. *T. de géom.* Se dit des figures qui ont le même centre. Cercles concentriques. Coniques concentriques.

CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE. L'étude de la conductibilité électrique des corps est une de celles qui sont appelées à jeter le plus grand jour sur la constitution intime de la matière. Aussi a-t-elle été l'objet de travaux importants. Tous les corps jouissent à un degré quelconque de la conductibilité électrique : mais la grandeur de cette conductibilité varie dans des proportions énormes entre les métaux purs et les corps dits *isolants*, tels que le soufre par exemple.

L'habitude est de définir la propriété des corps sous ce rapport par la *résistance spécifique*. Exprimée en unités électro-magnétiques dans le système c. g. s., c'est la résistance d'un cube d'un centimètre de côté, mesurée entre deux forces paral-

lèles. La conductibilité est, par définition, l'inverse de la résistance.

Il y a lieu de distinguer entre les métaux et corps bons conducteurs, les sels fondus ou dissous, les liquides homogènes et les corps isolants.

Le tableau ci-dessous donne pour les métaux et alliages les valeurs les mieux déterminées.

Métaux et alliages, à la température de 0° centigrade.

Nature des conducteurs	Valeurs en unités centigrades		Résistance en ohm	
	Résistance spécifique	Conductibilité spécifique	d'un fil de 1 mètre pesant 1 gramme	de 100 mètres de fil de 1 millim. de diamètre
Argent recuit	1.492.10^3	67.03.10^{-5}	0.1517	1.899
— écroui	1.620	61.73	0.1650	2.062
Cuivre recuit	1.584	63.13	0.1415	2.017
— écroui	1.621	61.69	0.1443	2.063
Or recuit	2.041	49.00	0.4007	2.598
— écroui	2.077	48.14	0.4076	2.644
Aluminium recuit	2.889	34.61	0.0743	3.678
Zinc comprimé	5.580	17.92	0.3995	7.105
Platine recuit	8.981	11.14	1.925	11.435
Fer recuit	9.636	10.38	0.7518	12.27
Nickel recuit	12.356	8.093	1.052	15.73
Etain comprimé	13.103	7.632	0.9564	16.68
Plomb comprimé	19.465	5.137	2.217	24.78
Antimoine comprimé	35.21	2.84	2.370	44.83
Bismuth comprimé	130.10	0.769	12.80	165.60
Mercure liquide	94.34	1.06	12.826	120.11
Alliage 2 Pt + 1 Ag	24.187	4.135	2.907	30.79
— 2 Au + 1 Ag	10.776	9.280	1.638	13.72
— 9 Pt + 1 Ir	21.633	4.627	4.651	27.54
Maillechort	20.76	4.817	1.817	26.43

Les nombres de la première colonne, en faisant abstraction du facteur 10^3, représentent la résistance en ohms d'un fil de 100 mètres de longueur et 1 millimètre carré de section.

Influence de la température. La conductibilité est fonction de la température; pour tous les métaux la résistance augmente avec la température. Pour les températures usuelles, entre 0 et 100°, on peut la représenter avec une exactitude suffisante par une formule parabolique de la forme

$$R_t = R_0(1 + \alpha t + \beta t^2)$$

On trouvera ces coefficients dans les ouvrages spéciaux. Au point de vue pratique, on peut se contenter du terme du premier degré, et admettre pour valeurs moyennes entre 0° et 20° les chiffres suivants :

Argent	0.377×10^{-2}
Cuivre	0.388
Or	0.365
Aluminium	0.390
Platine	0.247
Fer	0.453
Etain	0.365
Plomb	0.387
Antimoine	0.389
Bismuth	0.354
Mercure	0.088
Alliage 2 Pt + 1 Ag	0.022 à 0.031
— 2 Au + 1 Ag	0.065
— 9 Pt + 1 Ir	0.133
Maillechort	0.028 à 0.044

Il y a lieu de remarquer que pour la presque totalité des métaux purs à l'état solide, ce coefficient est à peu près le même et très voisin de la valeur 0,00366. Celle-ci n'est autre que $\frac{1}{273}$° de telle sorte que la formule

$$R_t = R_0(1 + \alpha t)$$

indique que à température de 273°, ou zéro absolu, la résistance électrique deviendrait nulle. Ceci ne veut pas dire autre chose évidemment que la disparition aux très basses températures de la propriété de conductibilité, en même temps que celle de l'élasticité, etc. Mais il est remarquable de retrouver ainsi la confirmation de l'existence d'un état limite de la matière.

L'exception que présente le fer tient probablement à ce que ce métal est susceptible d'affecter plusieurs états distincts, ainsi que le prouvent les recherches les plus récentes sur les propriétés de ce métal, sur lequel le simple effet des changements de température produit des modifications profondes.

Influence de la pureté. Alliages. Des traces d'impuretés sont suffisantes pour altérer dans des proportions considérables la conductibilité des métaux ; et cela toujours dans un sens défavorable. Des traces d'arsenic abaissent beaucoup la valeur conductrice du cuivre. Ce n'est qu'avec les progrès de la métallurgie que l'on a pu arriver à obtenir des cuivres de plus en plus purs et conducteurs. On est arrivé à dépasser la conductibilité du cuivre réputé pur de Matthiessen, soit à cause de la pureté plus grande, soit aussi à cause de l'augmentation de densité que l'on obtient à la suite de certains procédés de tréfilerie.

Les alliages du cuivre avec l'or, le platine, le

nickel, donnent des conductibilités plus faibles que celles du métal le moins conducteur de l'alliage. Avec le zinc ou l'étain au contraire, la conductibilité reste moyenne à peu près proportionnelle au titre et voisine de celle que le calcul indiquerait pour un simple mélange.

Les alliages les plus intéressants sont ceux dans lesquels on recherche un faible coefficient de température afin de pouvoir en former des bobines de résistance dont la valeur reste aussi fixe que possible. On emploie exclusivement à cet usage le maillechort et surtout le platine-argent.

On a aussi cherché à obtenir des alliages spécialement résistants, en vue de la confection de certains rhéostats. On trouve en Allemagne un composé dit *nickeline*, sorte de maillechort spécial dont la résistance spécifique s'élève à 36 ou 40.10^3. En France, la Société le *Ferro-Nickel* livre un alliage de propriétés identiques dont le coefficient de température est très bas, $0{,}022.10^2$ environ. La même société fabrique des fils de ferro-nickel, dont la résistance spécifique s'élève à 75.10^3. Mais ce fil est magnétique et ne présente pas une inoxydabilité suffisante, deux défauts qui en limitent beaucoup l'emploi.

Conductibilité des sels dissous et fondus. Dans les sels dissous ou fondus, le passage du courant est accompagné de la décomposition de l'électrolyte. La conductibilité électrique n'en existe pas moins, mais il est évident *a priori* que sa valeur dépendra du degré de dilution du sel.

Pour les dissolutions très étendues, M. Bouty a établi une loi limite extrêmement remarquable : « La conductibilité est la même pour les solutions qui renferment des poids de sels proportionnels aux équivalents chimiques » ou, en d'autres termes « la conductibilité moléculaire est la même pour tous les sels ».

Pour les solutions plus concentrées, les phénomènes se compliquent; la conductibilité augmente généralement avec la teneur en sel dissous; mais cette loi n'est pas générale, car on constate pour un grand nombre de sels des teneurs qui donnent un maximum de conductibilité.

Les acides sulfurique, chlorhydrique, azotique, le sulfate de zinc, la potasse, présentent ce phénomène. Au contraire l'azotate d'argent, le sulfate de cuivre, etc., se comportent normalement. On trouvera dans les formulaires les tableaux relatifs à un grand nombre de sels.

L'étude de la conductibilité électrique des dissolutions a apporté une contribution importante à la physique moléculaire. On a aujourd'hui de fortes raisons de croire que toute dissolution s'accompagne d'une dissociation partielle, qui peut devenir complète pour les teneurs très faibles. Elle n'est que partielle pour les titres plus élevés et le composé peut alors devenir très complexe par la formation de divers hydrates qui ne sont stables que dans des conditions données. Enfin, on a pu établir que les variations de température affectent d'une manière rigoureusement identique la conductibilité des dissolutions salines très étendues et le frottement intérieur de l'eau, ce qui tendrait à prouver qu'il y a un transport mécanique réel des éléments dissociés de l'électrolyte, au sein du liquide dissolvant.

La conductibilité des sels fondus a été peu étudiée jusqu'ici. Les nouveaux procédés d'électrolyse de certains sels en vue de la séparation du métal, qui se généralisent assez rapidement, vont certainement déterminer des recherches qui combleront rapidement cette lacune. On sait seulement qu'il n'y a aucune différence notable entre la manière d'être d'un sel fondu, ou en dissolution très concentrée ; du moins en ce qui concerne la conductibilité électrique seule, car la présence de l'eau peut déterminer des réactions secondaires.

Conductibilité des liquides. Les liquides à fonction acide ou basique, sont généralement conducteurs, mais à un degré moindre que les sels dans la composition desquels ils entrent. Lorsqu'ils sont mélangés à l'eau, ils forment souvent divers hydrates, et le résultat est que la conductibilité passe par un maximum correspondant à un état moléculaire déterminé. Pour la connaissance complète de ces divers sujets, le lecteur devra se reporter aux travaux de MM. Lenz, Bouty, S. Arrhenius, Ostwald, Kohlrausch, qui, dans ces dernières années, ont apporté une importante contribution à cette partie de la science.

Les liquides à fonction neutre sont en général excessivement peu conducteurs, et peuvent être à peu près tous rangés dans la catégorie des diélectriques.

L'eau est excessivement résistante lorsqu'elle vient d'être distillée, et qu'elle est reçue dans des vases en porcelaine (Foussereau). Mais un séjour de quelques heures à l'air suffit à augmenter beaucoup sa conductibilité qui reste néanmoins encore très faible en valeur absolue. L'eau fraîchement distillée attaque très rapidement les vases de verre, et dissout des traces de sels de soude, qui altèrent sa résistance.

Les carbures d'hydrogène, le sulfure de carbone, sont des isolants presque parfaits.

Conductibilité des gaz. Les gaz secs sont parfaitement isolants à la pression atmosphérique. Lorsqu'on diminue la pression et qu'on arrive aux environs de 3 à 1 millimètre de mercure, ils semblent devenir beaucoup plus conducteurs. C'est à cet état que se trouvent les gaz des tubes de Geissler. En poussant le vide beaucoup plus loin, ils redeviennent isolants.

La conductibilité des gaz semble démontrée d'une manière certaine par de récentes expériences de M. J. Moser dans lesquelles un tube, dépourvu de toute électrode traversant le verre, mais plein d'air à 1 millimètre de pression, devient lumineux sous l'action de décharges de condensateurs éclatant dans son voisinage.

D'autre part on sait aussi que si, entre les branches du charbon en fer à cheval d'une lampe Edison, on dispose une lame de platine reliée à une électrode traversant le verre, et si l'on relie cette électrode au conducteur positif, on observe dans le fil de fonction un courant continu. Ce courant doit évidemment traverser le gaz très raréfié que renferme la lampe. Toutefois le phéno-

mène ne dépend pas d'une simple question de conductibilité, car si l'électrode reliée à la lame est mise en communication avec le conducteur négatif, on n'observe aucun courant, alors que l'on devrait l'observer égal à peu près, et de sens contraire à celui obtenu précédemment.

C'est à un même ordre de phénomènes qu'il faut peut-être rattacher la variation de conductibilité du selénium cristallisé sous l'influence de la lumière (photophone de Bell).

Rappelons enfin que le charbon possède la conductibilité métallique : mais que sa valeur dépend dans une grande mesure de son mode de préparation et de la température à laquelle il a été cuit. Aussi ne peut-on indiquer aucun chiffre précis à cet égard. — R. V. P.

• * **CONGO.** — V. COLONIES FRANÇAISES.

• * **CONGO** (Etat du). L'Etat du Congo, sous la souveraineté du roi des Belges, a été reconnu en 1885; il a été déclaré perpétuellement neutre. Son gouvernement central est à Bruxelles, sa capitale est Boma.

Sa superficie est d'environ 2,000,000 de kilomètres carrés, et sa population est évaluée, sans base aucune d'ailleurs, à 12,000,000 d'habitants selon certains géographes, 40,000,000 selon les autres.

Le commerce de l'Etat est libre, et aucun droit ne frappe les marchandises à l'entrée. Au contraire, des taxes *ad valorem* de 2 à 5 0/0 sont appliquées à l'exportation. Le commerce général d'environ 15,000,000 de francs se balance à peu près en exportations et en importations. Ce sont principalement à l'exportation : l'ivoire, pour 2,034,000 francs; le caoutchouc, pour 2,078,000; les noix palmistes, pour 1,194,000; le café, pour 863,000; l'huile de palme, pour 799,800; le copal, pour 142,374; la cire, pour 77,588; puis les arachides, les peaux, l'orseille, le sésame, l'huile de poisson, etc.; à l'exportation, tous les produits manufacturés : vêtements de coton et laine, verroterie, laiton, armes et munitions, quincaillerie, constructions en fer, matériel de navigation et les spiritueux.

L'Etat possède deux ports principaux, Banana et Boma, le mouvement de la navigation a été de 938 navires.

Un chemin de fer est en construction, entre Matadi (Bas-Congo) et Léopoldville (Haut-Congo). Cinq lignes de paquebots relient l'Europe au nouvel Etat.

Par un acte récent, le roi Léopold a assuré à la Belgique la succession de tous ses droits sur l'Etat libre du Congo.

CONSERVATION DES BOIS. Les bois qui sont destinés à être exposés à l'air et à l'humidité doivent être imprégnés de diverses substances chimiques qui ont pour but de s'opposer à leur pourriture et par suite d'en augmenter la durée.

L'importance de la conservation des bois est considérable. En effet, pour ne citer qu'un exemple, en France, les compagnies de chemins de fer, pour l'entretien des voies, emploient annuellement environ 4,000,000 de traverses (généralement préparées par les procédés qui seront décrits plus loin) faisant un volume de 350,000 mètres cubes; mais nécessitant, par suite des déchets au sciage, 440,000 mètres cubes de bois, d'une valeur de 14,000,000 de francs.

Si ces traverses n'étaient pas soumises à une préparation leur donnant une durée plus longue, les compagnies emploieraient annuellement pour l'entretien des voies environ 10,000,000 de traverses, soit 950,000 mètres cubes nécessitant 1,250,000 mètres cubes de bois d'une valeur de 34,000,000 de francs.

On voit donc que l'injection des bois fait faire aux compagnies des chemins de fer français une économie de 20,000,000 de francs dont il faut retrancher le prix de la préparation, 1 fr. 20 par traverse, soit près de 5,000,000 de francs, ce qui donne au total une économie de 15,000,000 de francs, à laquelle s'ajoute la diminution de dépense résultant du volume moindre de bois à débiter et aussi le faible prix de la main-d'œuvre pour l'entretien des voies.

D'autre part, la croissance du bois est lente; on admet que :

Le chêne croît de	5mc	par hectare	et par an.
Le hêtre.	6mc	—	—
Le charme	6mc	—	—
Le saule, peuplier, aulne. .	10mc	—	—
Le sapin, épicéa en montagne	3mc	—	—
Le sapin en basse montagne	10mc	—	—
Le pin maritime et sylvestre	12mc	—	—

La superficie totale des forêts en France est de 9,105,310 hectares. Le tableau suivant, dressé par M. H. Mathieu, ingénieur en chef au chemin de fer du Midi, établit l'état des traverses provenant des forêts de France et de l'étranger consommées par les compagnies de chemins de fer.

Années	France	Etranger	Totaux
1883	3.475.419	1.097.370	4.572.789
1884	3.823.332	1.001.636	4.824.968
1885	3.253.042	896.583	4.149.625
1886	2.533.807	318.736	2.852.543

On voit donc le grand intérêt qu'il y a à augmenter autant qu'il est possible la durée des bois exposés à l'air et à l'humidité.

Divers procédés de conservation du bois. L'emploi de substances antiseptiques date de 1700; depuis cette époque, un grand nombre de procédés ont été proposés et essayés, nous ne les rappellerons pas ici, nous renvoyons à notre article du *Dictionnaire* pour ceux qui sont les plus connus et nous arrivons aux procédés actuels.

En 1883, Tidy a employé la créosote complètement liquide à 38°, 8 0/0 d'acides et contenant 25 0/0 au moins de substances ne distillant pas à 335°.

En 1884, F. Abel a préconisé l'huile lourde du goudron, complètement fluide à 38°, contenant 20 à 30 0/0 de substances ne distillant pas à 335°, 9 0/0 d'acides au minimum. Densité, 1035 à 1065.

En 1887, Tack a apporté quelques perfectionnements au procédé Bethell.

De tous ces procédés, les seuls employés aujourd'hui en France sont :

Procédé Bréant, perfectionné par Béthell (vide et pression, ou en vase clos).

Procédé Boucherie (déplacement de la sève).

Procédé Blythe de Bordeaux (dit *thermo-carbolisation*).

Procédé par trempage ou *immersion.*

Les produits antiseptiques employés sont : le sulfate de cuivre, le chlorure de zinc, la créosote. Ce dernier produit est une huile lourde retirée de la distillation du goudron de gaz.

On distille annuellement en France plus de 50,000 tonnes de goudron donnant 10,000 tonnes de créosote.

Le procédé Bréant perfectionné par Béthell, les procédés Boucherie et par trempage, ont été décrits avec beaucoup de détails au *Dictionnaire,* p. 774 et suivantes.

Procédé Blythe de Bordeaux (dit *thermo-carbolisation*). La créosote, qui est aujourd'hui le meilleur antiseptique connu, coûte environ 55 à 60 francs la tonne.

Une traverse de chemin de fer préparée par vide et pression absorbe 20 à 25 kilogrammes de créosote, coûtant 1 fr. 10 à 1 fr. 20; c'est-à-dire que 1 mètre cube absorbe 220 à 250 kilogrammes, ce qui est considérable.

M. Blythe, de Bordeaux, à la suite de nombreux essais, a construit un appareil dont le but est de diminuer l'absorption d'une aussi grande quantité de créosote, tout en donnant au bois un degré remarquable de conservation.

On peut en effet, par ce procédé, introduire dans les bois, suivant leur emploi et leur exposition à l'humidité, de 20 à 30 kilogrammes de créosote par mètre cube de bois, ou 100 à 120 kilogrammes par un bain supplémentaire.

Le procédé Blythe est fondé sur la combinaison chimique intime de la créosote avec les différentes parties du bois auquel elle communique ses propriétés antiseptiques et dont elle change la structure.

Le traitement des bois se compose de deux opérations bien distinctes :

1° Traitement à la vapeur carburée ayant pour but d'extraire l'eau séveuse et l'humidité du bois tout en chargeant ses pores de la matière conservatrice; ce traitement suffit pour les bois de charpente, menuiserie, ébénisterie, etc.

2° A la suite du traitement précédent, injection d'une certaine quantité d'huile lourde pour les traverses de chemins de fer, et les bois pour constructions ou travaux hydrauliques.

Description de l'appareil. L'appareil se compose de une ou plusieurs chambres A (fig. 397), surmontées de dômes ; un fond mobile P permet l'introduction du bois et la fermeture de la chambre. Chaque chambre comprend un récipient placé au-dessous et qui reçoit la matière employée pour la production de la vapeur carburée. Un éjecteur NG est actionné par un jet de vapeur, cette vapeur doit être de préférence surchauffée au moins à la température de vaporisation de la matière employée.

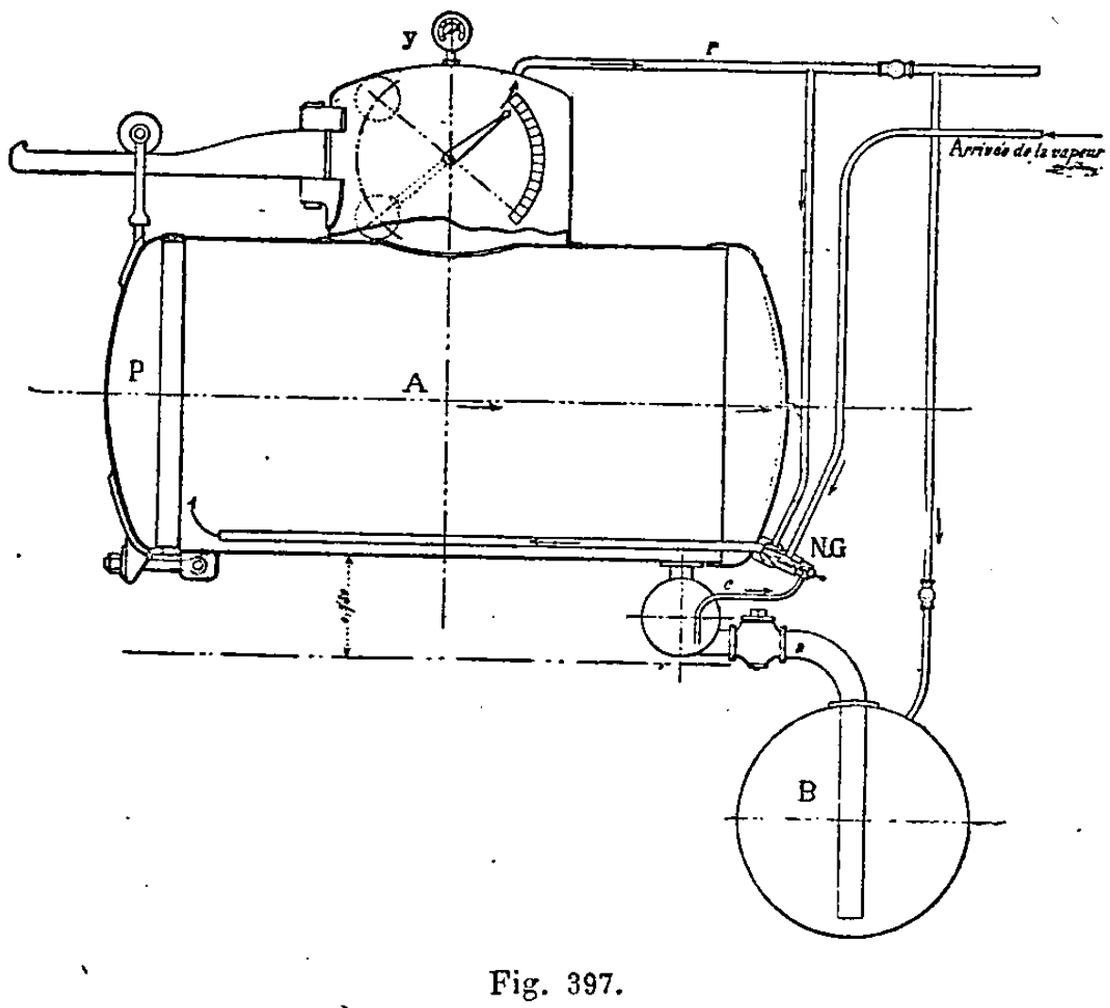


Fig. 397.

Cet éjecteur aspire par le tuyau *c* le liquide contenu dans le récipient dont il est parlé plus haut, et en même temps aspire les gaz ou vapeurs contenus dans la chambre. Le refoulement ou décharge de l'éjecteur débouche à la partie inférieure, dans un tuyau qui règne tout le long de la chambre; l'aspiration de l'éjecteur est obstruée à son origine dans la chambre par un écran circulaire (indiqué en pointillé à droite de l'appareil) qui force les gaz et vapeurs à se diviser avant de revenir à l'éjecteur. Une cuve B contenant les matières antiseptiques employées pour l'injection complémentaire après le traitement par la vapeur carburée, peut être mise en communication avec les chambres par un branchement commandé par un robinet *a*.

Avec la disposition qui précède, quelle que soit l'installation générale de l'appareil, l'opération du traitement des bois par la vapeur carburée, ou thermo-carbolisation, s'effectue de la manière suivante :

Une des chambres composant l'appareil étant chargée de bois et fermée, on remplit le récipient de matière destinée à la formation de la vapeur carburée. Cela fait, on ouvre sur l'éjecteur N G le robinet d'introduction de la vapeur d'eau surchauffée au moins à la température de vaporisation de la matière employée.

Immédiatement, par le tuyau *c*, arrive dans l'éjecteur une petite quantité de matière hydrocarburée, qui, à son entrée dans l'éjecteur, se trouve chauffée par la vapeur entourant la tuyère d'arrivée, et ensuite divisée et vaporisée à la

sortie de la tuyère par l'action de la vapeur surchauffée.

Ce mélange de vapeur d'eau et de matière hydro-carburée est refoulé dans le tuyau placé horizontalement au fond de la chambre ; à ce mélange se joignent les gaz et vapeurs entraînés par le tuyau placé derrière l'écran circulaire indiqué en pointillé à droite de l'appareil.

Les vapeurs refoulées à l'extrémité de la chambre sont aspirées à l'autre extrémité, après avoir agi sur le bois qui en absorbe une partie et repassent par l'éjecteur N G. L'action d'aspiration et de refoulement de l'éjecteur étant continuelle, il en résulte une circulation très active de vapeurs carburées à travers le bois à traiter.

Après un temps qui varie de vingt-cinq à trente minutes, la pénétration des bois par la vapeur carburée est complète et le traitement dit *thermo-carbolisation* est terminé.

L'opération complémentaire s'effectue en mettant en communication la chambre A avec le réservoir B en ouvrant le robinet *a* ; on fait pénétrer ce liquide dans la chambre par la pression obtenue au moyen de la vapeur, arrivant par un tuyau indiqué dans le dessin.

Quand la chambre est pleine de liquide, d'après l'indication du flotteur du dôme, on ferme le robinet *a* et on fait arriver la vapeur de la chaudière par le tuyau *r* à la partie supérieure du dôme : on obtient ainsi, très rapidement, dans la chambre, une pression à peu près égale à celle de la chaudière; sous cette pression, le liquide pénètre facilement dans le bois ; la quantité absorbée est indiquée par le flotteur du dôme; on comprend que le dôme doit contenir au moins la quantité de matière qu'on veut faire absorber.

Lorsque l'absorption désirée est obtenue, on arrête la pression de la vapeur et on laisse descendre le liquide qui reste dans la cuve B. La deuxième opération, dont la durée est de dix minutes environ, est terminée; on peut extraire le bois et commencer une nouvelle opération.

Un mètre cube de bois préparé par le procédé Blythe (suivant qu'il est simplement carburé ou qu'il subit le bain supplémentaire) absorbe 30 à 120 kilogrammes de créosote coûtant 1 fr. 65 à 6 fr.60.

Procédé de créosotage perfectionné de Aug. Tack. Ce procédé, qui est un perfectionnement du procédé primitif de John Bethell, consiste à employer de la vapeur de créosote à une pression de quatre atmosphères correspondant à une température de 280° ; les vides créés dans le bois sont aussitôt remplis par ces vapeurs à haute tension; il se fait en même temps une sorte de dessiccation. Ce procédé a beaucoup d'analogie avec celui de Blythe.

Procédé par trempage ou immersion. Celui-ci qui consiste simplement à laisser séjourner pendant un temps variable, les bois dans un liquide antiseptique, ne s'applique qu'aux pièces de bois de faibles dimensions, notamment dans la préparation du pin des Landes employé pour le pavage en bois.

Qualité de la créosote. Les compagnies de chemins de fer imposent aux distillateurs de goudron de houille certaines conditions qui peuvent se résumer ainsi :

L'huile lourde de houille, dite *créosote brute*, sera constituée par l'ensemble des produits volatils plus lourds que l'eau, retirés de la distillation du goudron de gaz.

La créosote, entièrement liquide à la température de 40°, sera totalement soluble dans la benzine. Elle devra contenir au moins 6 0/0 d'acide phénique ou principes analogues, et ne laissera pas déposer plus de 25 0/0 de naphtaline à la température de 15° ; sa densité sera de 1,050 à 15°.

De nombreuses recherches ont été faites pour déterminer la propriété antiseptique des divers éléments qui entrent dans la composition de la créosote. De longs essais de traitement à la créosote furent entrepris vers 1850, sur les chemins de fer, par M. Master.

En 1867, Lettreby fut frappé des propriétés particulièrement antiseptiques de l'acide carbolique ou phénique. D'après lui la créosote devait présenter les conditions suivantes :

Densité variant de 1,045 à 1,055 ; ne pas déposer de naphtaline ou de paranaphtaline à 4°,5.

Contenir 5 0/0 d'acide carbolique brut et autres acides de goudron, 90 0/0 d'huile liquide distillée à moins de 335°.

En 1862, Rottier, de Belgique, concluait que malgré l'énergie antiseptique de l'acide carbolique, le succès était dû, par suite de la volatilité, aux huiles lourdes et moins volatiles. En 1848, de Gemini était arrivé aux mêmes conclusions. En 1866, Coisne, ingénieur belge, après de longues expériences avec des créosotes de France, Belgique, Ecosse, Angleterre, admet que les propriétés antiseptiques doivent être attribuées aux huiles lourdes et non pas aux acides du goudron. Ces expériences sont relatées tout au long dans les annales des travaux publics de Belgique.

Le gouvernement Belge ne demande pas d'acides de goudron; mais exige que les deux tiers au moins de la créosote aient été obtenus par une distillation comprise entre 200 et 250°, il autorise 30 0/0 de naphtaline estimée à la température ordinaire. Dès lors, les expériences de Gemini, Rottier, Coisne paraissent en contradiction absolue avec cette théorie d'après laquelle il faudrait attribuer les propriétés antiseptiques aux acides du goudron.

En 1882, Coisne étudia dix-sept pièces de bois (traverses créosotées) qui avaient résisté seize à trente-deux ans. Les résultats de ses analyses furent les suivants :

1° En aucun cas, on ne trouvait trace d'acides de goudron;

2° Sur quatorze des dix-sept pièces on rencontrait les constituants demi-solides des huiles de goudron ; dans douze il y avait de la naphtaline, et quelquefois en quantité considérable;

3° Il ne restait qu'une faible proportion d'huiles distillant au-dessous de 230°. Dans la plupart des échantillons, 60 à 75 0/0 des substances restantes ne distillaient pas au-dessus de 315°. Il

est donc évident que les bois avaient été préservés par l'action des parties les plus lourdes et les plus solides des huiles de goudron, alors que les autres constituants avaient disparu.

Greville-Williams reprit les mêmes échantillons. Grâce au procédé par le brome et l'ammoniaque, dont Cloeta et Schaar se servent pour mettre en évidence le phénol dans l'urine, il découvrit dans quelques cas de très petites quantités d'acide carbolique trop faibles évidemment pour être considérées comme antiseptiques.

Voici le résultat de quelques autres expériences de Greville-Williams :

1° Si l'on expose séparément les acides du goudron, soit à la température ordinaire, soit à la chaleur de 54°,4, les acides de goudron seront évaporés beaucoup plus vite que la naphtaline;

2° Les mêmes résultats se produisent après injection des bois;

3° Les huiles légères, riches en acide de goudron, sont évaporées beaucoup plus vite que les huiles lourdes;

4° Par des lavages fréquents à l'eau froide, on se débarrasse de tout l'acide carbolique.

Tidy avait injecté des pièces de bois avec de la naphtaline, puis les avait exposées à la température de 65°,5. L'évaporation n'était que superficielle et cessait au bout de quarante-huit heures; la naphtaline ne quittait point les pores du bois qu'elle protégeait.

Divers emplois des bois préparés. Traverses de chemins de fer (vase clos, vapeur carburée).

Poteaux télégraphiques (procédé Boucherie).

Pavés en bois (trempage, vase clos, vapeur carburée).

Lames de parquet (vapeur carburée).

Bois pour ébénisterie (vapeur carburée).

Piquet, échalas, clôture (trempage, vase clos, vapeur carburée).

Pilotis et grosses poutres (vase clos, vapeur carburée).

Les ponts et chaussées ont reconnu l'efficacité du procédé Blythe (vapeur carburée) pour le traitement des forts pilotis et grosses poutres de fraîche coupe pour les travaux des ports, docks, estacades et nouveaux quais de Bordeaux. Par l'ancien système de créosotage (vase clos), on n'a jamais pu arriver à injecter du bois de fraîche coupe sans que ce bois ait été abattu au moins six mois à l'avance pour pouvoir obtenir une injection possible, mais sans pénétration au cœur.

L'injection des bois a également été appliquée à la conservation des tuyaux en bois de pin maritime des Landes dits *tuyaux flamands.*

Ces tuyaux sont employés pour la conservation et la protection :

Des conduits de gaz, d'eau, de vapeur;

Des câbles électriques;

Des tiges rigides pour appareils d'enclenchement;

Des fils de commande de disques et signaux;

Pour l'assainissement, le drainage et l'arrosage des arbres.

M. Nanot, ingénieur agronome, attaché au service des plantations de la ville de Paris, maître de conférences à l'institut agronomique, dans une très intéressante étude publiée sur l'arrosage des arbres des boulevards, décrit les avantages des tuyaux flamands qui permettent de réaliser une grande économie en donnant aux arbres l'humidité qui leur est nécessaire.

Les profils des tuyaux flamands, suivant le mode d'emploi, sont des plus variés.

Ces tuyaux remplacent avec avantage les tuyaux en poterie qui se brisent si facilement dans le sol et s'altèrent si rapidement.

On remarque donc combien sont nombreuses les applications des bois injectés et combien il serait à souhaiter que l'emploi en fut encore plus répandu. Les causes qui déterminent l'altération des bois, ainsi que le rôle des antiseptiques, sont encore aujourd'hui relativement peu expliqués. Quoi qu'il en soit, les procédés de conservation employés actuellement permettent déjà de donner aux bois exposés à des causes destructives une durée de vingt à vingt-cinq années environ.

Bibliographie : Annales des ponts et chaussées, rapports de MM. Avril, Didion, Mary, procédé du Dr Boucherie (1850); *Société des ingénieurs civils*, Jousselin (1856); *Conservation du bois par le créosotage*, John Bethell (1856); *Conservation des bois au sulfate de cuivre*, procédé A. Léger et Fleury-Pironnet, rapports de MM. Ch. Richoux, E. de Hennezel, Vésignié, Sochet, Th. Ricour (1859); *Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz, Conservation des bois destinés aux constructions maritimes par l'emploi de l'huile lourde de goudron de houille* (1861); *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, Mémoire sur la conservation des bois*, A. Payen (1861); *Extrait des Annales des travaux publics de Belgique* (t. XXII et XXIV), *Note sur l'application des huiles créosotées à la préparation des bois*, C. Coisne (1864-1866); *Du dépérissement des coques des navires en bois ou autres charpentes ou bois d'industrie et des moyens de le prévenir*, par M. de Lapparent (1862); *Appareils à carboniser les traverses de chemins de fer et autres bois, par un flambage superficiel*, système de MM. J. Ravazé et fils (1868); *Mémoire sur la dessiccation artificielle des bois appliquée, soit au chauffage, soit à l'injection des traverses des chemins de fer*, A Payen (1871); *Traité de la conservation des bois*, par Maxime Paulet (1874); *Notes sur les divers traitements employés pour la conservation des bois*, par J.-B. Blythe (1880); *Notes sur les procédés de conservation des bois au moyen des huiles lourdes*, Boulton (1881); *Procédé de créosotage perfectionné*, de Aug. Tack (1888).

CONSTRUCTION MÉTALLIQUE. Comme les expositions précédentes et plus encore qu'aucune d'elles, l'Exposition de 1889 a été le triomphe de la construction métallique. Le palais des Machines, la Tour de 300 mètres et le pont du Forth témoignaient des progrès énormes réalisés depuis quelques années dans l'emploi du fer et de l'acier. Les palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux, le Dôme central faisaient en même temps ressortir les ressources que l'on peut attendre de l'emploi de la faïence et de la terre cuite pour donner aux constructions en fer un caractère architectural (V. *Suppl.*, Exposition). La superbe tour que M. Eiffel a réussi à construire en vingt-six mois mérite, avec ses fondations, son montage et ses ascenseurs, une étude spéciale que l'on trouvera plus loin dans le

Supplément du *Dictionnaire* (V. TOUR MÉTALLIQUE DE 300 MÈTRES). Le gigantesque pont du Forth dont les deux travées, de 517 mètres d'ouverture chacune, ont exigé 45,000 tonnes d'acier et sur lequel les trains franchissent à toute vitesse et à 45 mètres de hauteur un bras de mer de 1,738 mètres, sera décrit avec les ponts en métal dont il est, pour le moment, le type le plus colossal. Nous n'examinerons ici que les applications les plus intéressantes de la construction métallique dans les édifices.

Les bâtiments d'exposition se rapprochent comme conditions des halles de chemins de fer ; ce sont de grands espaces à couvrir et enclore, avec le moins d'appuis possible afin de laisser plus de facilités pour les installations intérieures. Il faut y ajouter la rapidité d'exécution et le bon marché. L'emploi des charpentes en métal est tout indiqué ; quant au rôle complémentaire de la maçonnerie, il varie suivant qu'on l'emploie sous forme de revêtement ou de remplissage. C'est le premier système qui avait été adopté par Labrousse en 1851 pour la Bibliothèque Sainte-Geneviève et par Baltard pour l'église Saint-Augustin afin de conserver à ces édifices un caractère monumental ; c'est également celui qui fut adopté en 1855 pour le palais de l'Industrie qui devait être permanent et dont nous rappelons la disposition afin d'établir la comparaison avec les constructions de 1889. La salle centrale, de 192 mètres de longueur sur 48 mètres de largeur, est couverte par un comble en plein cintre soutenu par des arcs métalliques, espacés de 8 mètres et laissant une hauteur libre de 35 mètres. Les galeries latérales, de 30 mètres de largeur, sont couvertes avec des fermes de même forme de 23m,40 d'ouverture.

Les arcs sont en treillis et ont, entre les semelles, une hauteur uniforme de 2 mètres, ce qui n'est pas rationnel, leur forme ne constituant ni une voûte composée de voussoirs, ni un solide d'égale résistance.

Les trois travées longitudinales sont portées sur des bâtis à colonnes, en fonte, ayant respectivement 2m,10 et 4 mètres de centre en centre des colonnes;

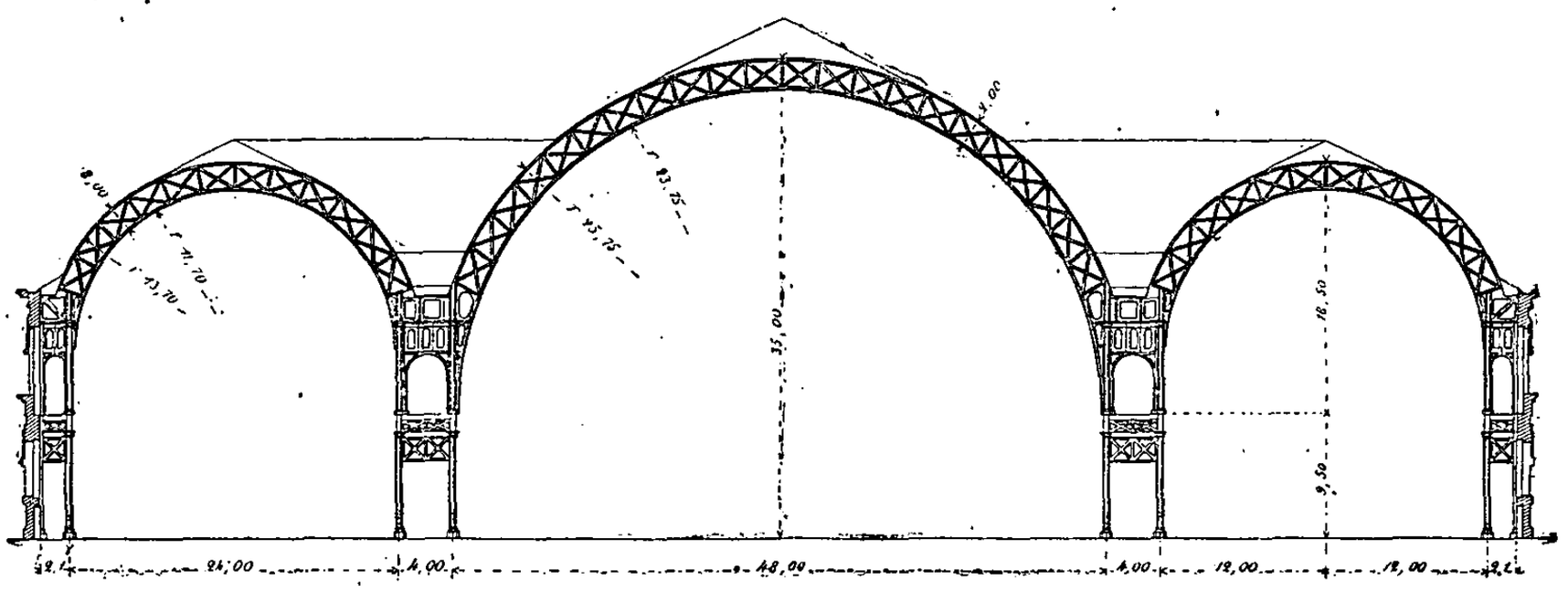


Fig. 398. — *Coupe tranversale du Palais de l'Industrie, construit pour l'Exposition universelle de 1855, à Paris.*

des poutres en tôle, placées à 9m,50 de hauteur, dans les galeries du pourtour, relient les bâtis entre eux et servent de tirants aux petites fermes sous lesquelles la hauteur libre au-dessus du plancher est de 18m,50. Les grandes fermes sont dépourvues de tirants, la poussée étant combattue par l'ensemble de l'ossature de la galerie extérieure. Le revêtement en pierre n'est relié à la construction en métal que par les ancres qui servent à le maintenir. La figure 398 représente cette construction à laquelle on reproche de ne laisser ni air ni lumière aux galeries latérales. Toutefois la salle centrale est d'un bon usage et on sait l'excellent effet qu'y ont produit les expositions de sculpture, l'exposition d'électricité en 1881 et les fêtes données en 1889 pendant la dernière exposition.

Le second système est le plus généralement employé ; c'est celui qui avait été suivi en 1851 pour la construction du Palais de Cristal à Londres ; Baltard en avait fait, en 1854 à Paris, une application beaucoup plus intéressante dans la construction des Halles centrales. On l'adopta également pour les bâtiments de l'Exposition de 1867, en mettant toutefois à profit les perfectionnements acquis dans l'emploi du métal ; les massives colonnes en fonte furent remplacées par des piliers tubulaires en tôle, à section rectangulaire ; la galerie elliptique des machines, de 35 mètres de largeur et de 25 mètres de hauteur libre fut couverte à l'aide de fermes en tôle, en arc surbaissé, n'ayant que 6 mètres de flèche et espacées de 15 mètres. On n'avait pas cru pouvoir supprimer les tirants ; mais on les avait reportés au-dessus de la toiture en les attachant sur le prolongement des piédroits ; on a constaté du reste que cette précaution était superflue et que le travail de ces tirants avait été à peu près négligeable. Le mémoire publié par M. Eiffel sur les épreuves des arcs métalliques de cette galerie, épreuves faites par ordre de la Commission supérieure, renferme un exposé très intéressant des calculs d'après lesquels les dispositions de ces arcs ont été arrêtées et des expériences qui ont eu pour objet de contrôler le résultat de ces calculs.

En 1878, les galeries des machines étaient rectilignes ; elles avaient chacune 650 mètres de longueur et à peu près la même largeur qu'en 1867, soit 35m,60 ; la hauteur libre était de 22 mètres ; c'est alors que de Dion créa un nouveau type très

hardi de fermes continues sans aucun tirant ; ces fermes, en arc brisé solidaire avec le piédroit, constituaient de véritables poutres courbes encastrées dans le sol par leurs extrémités. Les piliers étaient formés par des caissons en tôle, de section quadrangulaire, hauts de 17 mètres et contreventés intérieurement par des cloisons.

Les deux galeries des machines de 1878 avaient été insuffisantes et l'on avait été obligé de construire une galerie-annexe de 320 mètres de lon-

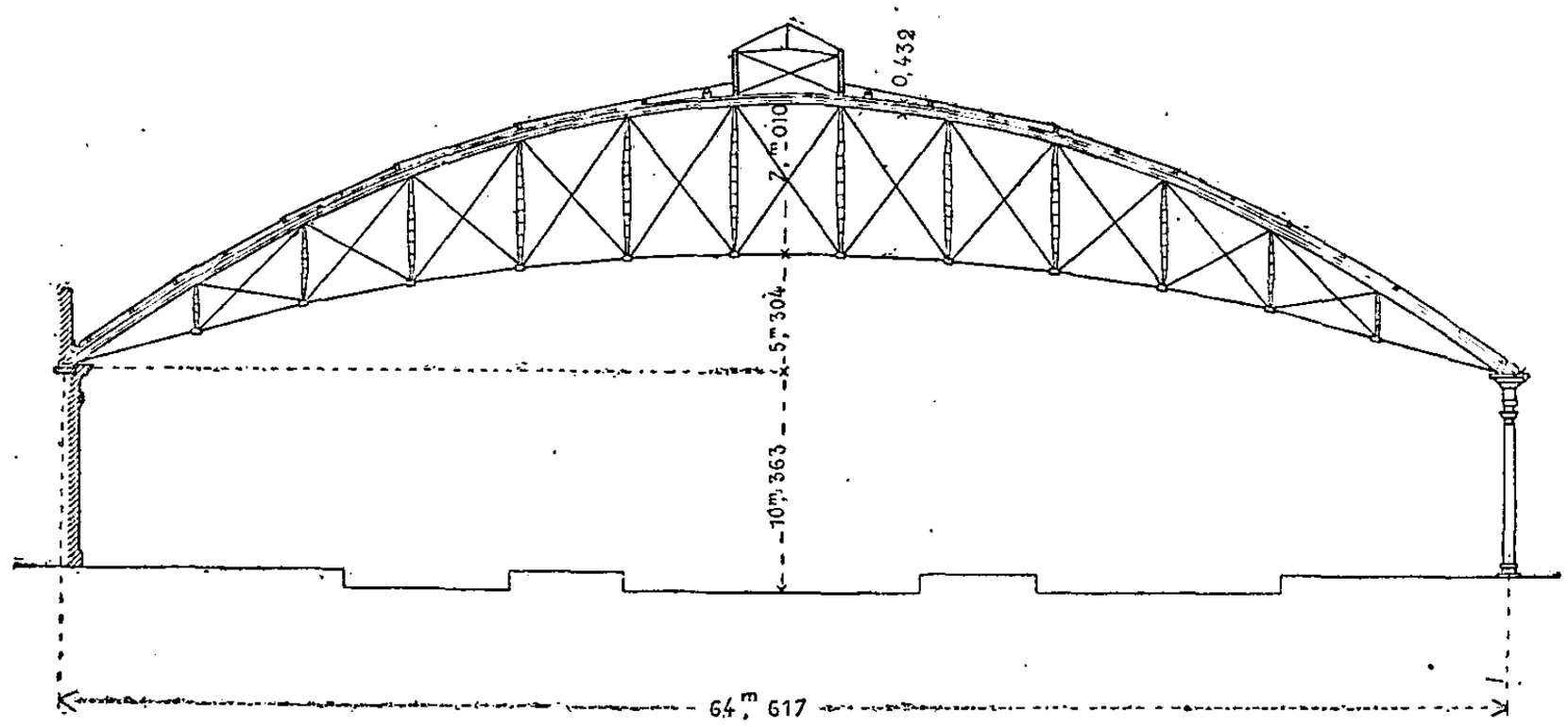


Fig. 399. — *Gare de New-Street, à Birmingham, 1866.*

gueur sur 23 de largeur, portant à 52,860 mètres carrés la surface totale occupée par les machines. En 1889 on s'est arrêté au projet de les réunir toutes dans une même enceinte et c'est alors que M. Dutert proposa de construire un palais unique composé d'une salle centrale de 420 mètres sur 115 et de deux galeries latérales de 15 mètres ; ces deux galeries présentaient, à 8 mètres de hauteur, un étage permettant de faire le tour du palais en passant, à l'intérieur, le long des façades extrêmes de la grande salle. La surface couverte était ainsi portée à 60,800 mètres carrés, et l'es-

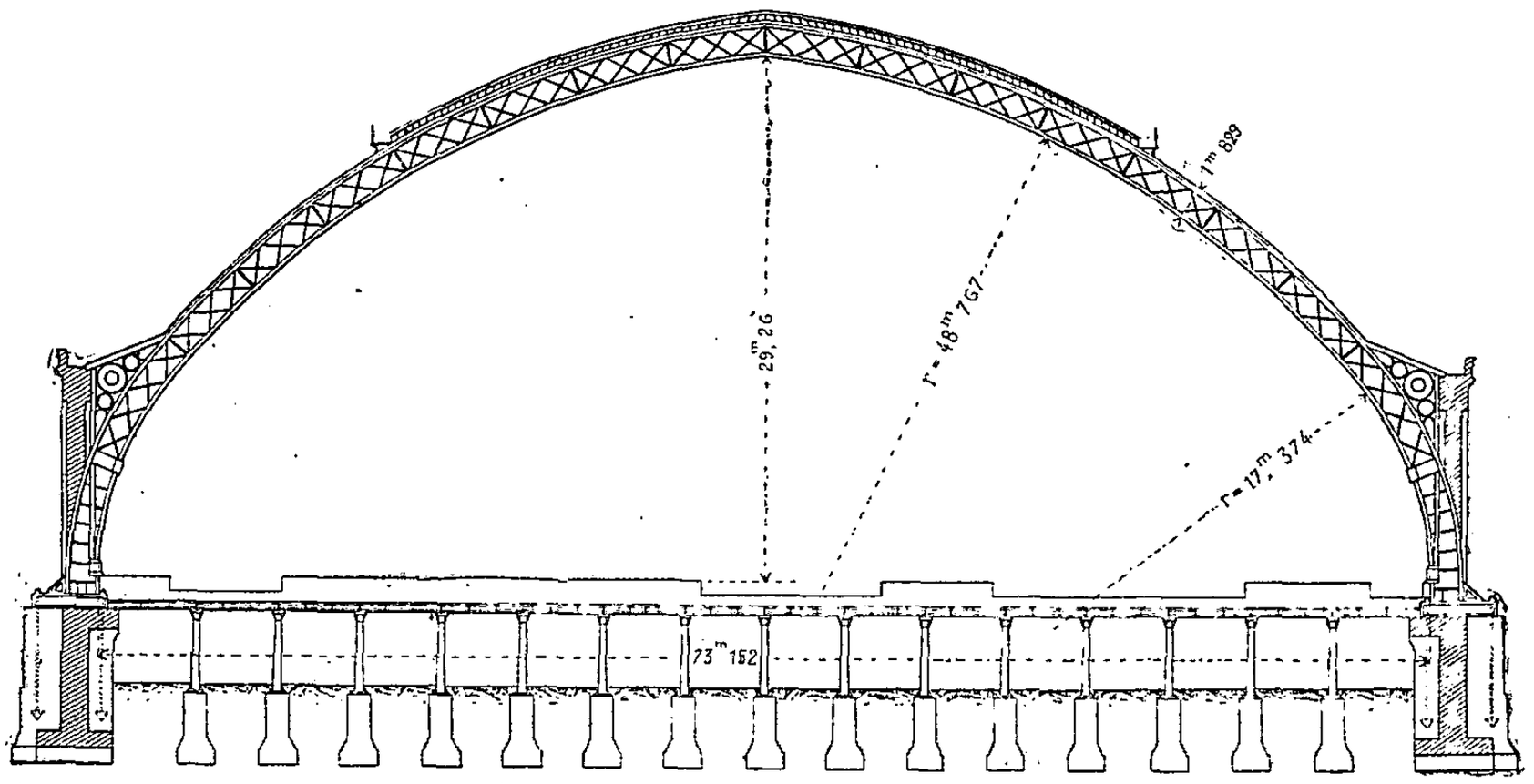


Fig. 400. — *Gare de Saint-Pancrace, à Londres, 1866.*

pace total disponible avec l'étage à 77,300 mètres carrés. La grande salle devait être couverte, sans aucun appui intermédiaire, à l'aide de fermes de 115 mètres de portée, laissant sous clef une hauteur libre de 43 mètres.

Avant d'examiner en détail l'exécution de ce magnifique projet, il est intéressant de jeter un coup d'œil sur ce qui avait été fait de plus hardi jusqu'à cette époque en Angleterre et en Allemagne. Dès l'année 1854, on avait couvert la gare de New-Stret à Birmingham, à l'aide de fermes en arc surbaissé avec tirants (fig. 399) dont la portée était de 64m,62 et la flèche de 5m,30. Ces fermes, espacées de 7m,32, laissent une hauteur libre de 15m,66. Les arcs, d'une hauteur uniforme de 0m,432, sont composés d'une âme en tôle de 17 millimètres d'épaisseur bordée par quatre cornières de 76 millimètres. Chaque ferme pèse avec

ses tirants environ 25 tonnes. A Saint-Pancrace, à Londres, en 1866, la gare a été couverte avec des fermes en ogive de 73m,15 d'ouverture (fig. 400) laissant sous clef une hauteur libre de 29m,26. Les arcs, en treillis, ont une hauteur uniforme de 1m,83 et leur espacement est de 8m,94. On a utilisé, comme tirants entre les pieds des fermes les poutres qui supportent en même temps la plate-forme de la gare ; chacune de ces poutres est soutenue par quinze colonnes en fonte. Chaque ferme pèse 54 tonnes dont 35 pour les arcs (V. *Annales des ponts et chaussées*, 1876, 1er trimestre). La gare de Saint-Enoch, à Glasgow, construite en 1876, est du même genre ; les fermes ont 60m,35 d'ouverture et sont espacées de 11m,23 ; la hauteur libre est de 25m,30. C'est encore le même système que l'on a employé pour la gare centrale de Manchester en 1880, avec des fermes de 64 mètres d'ouverture. Le comble du Hall Olympia (National Agricultural Hall à Kensington, 1886) est en plein cintre, avec une ouverture de 51m,82 et une hauteur libre de 33m,22 ; les fermes en treillis, de 2m,134 de hauteur, sont contrebutées par deux galeries latérales de 12m,20 de largeur, à un étage.

En Allemagne, on a employé, pour la gare de Silésie du métropolitain de Berlin, des fermes articulées sur quatre rotules, deux aux pieds, une au sommet et une à la naissance de l'un des arcs ; cette dernière a surtout pour objet de faciliter le travail de la dilatation. Ces fermes sont munies de tirants ; leur portée est de 54m,35 et la hauteur libre, sous les tirants, de 9m,20 (fig. 400). La disposition des fermes offre cette particularité qu'elles sont rapprochées, par groupes de deux, à 1m,25 de distance, et entretoisées de façon que chaque groupe constitue une poutre courbe avec un seul équipage de tirants. Les pieds des groupes sont également maintenus par des tirants obliques, ancrés dans les maçonneries du rez-de-chaussée. Les groupes sont espacés de 7m,53 de centre en centre. La partie pleine de la couverture est faite avec des tôles ondulées dont la rigidité a été augmentée en accentuant la profondeur des ondulations.

La même disposition de fermes est employée pour la nouvelle gare de Francfort-sur-le-Mein, couverte avec trois travées de 56 mètres d'ouverture chacune. Toutefois l'articulation au sommet est supprimée ; les semelles d'extrados sont assemblées d'une façon très rigide ; seules, l'âme et la semelle d'intrados sont réunies par un assemblage assez élastique pour faciliter les petites déformations dues aux surcharges accidentelles. Si remarquables que soient ces constructions, elles sont loin du colossal palais des machines de 1889, dont les fermes ont 115 mètres d'ouverture et 43 mètres de hauteur sous clé. Ces fermes sont au nombre de vingt, espacées de 21m,50, sauf pour la travée centrale qui mesure 26m,40 et pour les deux travées extrêmes qui ont 25m,30. Chaque ferme a la forme d'une ogive surbaissée et se compose de deux arceaux symétriques s'appuyant par leurs pieds sur deux tourillons et butant l'un sur l'autre au sommet, sur un troisième tourillon. L'emploi de ces articulations a surtout pour but d'assujettir la courbe des pressions à passer par trois points déterminés à l'avance et par suite de définir son tracé en facilitant le calcul des pièces. On pourrait, du reste, supprimer l'articulation du sommet et faire des arcs continus reposant sur les deux rotules inférieures, celles-ci suffisant pour déterminer le tracé. Cette solution a été employée depuis longtemps pour des ponts métalliques, et notamment pour les ponts du Douro et de Garabit. Il convient toutefois avec les systèmes articulés de prévoir un contreventement énergique et d'avoir la précaution de haubaner solidement les premières fermes pendant le montage.

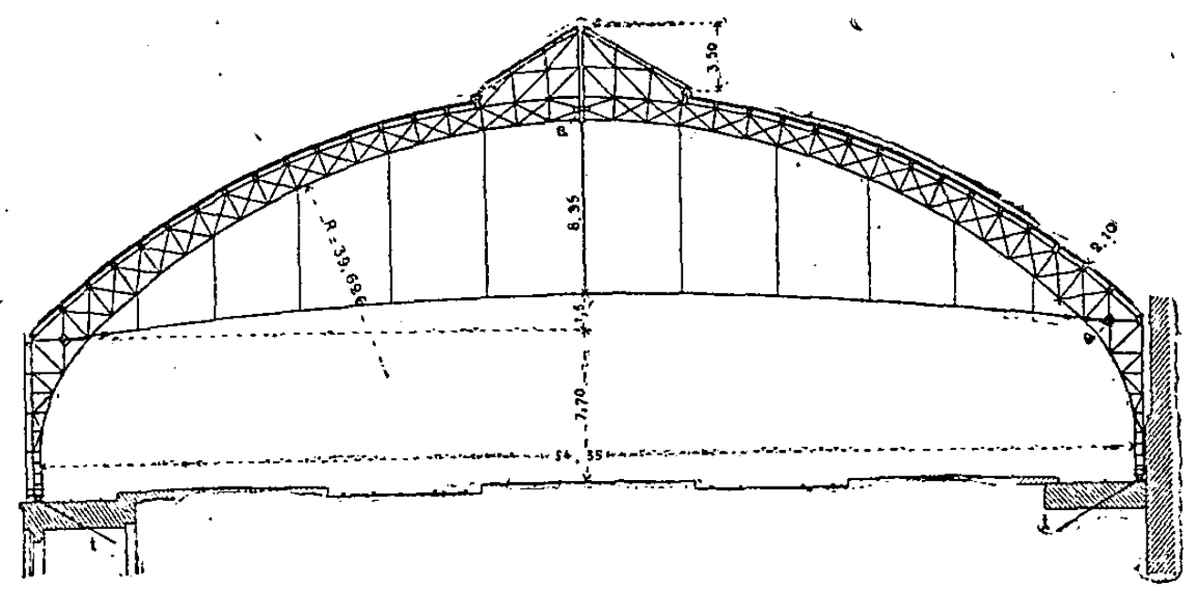


Fig. 401. — *Gare de Silésie, à Berlin, 1883.*

La section des arcs est un double T de 3 mètres de hauteur au sommet et de 3m,70 près des naissances. Les semelles en tôle de 7 millimètres d'épaisseur, ont la forme d'un U dont la base a 75 centimètres de largeur et les ailes, 45 centimètres de hauteur, le tout assemblé avec des cornières de $\frac{100 \times 100}{10}$; l'écartement des ailes, qui représente l'épaisseur de l'arc, est de 40 centimètres. L'âme est formée de panneaux à croisillons, longs et courts, alternés. Seul le panneau inférieur est plein et rétréci en forme de V dont la pointe est armée d'un sabot en fonte formant le coussinet supérieur du tourillon. Le coussinet inférieur est ménagé dans une plaque de fonte solidement boulonnée avec le massif de fondation. Ce massif est constitué par un cube de maçonnerie (en meulière hourdée au mortier de ciment de Portland) de 7 mètres de long sur 3m,50 de largeur et 3m,50 de hauteur, reposant sur un plateau de béton de 50 centimètres d'épaisseur. Par suite du petit nombre de points d'appui, la charge pour chacun d'eux atteint le chiffre de 412 tonnes ; la poussée horizontale est évaluée à 115 tonnes. La pression sur le sol de fondation varie de 3 kilogrammes à 1k,9 pour les massifs fondés sur pilotis.

Les fermes sont reliées par dix cours de pannes verticales, formées par des poutres en double T, à treillis, dont la hauteur est de 1m,50 au milieu et de 3m,30 aux extrémités ; les semelles ont 0m,30 de largeur sur 7 millimètres d'épaisseur. Ces pannes sont reliées elles-mêmes par trois cours de chevrons de 0m,40 de hauteur, composés d'une âme pleine de 6 millimètres d'épaisseur et de quatre cornières de $\frac{70\times70}{7}$. Les cinquièmes pannes, près du sommet, un peu plus fortes que les autres, sont jumelées et entretoisées par trois petits arceaux placés dans le prolongement des chevrons. Ces arceaux supportent le terrasson de faîtage qui sert en même temps de chemin de service; ce terrasson est fixé invariablement sur la panne de droite et mobile sur rouleaux de l'autre côté.

Le tout est surmonté par cinq cours de petites pannes sur lesquelles sont rivés les fers à T du vitrage. Le poids d'une ferme courante est d'environ 196 tonnes; celui des fermes extrêmes, de 240 tonnes. Le poids d'une demi-travée de pannes, chevrons, fers à vitrages, etc., est de 62 tonnes. Avec les pièces des parois verticales l'ossature de la grande salle pèse 7,400,000 kilogrammes.

L'espace compris entre le faîtage et la première panne est couvert avec des dalles de verre strié de 5 millimètres d'épaisseur et de 2 mètres de long sur 0m,506 de large. Le reste est couvert en zinc, dont le voligeage repose sur un chevronnage en bois. Sur la face inférieure de ce chevronnage est cloué un parquet de 0m,027, à rainure et languette, sur lequel on a fixé les toiles peintes et les staffs de la décoration intérieure. Les travées des extrémités sont entièrement couvertes en zinc.

Sur les reins des grands arcs, des tympans évidés supportent le prolongement de la toiture; ces tympans sont reliés par des arceaux qui se reproduisent sur les faces extérieures des galeries de 15 mètres, dont la toiture forme une suite de

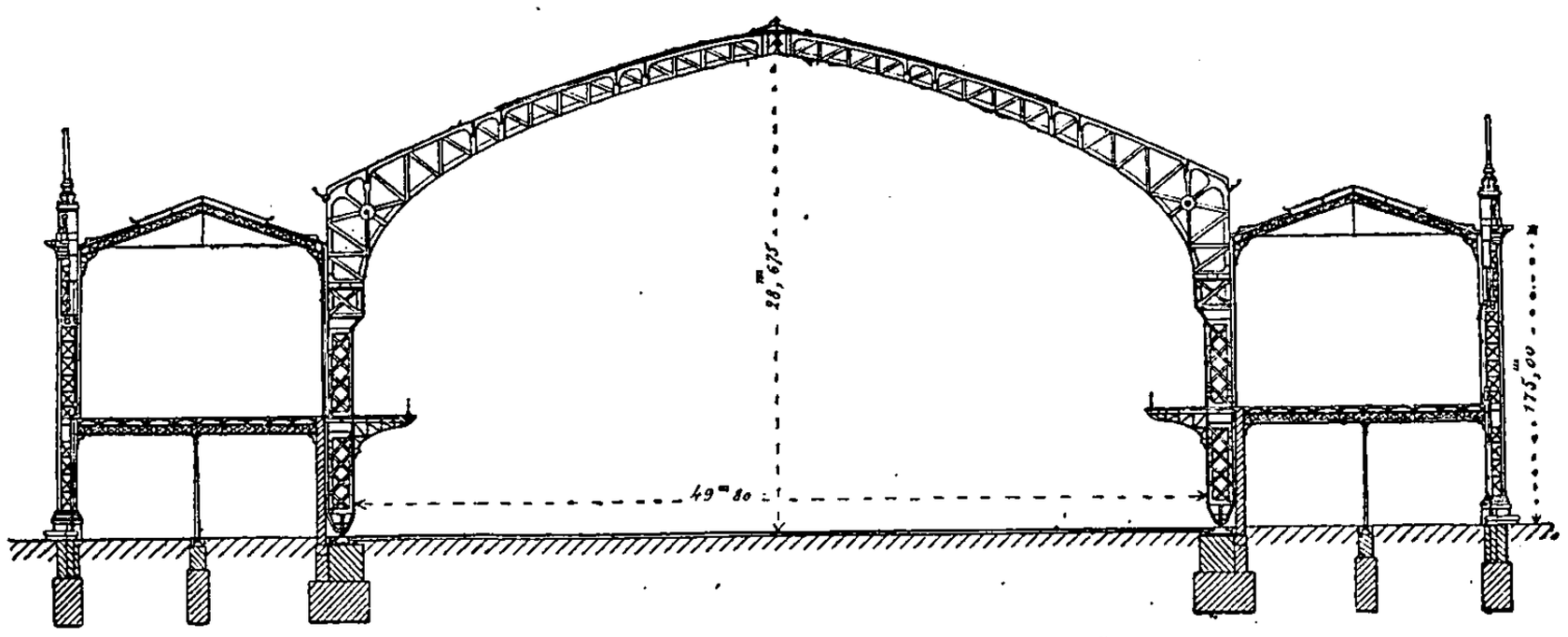


Fig. 402. — *Palais des Arts libéraux à l'Exposition de 1889. Coupe transversale.*

voûtes recouvertes en ardoises de zinc. Les poutres du plancher de ces galeries sont portées par une poutre en treillis qui relie les piédroits des grands arcs et sert en même temps de garde-corps.

On comprend les difficultés que devait présenter le montage de ces fermes énormes dont chacune pesait 196 tonnes. Ces difficultés ont été surmontées de deux façons différentes par les compagnies adjudicataires pour moitié de la construction. La Compagnie de Fives-Lille a monté les fermes en quatre tronçons, les deux piliers et les deux arbalétriers, au moyen de trois grands pylones mobiles sur des galets. Les piliers, pesant chacun 45 tonnes, étaient dressés en les faisant pivoter autour de l'articulation inférieure; les arbalétriers étaient ensuite enlevés au sommet de l'échafaudage et assemblés avec les piliers et entre eux avec une précision remarquable malgré leur poids très respectable de 42 tonnes chacun. La société des anciens établissements Cail s'est, au contraire, proposé de ne lever que des tronçons d'un poids limité (3,000 kilogrammes) en les assemblant sur un échafaudage de soutien où se faisait le rivetage. En somme on peut résumer la comparaison en observant que sur les 32,000 rivets de chaque fermé, on a mis en place :

	Aux ateliers	A pied-d'œuvre	Sur les échafaudages
Fives-Lille . . .	19.600	10.300	2.100
Cail	4.000	8.000	20.000

Le montage commencé dans les premiers jours d'avril 1888 a été terminé à la fin de septembre. Il serait trop long de décrire encore les façades du palais et sa décoration; il suffit de citer les piliers et les escaliers des tribunes, d'un dessin très élégant, quoique établis exclusivement avec le fer et la tôle, la fonte ayant été systématiquement exclue de la construction. Nous en donnons une vue d'ensemble à l'article Exposition de 1889.

Les deux palais consacrés, l'un aux Beaux-arts, l'autre aux Arts libéraux, sont des plus intéressants; de dimensions moins grandioses que le précédent, ils se rapprochent davantage du caractère architectural que comporte la construction métallique. Chacun de ces palais (fig. 402) se compose de deux nefs de 52 mètres de largeur sur

87 mètres de longueur et 28 mètres de hauteur, reliées par un dôme de 32 mètres de diamètre et de 56 mètres de hauteur. Sur les côtés sont juxtaposées des galeries de 15 mètres de largeur, à deux étages, coupées au milieu de leur longueur par une entrée monumentale. L'une des extrémités, du côté de la Seine, se termine par une grande porte flanquée de deux pavillons surmontés de coupoles. A l'autre bout, les palais se raccordent avec les galeries de 30 mètres sur 120 désignées sous les noms de *galeries Rapp et Desaix*. Les fermes de ces deux palais ont une portée de 52m,80; elles sont également articulées sur trois tourillons en acier, deux aux naissances, un au faîtage. Les pieds sont reliés par des tirants enterrés dans le sol, comme à la gare de Saint-Pancrace. Ces fermes, espacées de 18m,10 d'axe en axe, sont reliées par de grandes pannes à treillis, entretoisées elles-mêmes par des chevrons métalliques qui portent les petites pannes de vitrage; chaque ferme pèse environ 55 tonnes. Les galeries latérales sont constituées par des fermes de 14m,55 de portée, attachées d'un côté sur les grandes fermes et de l'autre sur des piliers de façade de 20 mètres de hauteur. Ces piliers sont en treillis et leur section carrée a 1m,10 de côté; ils sont reliés à leur sommet par des arcades, et à 7 mètres au-dessus du sol par une poutre à treillis qui sert en même temps à supporter les poutrelles du plancher du premier étage; l'autre extrémité de ces poutrelles est fixée sur les piliers des grandes fermes et sur les grosses poutres qui les relient, à la même hauteur. A la hauteur du plancher et à l'intérieur de la nef du palais des Arts libéraux, règne un balcon de 3m,50 porté par des consoles fixées sur les piliers des grandes fermes et sur les piliers intermédiaires. Ce balcon n'existe pas au palais des Beaux-Arts. Le dôme qui s'élève au milieu de chaque palais domine la toiture de 31 mètres; il est flanqué, de chaque côté et perpendiculairement à l'axe du palais, de deux porches formant les entrées. La nef centrale se compose de quatre piliers métalliques de 29 mètres de hauteur, à section carrée de 2 mètres de côté; ces piliers supportent quatre poutres principales, réunies dans les angles par autant de poutres secondaires, de façon à constituer un châssis octogonal régulier sur lequel reposent les 12 fermes de la coupole. Ces fermes ont, à l'extrados, la forme d'une courbe à 6 centres, et à l'intrados des arcs d'ellipse; au faîtage elles s'appuient sur un cercle de 4 mètres de diamètre; elles sont en outre reliées par cinq cours de pannes. De grands arcs métalliques relient les piliers au-dessus des poutres. Le poids total d'un dôme est de 950 tonnes, dont 570 pour le dôme et 380 pour les porches annexes. Le montage des fermes a été exécuté par dix morceaux dont le poids maximum était d'environ 8 tonnes. Un même échafaudage roulant sur galets, a servi pour les deux opérations. Ce qui caractérise surtout ces deux palais, c'est la façon très heureuse dont l'architecte, M. Formigé, a employé pour les revêtements et la décoration, les panneaux en terre cuite, soit crue, soit émaillée, grâce au concours que lui ont apporté les fabricants qui, sous l'influence de besoins nouveaux, ont perfectionné leur fabrication au point de pouvoir établir des pièces de grandeur inusitée et d'une perfection remarquable. La terre cuite est, en effet, le meilleur auxiliaire du fer; la fonte est trop lourde et son prix de revient dépend du nombre de pièces que l'on peut reproduire sur un même modèle, ce qui restreint son emploi et ne laisse pas assez d'indépendance à l'architecte. On peut observer que ces constructions exceptionnelles, ainsi du reste que les nombreux pavillons du même genre qui décoraient le Champ-de-Mars, diffèrent notablement des applications courantes. Mais elles montrent les perfectionnements réalisés et indiquent la voie à suivre, voie déjà ouverte du reste par de nombreux exemples parmi lesquels il convient de citer les casernes de l'île Louviers et la gare de Saint-Etienne, de M. Bouvard; l'Hôtel des postes, de M. Guadet; les magasins du Printemps, de M. Sédille; le poste central des télégraphes, de M. Rigault; le collège Sainte-Barbe de M. Lheureux; et les bâtiments d'administration du chemin de fer de l'Est récemment terminés. — J. B.

***CONVERTISSEUR.** — V. Acier.

•**CONVEXE.** *T. de géom.* Un polygone est convexe si chacun de ses côtés prolongé indéfiniment laisse le polygone entièrement d'un même côté. Une courbe est convexe si elle est tout entière d'un même côté d'une quelconque de ces tangentes. Le cercle, l'ellipse, la parabole sont des courbes convexes.

• **CONVEXITÉ.** — V. Concavité.

•**COOPÉRATIVES DE CONSOMMATION** (Sociétés). I. Organisation. Toutes les fois que plusieurs personnes se réunissent pour acheter en commun telles ou telles denrées nécessaires à leurs besoins et pour se les répartir entr'elles par divers procédés, on dit qu'il y a *société coopérative de consommation*. L'avantage de cette combinaison c'est qu'il est toujours beaucoup plus économique d'acheter par grandes que par petites quantités, les prix *du gros* étant nécessairement inférieurs aux prix *du détail*.

L'idée est trop simple pour n'avoir pas été mise en pratique depuis longtemps: il est certain que si l'histoire économique des divers pays était mieux connue, elle nous fournirait maints exemples de ce genre d'associations, et, en effet, on peut en signaler quelques-unes dans les siècles précédents. Toutefois c'est la date de la constitution de la société dite des *Pionniers de Rochdale*, 1844, qui a été adoptée avec raison comme l'ère du mouvement coopératif. L'histoire de ces vingt-huit ouvriers et tisserands de flanelle, quoiqu'elle n'ait pas encore un demi-siècle de date, est déjà devenue légendaire dans tout pays et ce n'est que justice. C'est la première fois en effet que l'on a vu une société de consommation apparaître avec tous les caractères essentiels qui servent encore aujourd'hui de type à ce genre d'institution. C'est la première fois surtout que l'on a entrevu dans ces modestes associations une force capable de réaliser dans l'ordre économique des transformations

profondes, et que l'on a songé à faire tenir dans ce mot de *coopération* tout un programme de réforme sociale.

La société fondée à Rochdale (comté de Lancaster, Angleterre) avait établi dans ses statuts quatre règles essentielles qui servent encore aujourd'hui à caractériser ce qu'on appelle le *type de Rochdale*, le plus généralement suivi d'ailleurs :

1° *Vente au prix du détail et non au prix du gros.* La société, puisqu'elle achète ses marchandises à ses fournisseurs au prix du gros, pourrait les céder à ses membres au prix coûtant et par conséquent les faire bénéficier du bon marché ainsi obtenu. La règle est de ne point faire ainsi, mais de vendre les marchandises au prix ordinaire du détail, réalisant ainsi un bénéfice équivalent à celui de tous les autres commerçants ; lequel bénéfice, il est vrai, sera à la fin de l'année restitué aux sociétaires, pour la plus grande part tout au moins.

Ce système, quoique plus compliqué, présente en effet les avantages suivants :

a) De ne pas faire une concurrence trop vexatoire aux petits marchands de la localité en vendant au-dessous des cours ;

b) D'encourager l'épargne chez les associés en leur versant à la fin de l'année sous forme de *ristourne* une somme ronde qu'ils peuvent placer, tandis qu'une économie journalière de quelques sous n'amènerait aucun changement sensible dans leur condition ;

c) De permettre à la société elle-même, en prélevant une part des bénéfices sous la forme de fonds de réserve, d'étendre ses opérations commerciales, de créer des caisses de prévoyance, d'organiser des ateliers de production, en un mot d'entreprendre des réformes sociales.

2° *Vente au comptant et non à crédit.* La raison de cette règle doit être cherchée à la fois :

a) Dans l'influence morale et éducatrice qu'elle est de nature à exercer sur la classe ouvrière, en lui apprenant à ne jamais s'endetter, en la libérant du crédit qui sous l'apparence d'un service rendu la tient dans une véritable servitude ;

b) Dans l'intérêt de la société elle-même qui se trouverait d'autant plus dangereusement menacé par l'habitude de vendre à crédit qu'elle se trouverait plus embarrassée pour user de mesures de rigueur vis-à-vis de ceux de ses membres devenus insolvables ;

c) Dans la consécration d'un principe de justice, les pertes causées par les mauvais payeurs dans le cas de vente à crédit devant toujours retomber en fin de compte sur les bons payeurs, c'est-à-dire que les honnêtes gens paient pour ceux qui sont malhonnêtes. Cela ne doit point être.

3° *Répartition des bénéfices entre les associés proportionnellement au montant de leurs achats et non proportionnellement à leur apport en capitaux.* Cette règle s'impose aussi par les motifs suivants :

a) Elle est motivée par la nature même de la société puisqu'il s'agit ici de consommateurs qui se réunissent pour retirer certains avantages de leur consommation en commun. S'il s'agissait de capitalistes se proposant de faire valoir leurs capitaux en vendant à autrui, ce ne serait plus une société coopérative de consommation, mais une société commerciale ordinaire ;

b) Elle est indispensable pour stimuler les membres de l'association à faire leurs achats au magasin coopératif, en proportionnant le dividende à leur assiduité : assiduité qui, comme l'expérience le démontre, est fort difficile à obtenir;

c) Elle est en harmonie avec l'esprit d'égalité qui inspire ces sortes d'associations. Le montant des actions est toujours très peu élevé : le minimum fixé par la loi française est de 50 francs, et c'est ce minimum qui est généralement adopté par les statuts. Les statuts, de plus, décident presque toujours que chaque associé ne pourra être propriétaire que d'une seule ou d'un très petit nombre d'actions : en tous cas, que chaque associé dans les votes n'aura qu'une voix, quel que soit le nombre de ses actions.

4° *Pas de limitation dans le nombre des actions, mais la société toujours ouverte à tous ceux qui voudront y entrer.* Dans les sociétés commerciales ou industrielles le nombre des actions est limité, en sorte que si la société devient prospère, ceux qui voudront y entrer ne pourront le faire qu'en se faisant céder des actions par ceux qui les possèdent déjà et en les payant naturellement un prix proportionné au dividende qu'elles donnent.

Dans la société coopérative, le nombre des actions étant illimité et d'ailleurs l'action ne donnant aucun droit aux dividendes, il en résulte que l'action ne peut jamais faire prime ni devenir un objet de spéculation. Les associés de la première heure n'ont, par conséquent, aucun avantage sur les derniers venus qui peuvent toujours entrer, quoique ouvriers de la onzième heure, aux mêmes conditions que les premiers, c'est-à-dire en versant le montant de l'action qui est de 50 francs d'ordinaire ; et même il est presque toujours admis qu'ils peuvent se contenter de verser le 1/10e, soit 5 francs.

La raison de cette règle est facile à saisir : la coopération ne doit point servir à enrichir quelques personnes, mais à relever progressivement la condition de tous, de tous ceux du moins qui veulent profiter de ce moyen de relèvement. C'est une application remarquable du principe de solidarité.

Telles sont les règles qui peuvent être considérée comme constituant la charte des sociétés coopératives de consommation. Cependant les dérogations sont assez nombreuses.

Le premier principe, celui de la vente au prix de détail, est rejeté par un assez grand nombre de sociétés qui préfèrent vendre au prix coûtant ou majoré seulement de la somme nécessaire pour solder les frais généraux. Souvent même ce sont les sociétés les plus puissantes qui agissent de la sorte : par exemple, en Angleterre le *Civil service Association* ou *l'Army and Navy cooperative Society*, qui ont les plus vastes magasins de Londres ; en France, la *Moissonneuse* de Paris qui compte près de 15,000 membres, ou la société ouvrière de Saint-Etienne, etc. Il est à remarquer que les sociétés qui dérogent ainsi au système de

Rochdale se rencontrent aux deux extrémités de l'échelle sociale : ou bien parmi les classes aisées, bourgeois, fonctionnaires, militaires, qui cherchent le moyen d'acheter à meilleur marché, non pas précisément pour se constituer une épargne, mais pour pouvoir vivre plus largement; ou bien parmi les ouvriers les plus pauvres qui ne peuvent pas se donner le luxe de l'épargne n'ayant pas même de quoi suffire à leur consommation.

Le second principe, celui de la vente au comptant, rencontre aussi beaucoup d'adversaires. Un grand nombre de sociétés coopératives ouvrières se voient obligées de faire crédit, parce que leurs membres n'ayant aucune avance ne peuvent payer leurs achats que lorsqu'ils sont payés eux-mêmes, c'est-à-dire chaque quinzaine. Pour obvier à cet inconvénient, quelques sociétés coopératives, notamment celle de Nîmes, ont eu l'heureuse idée de créer une caisse de prêts, indépendante d'ailleurs de la société et chargée de faire aux ouvriers l'avance nécessaire pour leur permettre d'acquérir une action ou même de solder comptant leurs premiers achats.

Les troisième et quatrième principes sont aussi quelquefois violés, surtout aux Etats-Unis et en Angleterre, tantôt parce que chaque associé est admis à posséder un nombre d'actions plus ou moins considérable, tantôt parce que ces actions sont admises à participer en totalité ou en partie aux dividendes. En ce cas il arrive fréquemment que l'association devient une société capitaliste pure et simple et n'a plus de coopératif que le nom.

Les Pionniers de Rochdale admettaient non seulement leurs associés, mais tout le monde à se servir au magasin et ils attribuaient à ces clients étrangers une part, la moitié ordinairement, du bénéfice distribué aux membres associés (l'autre moitié est versée dans le fonds de réserve) : la plupart des sociétés constituées en Angleterre sur le type de Rochdale ont suivi cet exemple.

Nous n'avons pas cru cependant devoir inscrire cette règle parmi les règles fondamentales des sociétés coopératives, parce qu'elle a été généralement abandonnée par les sociétés du continent. En France notamment, toute société qui vend au public est considérée avec raison comme faisant le commerce et astreinte par la loi fiscale au paiement de la patente ; tandis que la société qui distribue uniquement entre ses membres la marchandise qu'elle a achetée pour leur compte, en est dispensée. Mais en dehors de cet intérêt pécuniaire, il y a pour rejeter cette façon de faire une raison d'un ordre plus élevé : c'est qu'il est tout à fait contraire au principe coopératif de faire des bénéfices aux dépens du public et d'agir ainsi à son égard précisément de la même façon que les intermédiaires qu'on se propose de supprimer. En conséquence dans la plupart des sociétés, chaque membre reçoit un *livret* à son nom qui seul lui donne droit de se servir dans le magasin, sur lequel est inscrit le montant de ses achats et qui lui servira de contrôle pour la répartition des bénéfices (1).

(1) En ce qui concerne les statuts et les caractères juridiques des sociétés coopératives, nous ne pouvons faire cette étude ici. Des lois réglant cette matière viennent d'être votées dans différents pays et un projet de loi est en ce moment discuté par le Sénat, en France.

II. Avantages. Les avantages que présentent les associations coopératives de consommation sont très nombreux et assez variés pour satisfaire à toutes les aspirations, les plus avancées comme les plus conservatrices ; aussi ces institutions ont-elles le rare privilège d'être recommandées également, quoique par des raisons et avec des intentions fort différentes, par les écoles les plus opposées.

Les avantages *directs et immédiats* sont les suivants :

1° Dans le cas où la société vend au prix coûtant, l'avantage obtenu c'est le *bon marché*, c'est-à-dire la faculté de consommer davantage sans dépenser plus ;

2° Dans le cas où la société vend au prix courant et répartit les bénéfices entre ses membres, l'avantage est une *épargne qui ne coûte rien*, puisqu'elle n'impose au consommateur aucune privation ni restriction de consommation ;

3° Dans un cas comme dans l'autre, la garantie que la denrée est de *bonne qualité*, qu'elle est vendue *au juste poids* et *au juste prix*, constitue un avantage très précieux, surtout pour la classe ouvrière qui est d'autant plus exploitée par les petits marchands de détail qu'elle est plus pauvre et plus dépendante.

Les avantages *indirects* sont d'une plus grande portée. Ils peuvent, quoique très complexes, se ranger sous ces deux chefs :

4° *Réduction du nombre des intermédiaires* et par là simplification et économie considérable dans le mécanisme de la production. On s'imagine à tort, en partant de l'idée *a priori* que tout finit par concourir au bien général, que le commerce a pour effet de ramener le nombre des intermédiaires aux proportions voulues. La statistique montre au contraire que dans presque tous les pays d'Europe, le nombre des marchands de détail, de demi-gros ou même de gros, surtout le nombre des épiciers, boulangers, marchands de vins, etc., est fort supérieur aux besoins, et constitue par là, comme tout rouage inutile, un accroissement considérable des frais généraux. Les intermédiaires prélèvent en France sur la production annuelle une somme de plusieurs milliards ; or ce tribut pourrait être singulièrement réduit du jour où les sociétés coopératives de consommation mettraient en rapports directs producteurs et consommateurs ;

5° *Education de la classe ouvrière.* Cette éducation coopérative se manifeste sous différentes formes : éducation morale et économique pour tous les associés en leur faisant perdre l'habitude de s'endetter, en leur donnant le goût de l'épargne, le sentiment de la propriété, la conscience des bienfaits de l'association et de la solidarité ; éducation commerciale et technique pour le petit nombre de ceux qui font partie des conseils d'administration, en leur apprenant le maniement des affaires, le rôle du capital, l'importance de la comptabilité ; éducation intellectuelle enfin, sous forme de salles de lecture, de conférences, de concerts, de cours réguliers même, du moins dans toutes les sociétés coopératives qui ont le senti-

ment de leurs devoirs. Ce fut l'honneur des Pionnier de Rochdale de constituer dès le début, par un prélèvement sur les bénéfices, un « fonds d'éducation » et depuis lors toutes les sociétés anglaises ont considéré ce rôle éducateur comme un des plus importants qu'elles eussent à remplir.

III. But. Tout le monde est à peu près d'accord sur les avantages pratiques ou même d'ordre moral que nous venons d'exposer, mais quand il s'agit d'apprécier le but que la coopération doit se proposer, les opinions deviennent très divergentes et la discussion très vive.

Et d'abord la question préalable qui se pose est celle de savoir si la coopération doit avoir « un but », j'entends par là s'il faut lui demander quelque chose de plus que les avantages pratiques ou moraux que nous venons d'indiquer?

Ne constituent-ils pas par eux-mêmes un but suffisant et les sociétés coopératives ne devraient-elles pas s'estimer déjà trop heureuses si elles parvenaient à la réaliser, ne fût-ce qu'en partie?

Telle est l'opinion des économistes qui appartiennent à l'école classique et conservatrice. Mais pour tous ceux qui ne sauraient se résoudre à considérer l'organisation économique actuelle comme définitive, socialistes, collectivistes, socialistes chrétiens, adeptes de l'école nouvelle ou même simplement réformateurs philanthropes, tous ceux-là s'accordent à reconnaître que la coopération ne saurait trouver sa propre fin en elle-même, qu'elle doit être *un moyen*, un levier pour transformer l'ordre de chose actuel, et, suivant l'école à laquelle ils appartiennent, ils assignent à la coopération l'un ou l'autre des trois buts suivants :

1° Le but le plus généralement indiqué, celui qui fut visé dès la première heure par les Pionniers de Rochdale et qui encore aujourd'hui, comme la colonne lumineuse de Moïse, conduit en Angleterre et aux Etats-Unis la grande armée des coopérateurs, c'est l'*organisation de la production*. Le plan de campagne est fort simple, en théorie tout au moins. Les sociétés coopératives de consommation d'un même pays s'entendent pour créer un ou plusieurs magasins de gros (ce sont les *Wholesales* d'Angleterre), chargés de les approvisionner au meilleur marché possible de tout ce qui leur sera nécessaire. Ces magasins de gros, qui arrivent ainsi à faire un chiffre d'affaires énorme (le Wholesale de Manchester représente 600 sociétés coopératives, c'est-à-dire 5 ou 600,000 clients au moins), commencent à s'adresser directement aux producteurs pour leurs achats (ce même Wholesale a une flotte de cinq ou six navires qui courent les mers pour lui rapporter directement les produits des deux mondes) ; mais un jour vient où ils trouvent plus avantageux de créer des fabriques pour y produire eux-mêmes et directement les marchandises dont ils ont besoin : c'est ainsi que ce même Wholesale a créé des fabriques de drap, de savon, de biscuits, de chaussures, etc.

Or supposez maintenant ce système élargi jusqu'au point où tous les consommateurs organisés en sociétés de consommation feraient fabriquer dans des fabriques qui leur appartiendraient (ou feraient cultiver dans des fermes qui leur appartiendraient) tous les produits qu'ils consomment, et il est clair que nous serions en présence d'une révolution économique dont il est difficile de mesurer même les conséquences.

On peut supposer aussi que les sociétés coopératives de consommation marchent au même but par un chemin un peu différent, non plus en se fédérant pour entreprendre directement la fabrication, mais en facilitant la constitution d'associations coopératives de production autonomes (V. plus loin Coopérative de production) qui produiront pour leur propre compte, mais pourront trouver dans les sociétés coopératives de consommation une clientèle assurée et peut-être même des commanditaires.

Chacun de ces deux systèmes présentent des avantages et des inconvénients qu'il serait trop long d'exposer ici.

2° Les socialistes ne témoignent que peu de confiance dans le plan de campagne que nous venons d'indiquer sommairement. Ils estiment que les classes ouvrières ne pourront jamais par leurs seules forces et par la voie d'associations libres arriver à la conquête des instruments de production ; que dans cette lutte inégale contre l'industrie capitaliste, elles seront nécessairement écrasées; que par conséquent l'intervention légale de l'Etat, sinon la révolution sociale, restera toujours le seul moyen d'arriver à transformer l'organisation économique actuelle. Les sociétés coopératives leur apparaissent donc simplement comme un moyen d'*organiser les masses ouvrières*, de leur donner les ressources et les connaissances nécessaires pour les mettre à même de remplir, au lendemain de la grande révolution sociale, les hautes fonctions économiques qui leur seront dévolues. Tel est le programme, par exemple, des coopérateurs Belges, tel qu'il est appliqué notamment dans le fameux *Vooruit* de Gand.

3° Dans le camp opposé, celui des coopérateurs appartenant à l'école conservatrice, on est encore moins favorable au plan de Rochdale. Non seulement on déclare, d'accord en cela avec les socialistes, que les ambitions des sociétés coopératives sont tout à fait exagérées, mais encore on estime qu'un semblable programme, s'il devait jamais se réaliser, serait désastreux pour l'industrie, en faussant tous les ressorts que l'on considère dans cette école comme indispensables au progrès, nous voulons dire l'initiative individuelle, la concurrence et la suprématie du capital. On assigne en conséquence à la coopération un but beaucoup plus modeste qui serait la constitution de *caisses de retraite*, la construction de maisons ouvrières, ou d'autres institutions de prévoyance analogues. Les patrons ne peuvent qu'être favorables à un semblable programme, puisqu'il aurait pour effet de rejeter sur leurs ouvriers des mesures de prévoyance que l'opinion publique et la loi tendent de plus en plus à faire peser sur les chefs d'industrie.

Renseignements statistiques. L'Angleterre, qui a été la terre natale des sociétés coopératives de consommation

est encore celui de tous les pays où elle tient de beaucoup la plus grande place, la seule où elle soit devenue vraiment une puissance dans l'Etat. On compte dans le Royaume-Uni, en chiffres ronds, 1,300 sociétés coopératives de consommation représentant plus d'un million de familles, c'est-à-dire environ un sixième de la population totale. Ces sociétés sont approvisionnées par de gigantesques magasins de gros qui commencent déjà à fabriquer pour leur propre compte. Elles disposent d'un capital de plus de 200,000,000 de francs, sans compter les capitaux en dépôt dans leurs caisses, et font un chiffre d'affaires annuel de 700,000,000 de francs. Elles sont organisées en une fédération, gouvernée par un comité permanent, se réunissent tous les ans dans un congrès solennel, et ont pour organe le *Cooperative News*, journal hebdomadaire qui tire à 38,000 exemplaires. Leur ambition est à la hauteur de leur fortune. Elles exerceraient une influence encore plus grande si elles pouvaient faire cause commune avec les *Trades-Unions* qui représentent une force à peu près équivalente.

Malheureusement le refus persistant qu'oppose le Wholesale de Manchester (1) à accorder une participation aux bénéfices aux ouvriers qu'il fait travailler, et cela malgré les objurgations réitérées des leaders de la coopération en Angleterre, maintient entre ces deux grandes armées ouvrières non point de l'hostilité, mais une certaine méfiance.

En Allemagne, les sociétés coopératives de consommation sont aussi très nombreuses, quoique moins nombreuses pourtant que les sociétés coopératives de crédit ou Banques populaires fondées par Schulze-Delitzsch qui représentent la forme caractéristique de la coopération en Allemagne. On en compte environ 800 (contre 3,000 des secondes) et quelques-unes sont fort importantes, comme celle de Breslau qui compte 31,000 membres, plus qu'aucune société anglaise.

Elles ne paraissent pas cependant jouer en Allemagne le même rôle qu'en Angleterre, soit parce qu'elles comptent dans leur sein beaucoup plus de bourgeois et ont par là même des aspirations beaucoup moins ambitieuses, soit peut-être aussi parce que le développement du socialisme d'Etat en Allemagne, en mettant entre les mains du gouvernement la solution des questions sociales, limite par là même le champ d'action de la coopération.

En Italie, le mouvement coopératif s'est réglé sur celui de l'Allemagne : les sociétés de crédit populaire de M. Luzatti y répondent aux banques populaires de Schulze-Delitzsch, comme les caisses rurales de M. Wollemborg aux sociétés de crédit Raiffeisen, et les sociétés coopératives de consommation n'y figurent aussi qu'au second plan. Cependant on en compte 660 environ. Elles se sont organisées en fédération depuis quelques années.

En Belgique, le mouvement coopératif a subi l'effet des divisions politiques : il s'est divisé en deux grands courants, la coopératisme socialiste et le coopératisme catholique, et si les premiers sont fiers de leur *Vooruit*, les seconds, dans la même ville de Gand, ont ouvert leur *Volksbelang*.

En Suisse, il y a des sociétés coopératives de consommation très prospères dans la plupart des villes importantes : mais composées en grande partie de bourgeois ou de petits artisans, elles ne se proposent aucun but de réforme sociale, et les tendances particularistes des cantons suisses les avaient empêchées jusqu'à présent de s'organiser en fédération. Elles viennent de le faire cependant cette année même, en se donnant pour programme de défendre les intérêts des consommateurs contre les menées protectionnistes.

(1) Nous parlons de Wholesale anglais, car le Wholesale écossais accorde au contraire la participation aux bénéfices à des ouvriers, mais il est beaucoup moins important.

En France, l'histoire de la coopération est marquée par quelques élans enthousiastes, mais de peu de durée, suivis de longues périodes de dépression. Les dates de 1848, de 1863 et de 1885 peuvent être indiquées comme marquant les principales étapes de cette marche saccadée. Quelques mots seulement sur ces dernières années. C'est en 1885 qu'un petit groupe de sociétés coopératives de Nîmes prirent l'initiative d'une fédération de sociétés coopératives de consommation, sur le modèle de la Fédération anglaise, avec un bureau permanent, un magasin de gros, des congrès annuels. Quatre congrès en effet se sont déjà réunis, à Paris (1885), Lyon (1886), Tours (1887), Paris (1889), le cinquième doit se réunir à Marseille cette année.

Les statistiques faites à cette occasion ont révélé l'existence de 700 sociétés coopératives environ. Malheureusement les divisions politiques et religieuses, comme en Belgique, et plus encore l'indifférence ou l'ignorance de la plupart des coopérateurs, n'ont pas encore permis à cette organisation de produire tous les bons effets qu'on en pouvait attendre.

Il y a au contraire une forme particulière de la coopération qui a pris dans ces dernières années un développement extraordinaire et qui semble devoir être la forme caractéristique de la coopération en France, ce sont les *syndicats agricoles*. Ce ne sont au fond que des sociétés coopératives de consommation entre propriétaires pour l'achat de semences, engrais, machines ou autres matériaux agricoles, et elles tendent même à prendre légalement, et non plus seulement de fait, la forme de sociétés coopératives. Il ne serait donc pas impossible que la coopération fît la conquête de la France par ce chemin détourné. Toutefois il ne faut pas oublier que les syndicats agricoles sont par nature protectionnistes, tandis que les sociétés de consommation sont par nature aussi libre-échangistes et qu'il résultera de ce chef une cause de conflit difficile à écarter. — V. SYNDICATS. — CH. G.

• **COOPÉRATIVES DE PRODUCTION** (Sociétés). Il est généralement admis que la France est la terre classique des sociétés coopératives de production, comme l'Angleterre des sociétés coopératives de consommation et l'Allemagne des sociétés coopératives de crédit. C'est une pure légende, mais qui, comme toutes les légendes, renferme une part de vérité. Ce qui est vrai, c'est que la France a, la première, inauguré l'association de production, puisque la première association de production, celle des bijoutiers en doré, fondée par l'initiative de Buchez, est antérieure de dix ans à celle des Pionniers de Rochdale. Ce qui est également vrai, c'est que les ouvriers en France ont vu tout d'abord dans l'association de production la solution de la question sociale et, après la révolution de 1848, s'y sont jetés avec un enthousiasme et un héroïsme qui marquera d'un trait ineffaçable cette période de l'histoire de la coopération. Mais ce qui n'est malheureusement point exact c'est que l'association de production ait donné en France de plus brillants résultats qu'ailleurs ; si elle peut enregistrer quelques succès de plus que dans d'autres pays, elle a aussi à son passif beaucoup plus d'échecs. On sait que de cette floraison magnifique d'associations de pro-

duction que fit éclore la Révolution de 1848 (plus de 200) c'est à peine si deux ou trois ont survécu jusqu'à nos jours.

Cependant d'autres se sont formées à mesure que les anciennes disparaissaient et on compte bien aujourd'hui, entre Paris ou la province, une centaine d'associations coopératives de production, dont quelques-unes sont très prospères. Mais celles même qui ont réussi ne paraissent guère répondre aux vastes espérances de rénovation sociale que l'association coopérative de production avait fait naître à ses débuts. On y voyait, comme le célèbre économiste Stuart Mill, un moyen pour les ouvriers salariés de s'affranchir de la dépendance des patrons en travaillant pour leur propre compte et en gardant pour eux l'intégralité du produit de leur travail. Or, la plupart des associations de production qui ont réussi, les plus prospères du moins, se composent tout simplement d'un petit noyau d'ouvriers d'élite qui ont fait fortune et font travailler à leur tour pour leur compte un grand nombre d'ouvriers salariés. La société des lunetiers de Paris, par exemple, qui est une des rares qui date de 1848 et qui fait pour 4,000,000 d'affaires par an, se compose de 58 associés faisant travailler 1,200 salariés ! il est clair que ce n'est pas de là que viendra l'abolition du salariat.

Sans pouvoir entrer ici dans des détails, on peut dire que l'histoire de la coopération de production est à peu près la même par tout pays. Ce type d'association coopérative n'a pu réussir que dans les milieux de petite industrie (c'est ce qui explique le succès relatif des associations parisiennes ou des fameuses associations de tonneliers de Minneapolis, Etats-Unis); et là même, où il a réussi, il a plutôt servi à transformer quelques ouvriers en petits patrons qu'à élever la condition de la classe ouvrière.

Les jugements que l'on doit porter sur l'avenir de ce genre d'associations sont donc aujourd'hui très incertains et très partagés.

Les uns, découragés, pensent qu'il faut renoncer à y chercher un moyen de transformation sociale et qu'il faut se contenter des quelques avantages pratiques qu'elles peuvent offrir dans certains cas particuliers et assez restreints. C'est la thèse soutenue par le professeur Ugo Rabbeno dans son livre sur les *Societa cooperative di produzione* qui est l'ouvrage le plus complet qui ait été publié sur ce sujet.

D'autres estiment au contraire qu'un demi-siècle tout au plus d'expérimentation sociale ne peut suffire pour condamner l'association coopérative et qu'elle doit rester encore, jusqu'à preuve décisive du contraire, la suprême espérance de tous ceux qui se flattent de résoudre la question sociale autrement que par une révolution violente, c'est-à-dire par la liberté. Il faut observer que le défaut d'éducation de la classe ouvrière, qui ne lui permet pas de trouver dans son sein des hommes de taille à remplacer les patrons, ou alors même que ces hommes s'y trouveraient, qui ne lui permet pas de les choisir pour chefs, de leur obéir et de les rétribuer convenablement, a été jusqu'à ce jour le principal obstacle au succès de ces associations, mais cet obstacle n'est pas insurmontable. C'est la thèse que défendent, par exemple, M. Secrétan dans ses *Etudes sociales* et Hertzka dans ses *Gesetze der Socialen Entwickelung*.

Les socialistes déclarent que ces associations ne pourraient donner de résultats utiles qu'autant que l'Etat viendrait à leur aide en leur fournissant des capitaux suffisants pour les mettre à même de lutter victorieusement contre l'industrie capitaliste. Telle était la thèse de Louis Blanc et de Lassalle. Mais l'expérience, quoiqu'elle n'ait été faite, il est vrai, que sur une petite échelle, ne paraît guère favorable à cette thèse. Les 3,000,000 de francs distribués par la Révolution de 1848 aux associations de cette époque paraissent avoir plutôt porté malheur à celles qui en avaient bénéficié.

Depuis 1883, la ville de Paris a été chargée de prêter à ces associations 1,200,000 francs environ provenant du legs Rampal ; or, il est arrivé que sur les 47 associations ainsi favorisées, 26 ont déjà fait faillite. Cela n'encourage guère à procéder, comme on nous y invite, sur une plus grande échelle.

Enfin, quelques autres pensent que la coopération de production pourra réussir à la condition d'être le terme final d'une évolution qui aura pour point de départ la coopération de consommation. Ils estiment que si les sociétés coopératives de production sont fondées par les sociétés coopératives de consommation fédérées, elles pourront, dans ces conditions, éviter les trois écueils qui les ont fait échouer jusqu'à ce jour :

1° *Manque de capitaux*, puisque les capitaux nécessaires pourront leur être fournis par les sociétés de consommation elles-mêmes qui les prendront sur leurs réserves ;

2° *Manque de direction*, puisque les mêmes sociétés de consommation qui les auront fondées en nommeront les directeurs et exerceront sur elles un contrôle efficace et suivi ;

3° *Manque de débouchés* puisque les sociétés de consommation seront pour elles des clients tout naturellement indiqués qui s'engageront à leur acheter leurs produits et les leur paieront comptant, ce qui leur évitera les plus grandes difficultés et les plus gros risques.

C'est ce but, lointain encore il est vrai, que visent les promoteurs de la coopération en Angleterre et aux Etats-Unis, et c'est ce programme aussi qu'a adopté la *Fédération des sociétés coopératives de France* dans son dernier Congrès de septembre 1889. — CH. G.

CORDERIE. Peu de spécialités industrielles ont vu se réaliser, depuis quelques années, des améliorations aussi rapides et aussi importantes que celles de la corderie, et sous ce titre général, nous comprenons aussi bien la corderie en chanvre, en manille, en aloès, en sisal, que la fabrication des câbles en fer, en acier, en laiton. Les progrès se sont affirmés, non seulement par les changements introduits dans les procédés de mise en œuvre, dans la quantité et la qualité des pro-

duits manufacturés, mais aussi dans le coût de la matière ouvrée. Presque partout aujourd'hui la machine se substitue au travail manuel, beaucoup plus lent, plus onéreux et moins satisfaisant, puisqu'il n'arrive jamais, quelle que soit l'habileté de l'ouvrier, à la régularité mathématique de la mécanique. Ce rôle prépondérant de l'outillage a eu pour premier effet d'amener une baisse sensible dans les prix de revient : ainsi, pour ne parler que des produits en chanvre, nous trouvons que l'écart entre les prix actuels et ceux qui étaient usités il y a dix ans, a été de 10 0/0 pour les cordages de marine, en chanvre goudronné, de 12 0/0 pour les cordages blancs, pour l'industrie, et de 20 0/0 pour les ficelles d'emballage. Le travail mécanique a eu pour second résultat de permettre d'établir, d'une façon rigoureusement absolue, l'uniformité de la fabrication. Le consommateur peut maintenant se rendre un compte immédiat et exact du degré de force de chaque sorte de cordage, et exiger du fournisseur des garanties de résistance, qu'il n'eût pu demander alors que la fabrication, même la plus soignée, comportait des produits dont l'homogénéité n'était et ne pouvait être obtenue d'une manière certaine.

On a déterminé aujourd'hui d'une façon précise la *résistance* des cordages industriels. Les premiers essais de résistance méthodique basée sur le calcul absolu, ont été exécutés par l'usine Bessonneau, d'Angers. Ses études sur la tension des câbles, sur le degré de rupture, sur le point précis où la torsion atteint son maximum de puissance, ont servi de base à des données rigoureusement exactes, déterminant la force de chaque sorte de câbles, dont la fabrication, soumise à une loi mathématique, fixe scrupuleusement la quantité de filaments, leur longueur, le nombre de tours à imprimer à la matière et prévoit la mesure exacte de l'allongement. Sur ces données, dont le contrôle a toujours affirmé l'exactitude, les compagnies de chemins de fer, les entreprises de navigation, quelques sociétés minières ont établi des *cahiers de charges* qui leur assurent des qualités toujours uniformes et leur épargnent des mécomptes jadis toujours trop fréquents. En 1887, une commission nommée par le Comité d'artillerie se rendit à Angers, et après une étude minutieuse accompagnée de nombreux essais, suivit l'exemple des sociétés industrielles, et dressa un cahier de charges portant au double la force de résistance des cordages nécessaires à ses besoins; aussi, depuis cette époque, l'artillerie, le génie, l'arme des ponts, s'approvisionnent d'un matériel de corderie deux fois supérieur à l'ancien et sans majoration bien sensible dans les prix d'acquisition.

On peut dire, aujourd'hui, ce qui n'était pas exact il y a quelques années, que l'industrie française est meilleure que l'industrie étrangère. Il en est résulté que cette industrie a pu s'affranchir du large tribut qu'elle était contrainte de payer à ses concurrents du dehors. Malgré le bas prix de la main-d'œuvre en Allemagne, en Belgique et en Italie, ces trois pays n'alimentent plus qu'une faible partie de la consommation dans la première zone frontière. L'Angleterre qui rachète le prix élevé payé à ses ouvriers par la multiplicité de ses moyens de transports, le coût extrêmement réduit du fret et du charbon, approvisionne encore nos colonies lointaines et quelques-uns de nos ports de la Manche. Quant à la Russie, représentant naguère le grand centre de production pour l'Amérique et les pays d'Extrême-Orient, elle a perdu, à notre profit presque exclusif, ce qu'elle a pu, pendant bien longtemps, considérer comme un monopole inattaquable.

Mais bien que notre industrie défie aujourd'hui la concurrence sur les marchés français, et lutte avec avantage sur le terrain des exportations, elle ne trouve cependant pas à pied d'œuvre tout le chanvre nécessaire à ses besoins. En France, la consommation totale du chanvre est actuellement de 80,000,000 de kilogrammes, or, c'est à peine si la récolte moyenne s'élève à 40,000,000 de kilogrammes. Chaque année, pour des causes que nous n'avons pas à rechercher ici, la culture de ce textile diminue chez nous, tandis que nos besoins augmentent. L'industrie française est donc obligée d'aller acheter à l'étranger l'appoint considérable qui lui manque. Cet appoint, elle le trouve d'une part, sur les places de Bologne et de Naples, de l'autre à Riga et Kœnigsberg où se tient le grand marché des chanvres de Russie. En France, c'est surtout dans la Sarthe et le Maine-et-Loire que se cultivent les plus belles espèces. La production de ces deux départements équivaut à la moitié de la récolte totale française, soit près de 20,000,000 de kilogrammes.

Câbles en chanvre. Nous avons déjà vu, dans le *Dictionnaire*, que tous les textiles, même le jute, qui ne saurait être employé qu'à la confection d'une qualité spéciale de ficelle, servent à la fabrication des cordages, mais que tous n'offrent pas, à un égal degré, les qualités de souplesse et de résistance du chanvre.

Nous devons rappeler ici que le travail de ce textile comporte quatre opérations distinctes : 1° le peignage ; 2° la fabrication du fil de caret ; 3° la fabrication du toron ; 4° la fabrication du câble.

1° Nous avons dit que le *peignage* avait lieu soit à la main, soit à l'aide de la machine ; nous n'avons pas à revenir sur les diverses explications qui ont été données.

2° Le *fil de caret*, qui doit concourir à la formation du cordage, est fait soit à la main, soit à la machine.

La fabrication du fil de caret à la main est, encore aujourd'hui, ce qu'elle était il y a nombre d'années. Le cordier place le chanvre autour de la ceinture et l'y maintient au moyen d'un tablier qui s'attache sur les reins, où se croisent les extrémités de la poignée de chanvre. Il tire quelques fibres de son tablier, leur donne, avec la main, une légère torsion et les engage dans un crochet mis en rotation par une machine, ou, le plus souvent, par une roue que tourne un enfant. Les fibres étant prises par le crochet, le cordier recule en fournissant constamment le chanvre

voulu pour faire le fil, réglant son pas de manière à ce que la torsion soit toujours égale. La main droite, et principalement le pouce, sert de régulateur et maintient fortement le fil, afin d'empêcher le mouvement de torsion de passer derrière la main. La distribution du chanvre est opérée par la main gauche; c'est elle qui alimente de la quantité de fibres nécessaires à la grosseur du fil que l'on veut obtenir. L'ouvrier ayant ainsi franchi à reculons, une longueur de 100 à 200 mètres, arrête le mouvement de torsion, décroche le fil et l'enroule autour d'un touret, d'où il le retire lorsqu'il veut confectionner le cordage.

Il résulte de ce mode de fabrication : d'abord une absence de régularité inévitable puisque c'est la main de l'opérateur qui donne le chanvre, et en dose la quantité au toucher seulement et, en second lieu, une force de tension moindre, attendu que le cordier tirant son chanvre et le présentant à la torsion par le milieu de la poignée, les fibres ne sont pas parallèles et se trouvent presque toujours doublées sur elles-mêmes.

Ces inconvénients sont évités par le filage mécanique qui, lui, débite toujours la même quantité de fibres et, les présentant par l'extrémité, les engage parallèlement, ainsi que nous l'allons voir.

Dans la fabrication du fil de caret mécanique, telle qu'on la pratique généralement en France, la matière préparée est disposée sur une première machine nommée *table à étaler*, ou *étaleuse*, que nous avons décrite dans le *Dictionnaire* au mot Etaleuse.

De cette machine sort un ruban sur lequel la matière est déjà distribuée d'une façon à peu près égale et les fibres dressées. Ce premier ruban vient passer sur un ou plusieurs *étirages*, suivant le degré de régularité et de finesse du fil que l'on veut obtenir. Le principe de ces étirages est toujours le même : différence de vitesse entre les rouleaux fournisseurs et étireurs, la matière à traiter passant sur des peignes qui continuent l'action du peignage et dressent les fils. L'opération ainsi conduite donne, forcément, un fil parfaitement régulier et uniforme de poids d'un bout à l'autre à l'aide des doublages successifs qui se font sur les étirages.

A la sortie du dernier étirage, le ruban passe sur le *métier fileur* qui est destiné à achever l'opération. Là encore, nous trouvons les rouleaux fournisseurs et étireurs, ainsi que les peignes; mais sur le devant de la machine se trouvent les ailettes qui doivent donner la torsion au fil. Cette machine n'est qu'une modification des bancs à broches à vis des filatures de lin ou de chanvre.

Il résulte de ce qui précède, que le fil ainsi travaillé est beaucoup plus régulier que celui qui est filé à la main. Les fibres sont parfaitement parallèles et le tout uniforme. Il en résulte forcément aussi une résistance bien plus considérable, qui permet de fabriquer, sous un diamètre relativement faible, des cordages d'une très grande solidité.

La fabrication du fil de caret constituant la seconde opération de la fabrication des cordages, voyons maintenant la troisième opération, la *fabrication des torons*. On se contentait autrefois d'allonger un certain nombre de fils les uns à côté des autres, et après les avoir, le plus possible, égalisé entre eux, on les tordait ensemble. Ceci formait un toron plus ou moins régulier comme torsion, mais bien irrégulier comme tension des fils. Ce système primitif est maintenant de beaucoup perfectionné par l'adoption du *tirage au tube*.

Dans ce genre de travail, le fil passe d'abord, à travers une grille dont les trous sont disposés de façon à permettre un enveloppement régulier, puis ils s'engagent dans un tube métallique, dont l'ouverture est à peine égale à la grosseur du toron que l'on veut obtenir. Les fils ainsi pressés, sont obligés de prendre une position parfaitement régulière et toujours uniforme. Il n'y a plus qu'à opérer la torsion qui est donnée par une machine appelée chariot à tirer ou *tête coureuse*.

Cette machine est mobile sur rails et possède un mouvement de marche parfaitement régulier; les organes sont disposés de telle sorte que la vitesse des crochets de torsion est subordonnée à la marche même de la machine. Il s'en suit que le nombre de tours des crochets par mètre est absolument constant, d'où la torsion du toron reste rigoureusement uniforme dans toute sa longueur. La torsion sur le toron se forme à la sortie du tube qui doit être suffisamment long, suffisamment étroit pour empêcher la torsion de gagner à la grille. Le toron ainsi tiré, est placé sur des râteaux et traité avec ménagements afin d'éviter le déplacement des fils, déplacement qui entraînerait une perte dans la résistance du cordage et une déformation du toron, laquelle ne pourrait disparaître même dans la confection du cordage.

Nous n'entrerons pas dans le détail des diverses torsions à donner aux torons, ceci étant tout à fait subordonné à l'usage auquel est destiné le cordage. On arrive, en effet, à fabriquer des cordages *à torsion renversée*, c'est-à-dire à augmenter encore, pendant le tirage du toron, la torsion du fil. Cette opération est surtout en usage pour les cordages destinés à la batellerie, afin de les rendre moins perméables à l'eau.

Nous venons de parler de la machine à tirer les torons *sur rails*; il existe beaucoup d'autres appareils à toronner et, parmi eux, nous citerons la machine à toronner *sur place*.

Cette machine est composée d'un bobinier mobile, armé d'une grille et d'un tube à la partie supérieure, qui est disposée comme dans la machine précédente. Le bobinier tourne sur lui-même et donne la torsion. Le toron est ensuite aspiré sur un tambour de vitesse variable, suivant la torsion que l'on veut obtenir. En résumé le principe est le même que celui appliqué dans le précédent appareil.

4° Arrivons à la *fabrication des câbles*. Les câbles le plus généralement employés sont à trois ou quatre torons, mais nous avons vu dans le *Dictionnaire* qu'on fabriquait aussi le cordage à six torons, qui porte le nom de *septain*.

La fabrication du cordage en trois ou en quatre torons est sensiblement la même ; il n'existe entre eux qu'une différence : c'est que le cordage en quatre torons laisse un vide au centre, une *âme* que l'on ne rencontre pas dans le cordage en trois torons, où chaque partie se juxtapose intimement.

Lorsque les torons ont été formés par la tête coureuse, il reste à les réunir de manière à former un tout. Pour cette opération, on se sert de deux machines à crochets, l'une appelée *tête fixe*, l'autre *tête mobile*.

Les torons sont fixés aux crochets de ces deux machines et on commence par leur donner une torsion supplémentaire, proportionnée au degré de câblage que l'on veut obtenir. Cette opération terminée, on réunit, en arrière seulement, les trois ou quatre torons que l'on veut assembler, au crochet central de la tête mobile et on place le *couchoir*, qui est une pièce de bois de la forme d'un cône tronqué, pourvu de trois ou quatre rainures, suivant le cas, et d'un volume variant d'après la grosseur du câble que l'on veut fabriquer, car c'est derrière le couchoir que se réunissent les torons formant le cordage.

Les crochets de la tête fixe tournent en donnant de la torsion aux torons, tandis que le crochet de la tête mobile, auquel sont fixés les torons assemblés, tourne dans un sens inverse, afin de laisser échapper la torsion. Pendant ce temps, le couchoir est porté en avant avec une vitesse plus ou moins grande, suivant qu'on veut obtenir un câblage plus ou moins allongé. La tête mobile doit être retenue par une charge proportionnée à la grosseur du cordage, afin de lui donner un mouvement de retrait régulier, et tenir le cordage sous une tension constante pendant l'opération.

Avant de commencer le câblage il y a lieu de s'assurer tout particulièrement de l'égalité de tension des torons. Si l'un d'eux était plus tendu que les autres, il rentrerait à l'intérieur du cordage, et comme il supporterait la plus large part de l'effet de tension, il romprait bien vite à l'usage.

L'opération du câblage pour les pièces à six torons, est conduite de la même manière, mais elle exige plus de soins et une plus grande régularité, car les torons, étant proportionnellement beaucoup plus petits par rapport au cordage, sont plus disposés à se mettre en âme si la tension n'est pas absolument régulière. Dans ce genre de cordage, l'âme est relativement considérable. Dans un cordage en fer, elle est exactement de la grosseur d'un toron, mais dans un cordage en chanvre, elle est plus grosse que le toron, le pas de l'hélice des cordages en chanvre étant beaucoup plus court que celui des cordages en fer.

Le rôle de l'*âme* dans un cordage consiste uniquement à maintenir les torons à leur place et non à donner à la pièce une résistance plus grande. La preuve en est, que si on place un cordage sur la machine à rompre, on entendra, aux deux tiers environ de la résistance, des craquements qui indiqueront une rupture intérieure. Si, à ce moment, on retire le cordage et si on le déroule on trouvera l'âme brisée sur divers points. Or, malgré cette rupture, l'âme soutiendra quand même les torons, le cordage ne sera en rien déformé et il n'aura rien perdu de sa force de résistance. Il est facile de s'expliquer la rupture de l'âme : celle-ci étant, en effet, absolument droite à l'intérieur du cordage, présente moins de longueur que les torons enroulés autour d'elle, et, conséquemment, elle doit se briser la première sous l'effort de la traction.

Arrêtons-nous parmi les autres genres de câbles, au *grelin*, très employé dans la marine. Ce cordage a ceci de particulier, qu'il a deux câblages, ce qui le rend beaucoup plus dur et moins perméable à l'eau. Un grelin est formé d'aussières, au nombre de trois ou quatre, et les aussières sont composées de trois ou quatre torons. Prenons un grelin de trois aussières et de trois torons, les trois premiers torons, formés comme nous l'avons dit plus haut, sont câblés ensemble et forment un cordage qui prend le nom d'*aussière* : on fait trois aussières qui, câblées ensemble, forment le grelin.

Nous avons parlé de la machine à câbler *en longueur ;* il existe aussi, comme pour les torons, des machines à câbler *sur place*. Ces machines employées surtout pour la confection des câbles de mines, sont basées sur les mêmes principes que les appareils à toronner.

Câbles plats. Mentionnons aussi la machine à fabriquer les *câbles plats*, qui fait en même temps les torons et les câbles.

Cette machine se compose de trois turbines ou cadres, dans lesquelles sont placées les bobines contenant les fils qui doivent former le cordage. A la partie supérieure de chaque cadre se trouvent une grille et un tube, comme nous l'avons décrit plus haut. C'est dans cette partie que se forme le toron. Au-dessus de chaque tube se voit une poulie à gorge, sur laquelle vient s'enrouler le toron, et ces poulies, mariées ensemble, sont mues par un engrenage qui assure l'uniformité du débit. Ce sont ces poulies qui règlent la tension du toron. Le couchoir, derrière lequel se forme le cordage, est placé à la partie supérieure de la machine, ainsi que le treuil d'aspiration, de vitesse variable, d'après la grosseur du cordage et le degré de câblage que l'on veut obtenir, le mouvement de rotation de la machine restant constant.

La machine ainsi montée, tourne sur un pivot central qui entraîne dans son mouvement giratoire tout l'appareil, à l'exception du treuil d'aspiration. On comprend facilement que ce mouvement de rotation vienne assembler les torons à la partie supérieure. Il nous reste à expliquer comment se forment les torons.

Les cadres qui contiennent les bobines sont pourvus d'un double mouvement ; non seulement ils tournent autour du pivot central, mais encore ils tournent sur eux-mêmes pendant leur révolution ; ils font ainsi trois, quatre, cinq tours sur eux-mêmes, tandis que la machine n'en fait

qu'un. C'est ce mouvement de rotation spécial, qui forme les torons à la grille et au tube placés à la partie supérieure de l'appareil.

La couture des câbles plats se faisait, autrefois, au moyen d'aiguilles obéissant à des vis ; on construit aujourd'hui des machines à coudre beaucoup plus puissantes et aussi plus rapides. Les aiguilles sont fixées dans des porte-aiguilles engagés dans des glissières parfaitement fixes ; ces porte-aiguilles sont actionnés par des bielles qui, par chaque révolution, impriment à l'aiguille un mouvement d'aller et retour. A chaque rotation, la bielle est arrêtée par un déclanchement, de telle sorte qu'elle ne peut faire deux révolutions sans la volonté de l'ouvrier qui conduit la machine. Après chaque point de couture, le câble est automatiquement porté en avant par un treuil sur lequel il s'enroule, ce qui permet de faire un nouveau point. On arrive ainsi à un débit assez considérable.

Il résulte de tous ces perfectionnements apportés à la fabrication des cordages, une très grande régularité et une résistance considérable sous un petit volume, résistance qu'il était impossible d'obtenir avec l'ancien travail à la main. Ces perfectionnements, ainsi que nous le disons plus haut, ont amené les grandes Compagnies et les sociétés industrielles, à passer les contrats d'achat en les établissant sur le degré de résistance; en d'autres termes, les prix ne sont plus basés sur l'aspect du cordage, mais uniquement sur *la charge* qu'il peut supporter.

Pour acheter un cordage sans crainte d'erreur, il n'est donc plus besoin d'être un expert cordier, il suffit d'avoir à sa disposition une machine à rompre. Certaines grandes corderies, comme l'usine Bessonneau, d'Angers, par exemple, ont aujourd'hui des machines à rompre qui vont jusqu'à développer une force de 100 tonnes.

Les cordages en chanvre de première qualité, donnent une résistance de 10 kilogrammes par millimètre carré de section ; nous voulons dire par là, que le fabricant peut garantir 10 kilogrammes, car la plupart des cordages ne rompent qu'à 11 kilogrammes et même à 11^{k},500. Il est cependant difficile de garantir régulièrement plus de 10 kilogrammes.

Cette façon de calculer la résistance a, comme inconvénient, la difficulté de mesurer exactement un cordage ; trois personnes mesurant une même corde, trouveront presque toujours, trois grosseurs différentes. Il est un moyen de lever tous les doutes : on rapporte la force du cordage à son propre poids. Des essais rigoureusement contrôlés, ont démontré qu'un cordage de première qualité, doit supporter une charge égale à *dix mille fois le poids du mètre courant*. Donc un cordage qui pèse 500 grammes par mètre courant, devra supporter une charge de 5,000 kilogrammes.

Cette formule correspond, du reste, à peu près à 10 kilogrammes par millimètre carré de section.

• **Câbles en manille**. Sauf la préparation de la matière, qui diffère sensiblement, le cordage en manille est fabriqué de la même manière que le cordage en chanvre. La fibre du manille n'est pas travaillée de la même façon que celle du chanvre, puisqu'elle est généralement filée dans toute sa longueur et sans manipulations préalables. Cette absence de préparation s'explique par cette particularité, que la fibre du manille est loin d'être aussi divisée que celle du chanvre, et n'a pas, dès lors, nécessité d'être longuement peignée et dressée. Nous renvoyons, du reste, à ce qui a été dit dans le *Supplément* à l'article CHANVRE DE MANILLE.

Câbles métalliques. Nous avons déjà expliqué quel est le rôle de l'âme dans un cordage ; que la matière employée soit du manille, du chanvre ou des fils métalliques, ce rôle reste le même dans la composition des câbles métalliques que nous avons étudiés à leur place, ajoutons cependant ici que les aussières pour la marine, qui exigent une très grande souplesse, ont une section métallique relativement faible, eu égard à leur grosseur. Les torons sont, généralement, composés de 12 ou de 14 fils entourant une âme en chanvre, l'âme centrale étant également en chanvre.

Enfin, dans certains cas où, sous un petit diamètre, il faut cependant de la souplesse et de la résistance, on se sert de fils très fins et la composition du cordage est exclusivement métallique. Dans ce cas, le toron est composé d'un fil formant l'âme entourée de 6 fils du même numéro, puis d'une seconde couche de 12 fils. On obtient ainsi des torons composés de 19 fils qui, bien qu'étant entièrement métalliques, sont très souples, grâce à la finesse des fils qui les composent.

Actuellement, ce sont surtout les fils d'acier qui sont employés. Leur grande résistance sous un petit diamètre et leur poids relativement faible, rend leur usage très facile.

Pendant bien longtemps, l'industrie française a été tributaire de l'étranger pour la fourniture des fils métalliques; aujourd'hui nos usines sont parvenues à fabriquer aussi bien que les meilleures tréfileries anglaises, belges ou allemandes. Certaines aciéries de France, comme, par exemple, les usines de Firminy, produisent couramment un fil d'acier pouvant donner une résistance de 180 kilogrammes par millimètre carré de section. — V. CÂBLE MÉTALLIQUE. — X.

ESSAI ADMINISTRATIF DES CORDAGES. Lorsque les administrations ont à essayer la force des cordages petits et moyens qui leur sont fournis, elles se servent d'un dynamomètre spécial construit par M. l'ingénieur Perreaux, de Paris. Dans cet appareil, la pièce principale est un rectangle en fonte dans lequel jouent deux coulisses propres à recevoir les systèmes d'attache de la corde à essayer. Ce rectangle repose sur deux pieds permettant de poser l'appareil où il plaît. A une extrémité se trouve un cadran placé au-dessus d'un ressort dynamométrique : à l'autre extrémité est une longue vis terminée par une manivelle, par le jeu de laquelle on opère, à l'aide

d'un écrou, l'éloignement ou le rapprochement d'une coulisse qui effectue la traction. Le long de l'appareil est une règle en cuivre graduée, destinée à indiquer l'élasticité proprement dite et l'extensibilité de la corde.

Pour essayer une corde, on en coupe un bout sur une longueur excédant 40 centimètres, et on place cet exeédent dans l'angle d'un bouton que portent chacune des deux coulisses : les cordes s'enroulent alors sur la partie cylindrique formant la base de chaque pièce. La disposition et le développement du cadran sont tels que les moindres variations intéressantes à constater peuvent être parfaitement saisies. Quelque brusque et considérable que soit l'action sous laquelle la rupture a lieu, l'aiguille s'arrête instantanément et garantit de cette manière l'exactitude de ces indications. Ce résultat est obtenu par l'emploi ingénieux d'un volant qui se meut rapidement, poussé par un cliquet, lorsque la rupture se produit, et qui remplit parfaitement le rôle de modérateur ; on peut ainsi emmagasiner, après rupture, les forces rétroactives du ressort, sans choc ni perturbation sur l'aiguille. La règle métrique qui permet d'enregistrer les allongements glisse sur le rectangle et est entraînée par la coulisse du ressort, de sorte que le zéro du système d'attache est toujours d'accord avec le zéro de cette échelle ; si elle était fixe, le ressort dynamométrique s'allongeant pendant les tractions, les deux zéros seraient en désaccord et il faudrait déduire, à chaque opération, celui de la coulisse. Pour opérer avec méthode, on doit toujours tourner la vis de traction à un tour par seconde, en battant la mesure du pendule. La manivelle porte un petit bouton, qui sert à la faire tourner plus vite dans le cas où l'on ramène la coulisse à son point de départ. Il ne faut jamais essayer de ramener l'aiguille du cadran dynamométrique à son zéro lorsque la corde à essayer est déjà tendue, car le déplacement du ressort ayant fait marcher l'aiguille, on pourrait également forcer le mécanisme et forcer l'instrument ; il est donc fort urgent de ramener cette aiguille à son zéro avant de fixer l'échantillon à essayer.

Pour les cordes, l'allongement est le point secondaire, la résistance est le point capital ; aussi à tractions égales, les cordes qui allongent le plus avant la rupture sont supérieures à celles qui allongent le moins. Lorsque des cordes donnent au dynamomètre des écarts considérables après qu'on a répété les mêmes expériences un certain nombre de fois, on doit en conclure que, malgré leur bonne apparence, elles sont formées de matières très inférieures ou défectueuses, le plus souvent mal filées. — A. R.

* **Corde de piano.** Les clavecins du XVII^e^ siècle étaient montés de fils minces et peu tendus ; ils étaient mis en vibration par un coin de buffle, qui venait les pincer ; aussi le son manquait-il d'ampleur et de volume. Au commencement du XVIII^e^ siècle le florentin Cristofori imagina les marteaux et les étouffoirs de feutre. Le *forte-piano* demanda, dès lors, des cordes plus résistantes et plus tendues, qui pendant longtemps nous arrivèrent d'Angleterre. L'Autriche et la Bavière perfectionnèrent ces produits et depuis 1867, l'usine Pœhlmann, de Nuremberg, avait accaparé la faveur des fabricants.

C'est en 1884 que les aciéries de Firminy entreprirent cette fabrication et l'on peut voir, par le tableau ci-joint, le résultat du concours organisé par la maison Pleyel, Wolff et C^ie^, que la fabrication française est arrivée à la hauteur des usines anglaises et allemandes. On peut même dire que,

Tableau A.

Numéros des cordes	Diamètres corresp. en millimèt.	Charge supportée en kilogrammes par millimètre carré		
		Houghton (Angleterre)	Pœhlman (Bavière)	Firminy 1884
		kilogr.	kilogr.	kilogr.
12	0.75	222	225	263
12.5	0.77	214	224	256
13	0.79	218	242	216
13.5	0.81	221	242	228
14	0.82	216	226	262
14.5	0.84	222	227	234
15	0.87	218	221	239
15.5	0.89	211	»	242
16	0.91	214	232	231
16.5	0.93	212	220	231
17	0.95	210	230	224
17.5	0.97	»	232	205
18	0.98	197	217	215
18.5	1.01	206	211	202
19	1.04	202	200	230
19.5	1.06	193	192	203
20	1.10	192	215	200
20.5	1.13	185	183	192
21	1.17	183	198	203

Tableau B.

Numéros de la jauge	Diamètres en centièmes de millimètre	Résistance en kilogrammes par millimètre carré	
		Châtillon Commentry	Firminy
		kilogr.	kilogr.
12	77	247	225
12.5	79	247	222
13	82	237	220
13.5	84	235	215
14	87	227	207
14.5	89	233	206
15	91	223	209
15.5	94	209	204
16	96	214	204
16.5	98	218	204
17	100	216	204
17.5	102	208	204
18	104	200	198
18.5	106	204	200
19	108	207	195
19.5	112	208	191
20	116	203	188
20.5	120	194	194
21	124	194	185
22	132	193	174
23	140	191	177
24	149	177	174
25	157	160	175
26	166	166	»
27	175	164	»

pour les numéros les plus fins, c'est-à-dire ceux qui sont le plus exposés à la rupture, parce qu'ils supportent la tension relative la plus forte, l'avantage est à la France (V. le tableau A de la p. 631).

Depuis cette époque, d'autres aciéries, notamment Châtillon-Commentry, ont entrepris cette fabrication.

La formule proposée par M. Lyon, directeur de la maison Pleyel, Wolff et C^ie^, pour trouver le diamètre d'une corde de piano connaissant son numéro n est :

$$D=n.\frac{38+n}{10} \text{ et } D=n.\frac{76-n}{10}$$

qui donne D en centièmes de millimètre, selon que n est supérieur ou inférieur à 19.

Voici les résultats exposés par les Compagnies de Châtillon-Commentry et de Firminy (V. le tableau B de la page 631).

CORDON. — V, Tresse.

** **CORÉE.** Monarchie absolue; État reconnu comme indépendant en 1876, par la France en 1886. Superficie, 218,000 kilomètres carrés; 10,518,000 habitants; 4,764 étrangers; huit provinces. Les revenus du gouvernement sont évalués à 9,540,000 francs, dont 1,250,000 francs de recettes douanières.

Le commerce général, en 1888, s'élevait à : exportations, 4,335,000 francs; importations, 15,230,000; les principaux articles sont, à l'exportation, les fèves, pour plus de la moitié du chiffre total; les peaux de vache, le poisson, le riz, les bêches de mer; à l'importation, surtout les cotonnades, pour 9,600,000 francs; les soieries, les métaux et machines, les drogueries et couleurs, les lainages.

Trois ports sont ouverts pour ce commerce : Chemoulpo, Fousan, Wönsan; leur mouvement s'est élevé, en 1887, à 179 navires, pour 160,000 tonnes; mais depuis, il est en progression très rapide. Ce pays très bien dirigé, semble appelé à un brillant avenir depuis qu'il s'est séparé de la Chine, il s'assimile facilement tous les progrès européens, et offre actuellement des débouchés appréciables à notre commerce d'exportation.

CORROYAGE (V. Tannerie). Adoucir les cuirs, les assouplir, leur donner une épaisseur uniforme, les saturer dans certains cas de matières grasses pour les rendre imperméables, enfin leur donner un aspect agréable, tel est l'objet du corroyage. La peau tannée y reçoit un travail définitif, qui dépend et de l'espèce de la peau, et de l'usage auquel elle est destinée : ce travail est très long pour les cuirs d'œuvre de la cordonnerie, très simple au contraire pour d'autres cuirs, par exemple les croupons à courroie. Les principales opérations du corroyage, foulage, drayage, étirage, rebroussage, graissage, lissage, battage, cirage, teinture, séchage ont été décrites dans le *Dictionnaire*.

Elles subissent des modifications, leur ordre peut être interverti, certaines même sont laissées de côté suivant la nature du cuir à corroyer et la pratique du corroyeur. Presque toutes tendent de plus en plus à s'effectuer à l'aide de machines spéciales. On a cherché, en effet, dans le corroyage, comme dans la plupart des industries, à substituer au travail manuel le travail plus rapide et moins onéreux des machines, et cela avec d'autant plus de raison que le travail manuel est extrêmement pénible pour l'ouvrier corroyeur : tel celui de la marguerite dans l'opération du rebroussage. Nous allons dire quelques mots des principales de ces machines, en passant sommairement en revue les opérations du corroyage.

Défonçage ou *foulage*. Il a pour but d'assouplir le cuir, de casser le nerf, comme disent les corroyeurs. Il ne se fait pas seulement sur le cuir humide pour l'assouplir au sortir des fosses à tan, ou sur le cuir en croûte pour le ramollir; mais aussi sur le cuir mis en suif pour lui rendre la mollesse voulue. Le cas du cuir en croûte sec est celui qui se présente pour le corroyeur qui n'est pas en même temps tanneur; il reçoit les cuirs à corroyer sous forme de cuirs secs, et il est obligé de les tremper dans l'eau pour les amollir, c'est-à-dire de détruire le dernier travail qu'ils ont reçu. On voit donc l'avantage qu'il y a sous ce rapport à ce que le corroyage se fasse à la tannerie même. Dans le cas du cuir pris au sortir des fosses, les peaux sont balayées, quelquefois mécaniquement, ou lavées pour enlever la tannée, coupées en deux suivant la ligne dorsale, essorées avec avantage à la presse hydraulique, puis on les foule dans le *tonneau à fouler* (V. *Dictionnaire*, Tannerie). Un foulage de quinze à vingt minutes est bien suffisant : un trop long foulage rend les cuirs trop souples, les *creuse*. S'il s'agit de cuirs secs à défoncer, il faut les faire tremper à l'avance dans un baquet rempli d'eau. Depuis longtemps, le tonneau à fouler a remplacé la *bigorne* ou mailloche à dents que l'on manœuvrait à la main. Cependant, pour l'assouplissage du cuir mis en suif, on lui reproche avec raison d'échauffer le cuir et d'abaisser légèrement par ce fait, le rendement ordinaire, une faible partie du suif ressortant pendant le foulage. On lui substituera avec avantage pour ce dernier objet le *foulon hérisson*, système Georges Lutz (fig. 403). Ce foulon consiste en deux rouleaux supportés par un bâti en fonte : ces deux rouleaux sont placés l'un au-dessus de l'autre et sont munis, l'un de chevilles en bois recouvert de cuir, l'autre de trous correspondant aux chevilles du premier. Ils tournent vis-à-vis l'un de l'autre, et on peut régler leur éloignement au moyen de ressorts et de vis. Les cuirs sont passés plusieurs fois entre ces rouleaux et le travail des chevilles leur redonne la mollesse convenable.

Drayage. Son but est d'éliminer les fibres et les croûtes inutiles, ainsi que d'égaliser la surface et l'épaisseur. On le commence à l'aide du buttoir ou couteau émoussé ou d'une étire (*buttage*), principalement quand la peau a été simplement balayée au sortir des fosses, et en particulier pour les croupons en huile, les peaux de veaux, de moutons, de chèvres. On le termine à l'aide du drayoir ou couteau à revers, sur un chevalet de bois (V. *Dictionnaire*, Corroyage), ou sur une table pour les petites peaux. Quelquefois le drayage se fait avec la quiossé, disque de fer aciéré et tranchant que l'on promène à la surface d'une peau tendue sur une herse (quiossage de certains veaux de cordonnerie), ou avec la lunette, couteau circulaire que l'on promène sur le

côté chair des peaux de chèvres (parage) ou encore par un moulage à l'émeri (dolage).

Le buttage peut se faire au moyen des machines à lisser que nous verrons plus loin. Mais le drayage est un travail si délicat qu'on a préféré jusqu'à ce jour s'en tenir à la main d'un ouvrier exercé. Cependant il y a des machines à drayer; celle de Baudouin et Damourette, qui se compose essentiellement d'une lunette fixée sur un arbre vertical qui tourne rapidement; la peau se place sur un chevalet articulé; celles de Martin frères, de G. Lutz, où les couteaux sont disposés sur des cylindres et la peau sur un pied articulé ou sur un cylindre recouvert de caoutchouc ou de soies de brosse.

Les peaux très fortes et toutes celles qui réclament beaucoup d'uniformité dans l'épaisseur sont égalisées au moyen de la machine à refendre. La meilleure pour cuirs tannés est celle de Poisson (G. Lutz). Elle diffère de celle à refendre les peaux en tripes (V. *Dictionnaire*, TANNERIE), en ce que le couteau est ici une lame fixe au lieu d'être un couteau à lame oscillatoire; la peau n'est plus sciée, mais fendue en deux opérations. Le couteau de la machine Poisson est repassé à part; dans la fendeuse américaine construite par Thomas Haley et C^ie^, le couteau est un ruban sans fin, qui se repasse automatiquement sur des roues à émeri placées au-dessous de lui. Cette opération doit être suivie d'une façon à la main par l'ouvrier drayeur pour les parties minces qui n'ont pas été atteintes.

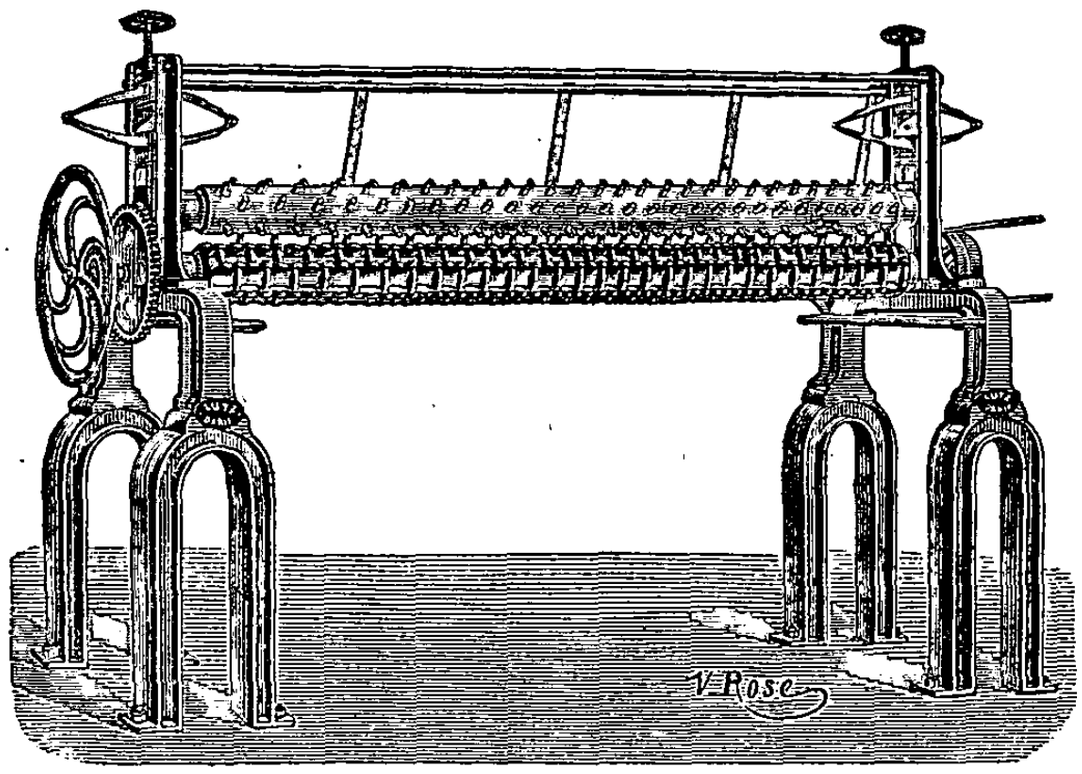


Fig. 403. — *Foulon Hérisson.*

Margueritage, rebroussage, etc. Cette opération est l'une des plus importantes du corroyage, mais en même temps l'une des plus pénibles, et elle ne se fait généralement à la main que dans les petits ateliers. La machine à rebrousser a été décrite dans le *Dictionnaire*, à l'article CORROYAGE.

Etirage, mise au vent, retenage, etc. Les étires sont des carrés de fer, d'acier, de cuivre, de verre, même de corne (pour les peaux délicates), à bords émoussés, emmanchés dans des morceaux de bois. Le cuir est placé sur la table; l'ouvrier corroyeur étend avec une brosse, sur le côté chair, une colle formée d'eau et de talc; il retourne le cuir, mouille la fleur, et prenant à deux mains l'étire, il la promène presque perpendiculairement sur toute la surface en l'appuyant fortement. L'ouvrier donne successivement une façon sur le côté fleur, puis sur le côté chair; ensuite il suspend le cuir dans l'atelier pour qu'il sèche un peu. Il le reprend, le soumet à un nouvel étirage, le suspend de nouveau et l'étire une dernière fois: c'est le finissage. La manœuvre de l'étire a pour but d'enlever au cuir les substances étrangères qu'il pourrait encore contenir, de faire disparaître tous les plis, d'assurer le plus de compacité et de largeur possibles; enfin, de rendre la surface bien lisse. Cette manœuvre est très fatigante; aussi a-t-elle inspiré un grand nombre de bonnes machines, aujourd'hui d'un usage courant dans les ateliers. Ces machines reposent en général sur un même principe: une roue ou un système de bras rayonnants, soutenu par un châssis, tourne librement dans l'air. Cette roue ou ce système de bras supporte un certain nombre d'étires qui viennent frapper le cuir placé en-dessous sur une table fixe ou mobile. Quelquefois, c'est une seule étire qui, mue par un dispositif approprié, se déplace au-dessus du cuir: machine à butter et lisser de F. Mesnard, lisseuse de G. Lutz, machine à travailler les cuirs de Baruelle; cette dernière produit un bon travail et présente une disposition très simple pour déplacer la peau sous l'étire. Dans la machine Wilson, utilisée en Angleterre pour le travail des croupons, le cuir est entraîné sur un cylindre où il se trouve travaillé par une rangée d'étires indépendantes. Dans la machine Priestmann, les étires sont taillées obliquement sur la circonférence de la roue elle-même, mais ce dispositif donne un travail rude qui ne convient qu'aux collets et aux pattes. La même remarque s'applique à la machine à queurser de Bérendorf, où les étires sont placées aux extrémités de six ou huit bras rayonnants animés d'un mouvement circulaire. Dans la machine Tourin, les étires sont fixées sur une courroie sans fin qui passe sur des poulies. Les machines Fitz-Henry et Lockwood, vulgarisées aujourd'hui en Angleterre et en Amérique et d'un très bon usage, comportent des outils mobiles sur toute la surface d'une table roulante ou tournante: dans la machine Fitz-Henry en particulier, c'est un chariot mécanique, animé d'un mouvement très rapide de va-et-vient qui porte les étires. En dernier lieu, citons les machines Allard et Martin (fig. 398).

L'étirage comprend des façons spéciales. Comme le *lissage*, que l'on commence à l'étire ordinaire,

que l'on termine à l'étire de verre : on se sert aussi de boules de verre, de pierre ponce fine, d'une plaque de fer nommée *poinçon* et on lui adjoint un *roulage*, c'est-à-dire que l'on fait mouvoir à plusieurs reprises à la surface du cuir humecté un rouleau en cuivre pesamment chargé ; parmi les machines à rouler, les meilleures sont celles de Wilson, où un petit rouleau, supporté par un châssis et renvoyé par un ressort, se meut automatiquement au-dessus d'une table; le rouleau-pendulaire, très employé en Amérique pour le cuir d'œuvre ; enfin une machine assez ingénieuse, mais qui ne convient qu'aux collets, où le rouleau est fixe et travaille le cuir par pression sur un cylindre à grand diamètre ; comme le *dégraissage* ou *blanchissage*, dont le but est d'enlever aux cuirs graissés l'excès de la graisse par un travail à l'étire. Toutes ces opérations spéciales ont amené la création de machines appropriées : machines à poncer, à blanchir, etc.

Battage. On bat certains cuirs à sec pour leur donner le maximum de compacité. Le battage s'est fait d'abord à force de bras, avec des maillets en fer, puis au moyen de marteaux à bascule ou à queue; aujourd'hui on ne se sert plus que de machines à battre. La première machine à battre, ou façonneuse, est celle de Sterlingue, 1839: elle consistait essentiellement en un disque de laiton mû verticalement au moyen de cames. En 1842, Bérendorf fit breveter l'excellente machine, répandue aujourd'hui partout (V. *Dictionnaire,* Tannerie). Le disque de laiton, qui constitue le marteau, est maintenu relevé par un ressort puissant ; un volant, tournant rapidement, à 180 tours par minute, actionne un bras de levier qui abaisse périodiquement le disque de laiton. La machine à battre demande 1 cheval-vapeur 1/2. Elle a subi de nombreux perfectionnements qui en font une machine excellente ; entre autres, le volant évidé a été remplacé par un volant plein moins exposé à se briser et à causer des accidents. Le cuir est battu sur une petite enclume en bronze, montée sur écrou ; un petit volant à main permet de régler la hauteur de l'écrou, suivant l'épaisseur du cuir à battre ; l'enclume et le marteau ont un diamètre extérieur de dix centimètres; mais afin d'éviter l'écrasement du cuir à la circonférence, ils n'ont, grâce à un évidement raisonné, qu'une surface utile de six à sept centimètres de diamètre. En outre, il est recommandé à l'ouvrier de recouvrir ses coups de marteau. Il est bon aussi de jeter à la surface des cuirs, avant de les battre une légère couche de talc; elle leur donne un aspect brillant et rend leur maniement plus facile sous le marteau de la machine.

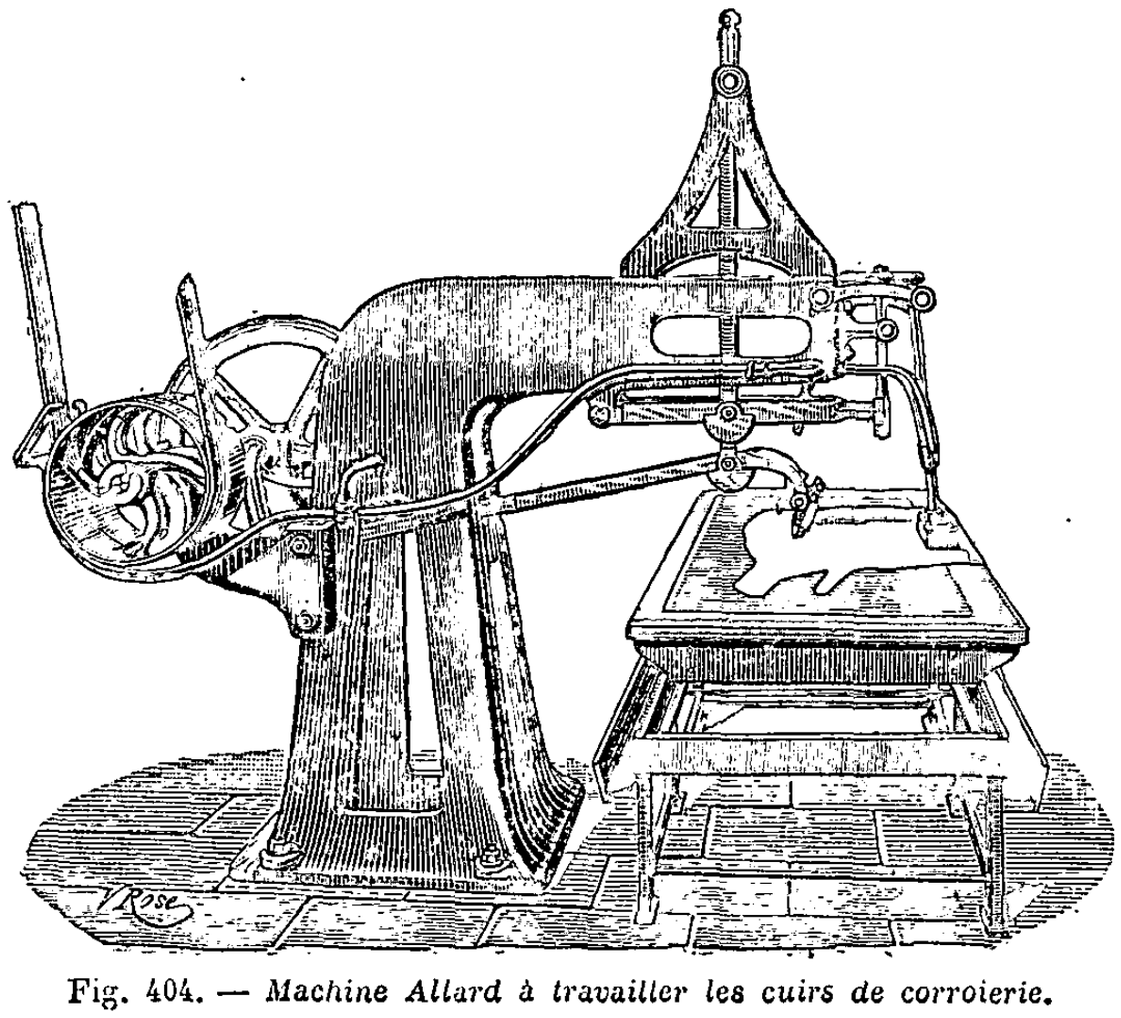


Fig. 404. — *Machine Allard à travailler les cuirs de corroierie.*

Graissage. — V. *Dictionnaire*, Corroyage.

Teinture. — V. Teinture.

Séchage. — V. Tannerie.

On a pu voir, par les lignes qui précèdent, combien la partie mécanique est devenue importante dans l'industrie du corroyage. Elle ne l'est pas moins pour l'obtention de certains cuirs fantaisie, cuirs quadrillés, cuirs grainés, cuirs gaufrés, etc., dont de très beaux échantillons ont été admirés à l'Exposition de 1889. Un certain nombre de tanneurs et de corroyeurs avaient su d'ailleurs donner à leur exposition un véritable cachet artistique, et le cuir s'y était transformé en feuillages, en volutes, en arcs, en lettres découpées et ornées, en encadrements ou en menus objets d'un effet merveilleux.

Le travail aux machines exige beaucoup de prudence de la part des ouvriers, puisqu'un moment d'oubli de leur part peut amener un malheur irrémédiable. En ce qui concerne les machines de corroyage, les débrayages doivent pouvoir être fixés d'une manière absolue pendant l'arrêt; le sens de la rotation des tonneaux à fouler doit être de bas en haut relativement au couloir de passage, lorsqu'il en existe un malheureusement, afin que si l'ouvrier est atteint, il soit rejeté en dehors; les volants des scies à fendre, des machines à battre, etc., seront pleins ou auront leur jante remplie par un disque en bois ; la commande des lisseuses sera entourée d'un garde-corps sur trois côtés, afin de préserver les ouvriers de l'atteinte de la bielle et des poulies de commande. L'ouvrier chargé du marteau à battre aura toujours soin de fixer le volant solidement chaque fois qu'il nettoiera le marteau ; celui chargé de la machine à refendre ne se servira jamais des mains pour fixer le cuir contre le cylindre enrouleur : il le fixera au moyen de ta-

quets coniques en chêne, sinon il s'expose à avoir les mains entraînées.

Cuir a courroies. Chaque tanneur, pour ainsi dire, a son procédé particulier et le croit supérieur aux autres. On peut cependant rattacher tous ces procédés à deux méthodes générales qui se différencient au corroyage principalement. Le tanneur qui veut préparer un bon cuir à courroies doit d'abord choisir des peaux de première qualité ; les peaux de bœuf sont les plus convenables, et de toutes les espèces élevées en France, les francs-comtois sont les meilleurs ; mais on n'en élève guère plus aujourd'hui. Outre les bœufs du pays, le tanneur français recourt aussi aux bœufs suisses et aux bœufs américains. Une fois choisies, les peaux subissent les différentes phases de la préparation d'un cuir fort. Au sortir de la deuxième fosse, elles sont découpées d'après un plan déterminé et l'on réserve la partie centrale, sous le nom de *croupon,* pour la fabrication des courroies. Cette coupe doit être faite par un contremaître expérimenté, car selon la nature de la peau, sa grandeur, son épaisseur, son homogénéité, les lignes de découpage empiètent plus ou moins sur les autres parties. Il y a ici deux intérêts qui, parfois, se combattent : l'intérêt du tanneur à mettre dans le croupon le plus de peau possible, parce que le croupon a une haute valeur ; l'intérêt du fabricant de courroies qui ne veut dans son croupon que la partie du milieu dont l'épaisseur est la plus forte et la plus régulièrement résistante. Il n'est pas toujours facile de mettre ces deux intérêts d'accord ; quand le tanneur est lui-même fabricant de courroies, ces intérêts s'harmonisent plus aisément.

Le croupon est ensuite recouché dans une dernière fosse pour parfaire le tannage, s'il y a lieu, puis il est corroyé. Le corroyage est fort simple, que les croupons soient mis en suif façon française ou soient corroyés façon anglaise, c'est-à-dire qu'ils soient traités suivant l'une des deux méthodes générales notées plus haut. Dans le premier cas, le croupon est, au sortir de la deuxième fosse, balayé ou lavé, puis coupé en deux parties égales et symétriques suivant la ligne du dos, enfin foulé ou défoncé à sec pendant une quinzaine de minutes dans le tonneau à fouler. Il est ensuite mis en suif, subit une trempe de huit jours dans l'eau ; il est foulé en humide, mis au vent, séché, retenu et enfin séché définitivement. Dans le second cas, il est butté, mis au vent, mis en huile, mis à la sèche, retenu et enfin séché. Plusieurs tanneurs font subir à leurs croupons à courroies un corroyage qui tient en même temps de la façon française et de la façon anglaise. — V. *Supplément,* Courroie. — J. G.

Bibliographie : Borgnis : *Traité de mécanique appliquée aux arts,* 1818-1820, t. VI; Damourette : *Matériel des industries de cuir,* 1869; Figuier : *Les Merveilles de l'industrie,* t. II; Lalande : *L'art du corroyeur,* 1867; *Manuel Roret,* 1883. — V. Tannerie.

* **COSTA-RICA.** La République de Costa-Rica est un des Etats actuellement les moins importants du groupe américain. Serrée de tous côtés par ses voisins, elle ne peut prendre aucun développement territorial, et reste confinée à sa superficie de 55,000 kilomètres carrés environ. On sait qu'à plusieurs reprises les cinq Etats de l'Amérique centrale ont tenté, mais sans résultat assuré jusqu'ici, de se réunir sous le nom d'Etats-Unis; Costa-Rica, dont la population ne dépasse guère 250,000 habitants aurait, d'ailleurs peu à gagner dans cette fusion.

D'après le recensement de 1884, la population fixée s'élevait à 188,000 habitants; on comptait, en outre, 19,000 Indiens de diverses tribus, et 3,500 sauvages environ échappant à toute dépendance. Le pays est très riche et très productif; il manque de bras et d'argent; mais le gouvernement est très porté vers les progrès européens, et grâce à ses efforts constants, les échanges commerciaux ont donné des résultats inespérés.

Les recettes étaient fixées pour 1889 à 3,500,000 pesos, les dépenses à 3,476,000; les recettes sont fournies en grande partie par les douanes, et les monopoles des eaux-de-vie et tabacs, les charges directes qui pèsent sur le contribuable sont insignifiantes. La dette extérieure s'élevait à 10,000,000 de pesos et le papier monnaie en circulation à 944,000 pesos. Le mouvement commercial a passé, pour les importations, de 3,521,921 pesos à 5,601,225, en 1887; pour les exportations, de 4,219,617 à 6,236,563 pesos pendant la même période, se répartissant d'après les pays de provenance et de destination de la manière suivante, en 1887 :

	Exportation	Importation
	pesos	pesos
Angleterre.	1.771.000	3.125.000
Allemagne.	816.000	251.000
France.	612.000	246.000
Etats-Unis.	1.441.000	2.479.000
Divers.	961.000	136.000
	5.601.000	6.237.000

Les principaux articles d'exportation sont le café, pour 26,000,000 de livres en poids et plus de 5,000,000 de pesos en valeur, les bananes, l'argent monnayé, le bois, les peaux, le caoutchouc, l'écaille de tortue, les minéraux, le cacao, la nacre, etc.

Le mouvement des ports, Limon et Punta-Arenas, est d'environ 150 navires pour chacun. En 1886, dernier résultat certain qui nous soit connu, 282 kilomètres de chemins de fer étaient en exploitation. On se rendra compte de l'activité de ce petit pays, par ces chiffres, que trois millions de lettres et cent mille télégrammes ont été échangés annuellement.

Costa Rica à l'Exposition. La république de Costa Rica avait tenu à honneur de figurer dignement à l'Exposition; son joli petit pavillon en fer, orné aux quatre coins des statues, était un des plus coquets du Champ-de-Mars. Ce qui frappait surtout, lorsqu'on pénétrait à l'intérieur, c'est une collection de serpents de toutes tailles. Heureux pays! Mais à côté, quantité d'oiseaux aux brillants plumages, surtout des perroquets merveilleux de couleurs et des papillons d'une légèreté de tons incomparables. La flore n'est pas moins belle, à en juger seulement par des aquarelles, attendu qu'il n'a pas été possible d'exposer des spécimens en conditions favorables. Evidemment la contrée doit être une fête pour les yeux, et sans ces affreux serpents!.... Fort heureusement Costa Rica possède d'autres richesses exploitables et qui ont failli trouver un débouché dans un projet de canal interocéanique avec système d'écluses, dû à un ingénieur français et que celui de M. de Lesseps a supplanté; le pays aurait eu là un précieux débouché pour ses cafés, ses cacaos, ses plantes médicinales, ses cuirs, ses bois, dont l'Exposition de 1889 nous a montré de superbes échantillons.

• **COUCHE** (EDOUARD), ingénieur en chef des ponts et chaussées, né à Saint-Cyr en 1832, fut reçu à l'Ecole polytechnique à l'âge de dix-sept ans et en sortit en 1851 pour entrer dans ce corps. Pendant un séjour de trois ans qu'il fit à Bayonne il reconstruisit le pont de la Nive dit *Pont-Mayou*, puis il fut attaché au port du Havre pendant six ans, et entra en 1863 au service de la ville de Paris. Après avoir contribué aux transformations des XII^e^, XIII^e^ et XIV^e^ arrondissements, il construisit dans ce dernier la grosse conduite en béton de 1^m^,30 de diamètre qui, partant du réservoir de Montsouris, forme l'origine de la grande artère de distribution des eaux de la Vanne. Comme l'a indiqué M. Barabant, dans la notice nécrologique consacrée à Couche dans les *Annales des ponts et chaussées,* il prit l'initiative de cette solution hardie et ingénieuse qu'il fit adopter à Belgrand, et qui assurait une économie considérable par rapport à la fonte, que l'industrie d'alors n'aurait peut-être pas d'ailleurs réussi à faire couramment par tubes de 4 mètres de longueur et de 1^m^,30 de diamètre. Après un malaxage de matières, on moulait le béton obtenu autour d'un grand manchon de 1^m^,30 de diamètre, avec une épaisseur de parois croissant de 0^m^,50 à 0^m^,70 en raison de l'augmentation de la charge. Les anneaux avaient 4 mètres de longueur et se soudaient à l'aide d'une bande de caoutchouc enfermée au fond d'une petite cavité annulaire fouillée en queue d'aronde et remplie ensuite de mortier.

Le succès de cette conduite mise en service en 1875 a été complet; le lecteur peut se reporter à l'étude que nous avons faite à DISTRIBUTION D'EAU.

Couche fit ensuite décider la création du laboratoire d'essai des matériaux employés par le service municipal et l'organisa avec le concours de M. Deval.

Promu ingénieur en chef du service des eaux et des égouts en 1875, il augmenta la canalisation, et de concert avec M. Alphand, améliora les conditions de la consommation par l'introduction des compteurs sur une grande échelle. Il construisit la grande usine élévatoire d'Ivry et le réservoir de Villejuif qui lui correspond, accrut l'importance des usines de Saint-Maur, etc. Il prépara avec M. Bechmann l'avant-projet d'adduction des sources de l'Avre et de la Vigne, près de Verneuil (Eure), ainsi que de celles de la Voulzie et du Durteint près de Provins, destinées à augmenter de 350,000 mètres cubes l'alimentation journalière de la capitale. Il n'eut pas le temps de voir la réalisation de ce projet grandiose et périt en 1886 en essayant d'arracher à la mort son fils qui se noyait sur les côtes de Jersey.

Couche a publié entre autres ouvrages, deux importants travaux sur les eaux de Londres et d'Amsterdam, et sur les eaux de Paris, et a achevé de concert avec M. Buffet l'ouvrage de Belgrand sur le même sujet. Il avait été nommé chevalier de la Légion d'honneur en 1882 et ses services allaient être reconnus au moment de sa mort, par la nomination d'inspecteur général des ponts et chaussées. — G. R.

• **COUPOLE**. *T. de fortif.* Ouvrage en métal dont l'artillerie de forteresse fait usage actuellement pour abriter certains canons installés dans les forts avec le personnel de service, et faciliter en même temps les manœuvres par des moyens mécaniques. Les coupoles comportent donc, d'une part des blindages de forte épaisseur formant toiture protégeant la chambre de tir, et d'autre part des appareils mécaniques permettant d'effectuer d'une manière simple et rapide les différentes manœuvres de pointage en direction et en hauteur, ainsi que celles du chargement proprement dit.

Ces ouvrages sont souvent désignés sous le nom de *tourelles* qui est appliqué depuis longtemps dans la marine pour les appareils analogues placés à bord des navires; cependant on tend actuellement dans les publications spéciales à réserver le nom de *coupoles* pour les ouvrages de forme sphérique, et celui de *tourelle* aux ouvrages de forme cylindrique. Comme ce n'est pas là une différence essentielle, nous avons cru devoir réserver l'étude des coupoles et des tourelles de terre dans un article commun, reporté au mot TOURELLE.

COURANT ALTERNATIF. Les courants périodiques ou alternatifs, ainsi qu'on les appelle indifféremment, ont pris dans ces derniers temps une grande importance pratique, par suite de l'invention des *transformateurs* (V. ce mot au *Dictionnaire*). La théorie du téléphone a également nécessité l'étude de ce genre de courants; et il en est résulté une théorie que nous allons résumer brièvement.

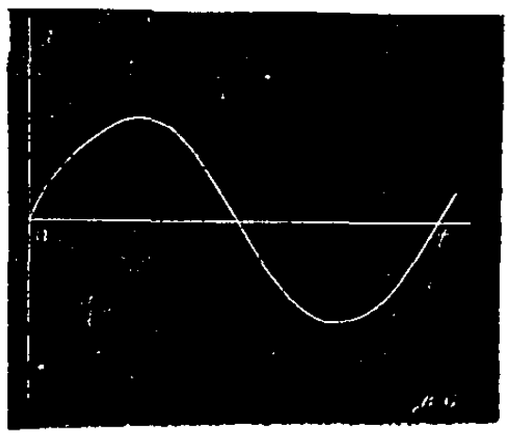


Fig. 405.

On appelle *courant alternatif* un courant dont la grandeur change à chaque instant et qui prend alternativement des sens contraires. Si l'on porte le temps en abscisses et le courant en ordonnées, la courbe représentative pourra être plus ou moins analogue à une sinusoïde (fig. 405). Si la sinusoïde était située tout entière au-dessus de l'axe des x, le courant serait encore périodique, mais non plus alternatif (fig. 406). Cependant, il est évident qu'un simple déplacement de cet axe ferait retomber dans le cas précédent, de sorte que l'on peut dire qu'un tel

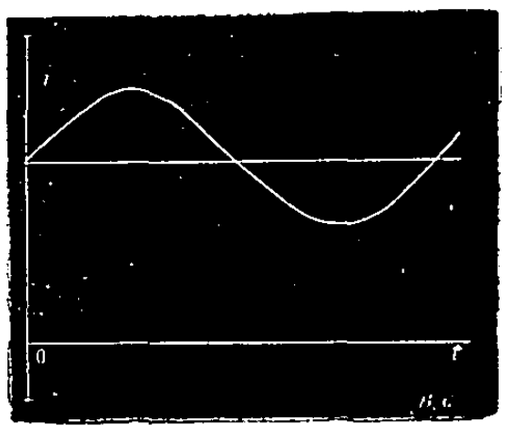


Fig. 406.

courant résulte de la superposition d'un courant continu et d'un autre alternatif.

On sait que, d'après Fourier, un phénomène périodique quelconque peut toujours s'exprimer en fonction du temps par la série ci-dessous, dans laquelle on pose, pour simplifier $m=\frac{2\pi}{T}$, T étant la durée de la période :

$$i_1=I_0+I_1\sin m(t-\alpha_1)+I_2\sin 2m(t-\alpha_2)+\ldots..$$

Dans la pratique courante, on néglige les termes qui contiennent les multiples sinus : de plus, on déplace convenablement l'axe des abscisses, de manière à faire évanouir le premier terme I_0, et l'on prend simplement

$$i=J\sin m(t-\alpha').$$

On pourrait aussi faire disparaître α par un déplacement convenable de l'axe des ordonnées.

De ces simplifications, celle qui consiste à supprimer les sinus multiples n'est pas légitime, *a priori*, lorsqu'il s'agit de l'étude d'appareils industriels, dans lesquels on n'est jamais sûr que la forme sinusoïdale soit obtenue. Mais la théorie complète serait d'une complication qui lui enlèverait toute utilité.

Force électro-motrice périodique. Considérons un cercle, entouré d'un fil dont les bouts sont libres, situé dans un champ magnétique uniforme, tel que le champ terrestre et tournant autour de l'un de ses diamètres perpendiculaires à la direction de la force.

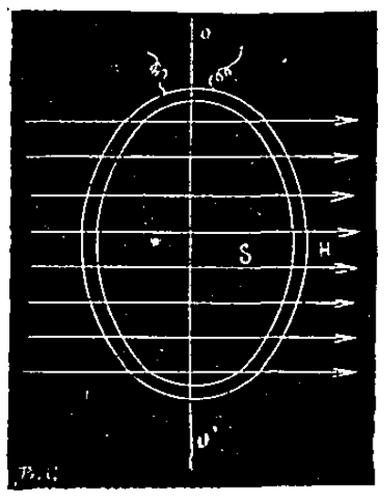


Fig. 407.

Prenons comme origine des temps le moment où l'anneau est perpendiculaire aux lignes de force. Soit S la surface embrassée par le fil; H l'intensité du champ, le flux de force dans l'anneau est maximum à ce moment, et égale à HS.

Faisons maintenant tourner uniformément l'anneau, soit T la durée d'une révolution.

D'après la loi de Maxwell la force électro-motrice est égale à chaque instant à la dérivée du flux de force par rapport au temps, changée de signe.

$$e=-\frac{d.HS}{dt}$$

qu'on peut écrire :

$$e=-\frac{d.HS}{d\alpha}\cdot\frac{d\alpha}{dt}$$

formule dans laquelle α est l'angle dont a tourné le plan de l'anneau.

Le flux de force HS varie évidemment comme la projection de la surface S sur le plan d'origine, c'est-à-dire comme le cosinus de l'angle α. On a donc :

$$\frac{d.HS}{d\alpha}=-HS\sin\alpha.$$

D'autre part, $\frac{d\alpha}{dt}$ n'est autre chose que la vitesse de rotation m, quantité constante, qui a aussi pour expression $\frac{2\pi}{T}$, car on a :

$$\alpha=\frac{2\pi t}{T}.$$

On a donc finalement l'expression :

$$e=\frac{2\pi}{T}HS\sin\frac{2\pi}{T}t.$$

La valeur maxima E est obtenue pour $\sin\alpha=1$, et on peut finalement écrire :

$$e=E\sin mt.$$

On réalise donc avec cette expérience une force électro-motrice sinusoïdale.

Courant. Supposons maintenant que les bouts du fil soient réunis, et qu'il passe un courant dans le fil. On se propose de trouver la loi du courant.

Il faut se rappeler que le courant crée autour du conducteur des lignes de force circulaires. Le flux de force dû au champ terrestre n'est donc plus le seul qui traverse le plan de l'anneau : il faut y ajouter celui qui provient du courant lui-même, et qui détermine une self-induction. On sait établir par le calcul la valeur du flux de force dû au fil lorsqu'il est parcouru par le courant unité ; comme ce flux est proportionnel au courant, on pourra le représenter à chaque instant par l'expression li.

La force électro-motrice de self-induction est, toujours d'après la loi de Maxwell :

$$-\frac{d(li)}{dt}\text{ ou }-l\frac{di}{dt}.$$

Pendant un temps infiniment petit dt, le courant pouvant être regardé comme constant, la loi d'Ohm, relative à ces courants, est applicable, et on a :

$$Ri=E\sin mt-l\frac{di}{dt}. \qquad (1)$$

Telle est l'équation différentielle dont l'intégration donnera la valeur de i à chaque instant.

Cette intégration est très facile, en remarquant que le courant devant nécessairement être périodique, la dérivée seconde reproduit, au signe et à un coefficient près, la valeur de la fonction.

On éliminera donc $\frac{di}{dt}$ entre l'équation (1) et sa dérivée. Il sera ensuite commode de poser

$$\operatorname{tang} m\varphi=\frac{ml}{R},$$

et on arivera aux expressions équivalentes :

$$i=\frac{E}{\sqrt{R^2+m^2l^2}}\sin m(t-\varphi)=\frac{E}{R}\cos m\varphi\sin m(t-\varphi)$$

On voit par cette formule que le courant maximum J est plus faible que celui qui résulterait de la force électro-motrice maxima E agissant sur la résistance R, puisqu'il égale

$$\frac{E}{R}\cos m\varphi,$$

De plus, ce maximum se produit plus tard que celui de la force électro-motrice de la quantité

$m\varphi$. Il y a donc une différence entre les phases de ces deux phénomènes périodiques, la force électro-motrice et le courant, différence définie par :

$$\mathrm{tg}\, m\varphi = \frac{ml}{\mathrm{R}},$$

et qui dépend, par suite, de la *fréquence*, de la *self-induction* et de la *résistance*.

Valeurs moyennes. Les quantités considérées étant variables à chaque instant, il est indispensable de considérer de certaines valeurs moyennes, qui permettent de caractériser par un seul chiffre la valeur d'un phénomène donné. La moyenne arithmétique est évidemment toujours nulle. Celle qu'il convient d'employer est la moyenne quadratique, c'est-à-dire la racine carrée de la moyenne des carrés.

Ainsi, un courant alternatif traversant un conducteur l'échauffe, en proportion du carré du courant. Si donc on appelle I une certaine valeur moyenne, et qu'on la définisse par l'équation d'échauffement :

$$\mathrm{R\,I^2\,T} = \int_0^{\mathrm{T}} \mathrm{R}\, i^2\, dt$$

on aura une valeur I qui s'appelle l'*intensité efficace* du courant. De la même manière se définit la *force électro-motrice efficace*.

Calculs faits, ces valeurs *efficaces* sont liées aux valeurs *maxima* par le coefficient $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

Donc :

$$\mathrm{I}_m = \frac{\mathrm{J}}{\sqrt{2}} \text{ et } \mathrm{E}_m = \frac{\mathrm{E}}{\sqrt{2}}.$$

Il est facile de voir que cette valeur est égale à la valeur instantanée qui est atteinte après 1/8 de période, c'est-à-dire, par exemple, dans le cas de la rotation d'un anneau examinée plus haut, après une rotation de 45°.

La connaissance de tous les problèmes relatifs aux courants alternatifs dépend de la résolution d'équations différentielles très simples, mais quelquefois laborieuses. Il existe également des méthodes graphiques d'une grande simplicité, qui permettent de résoudre ces problèmes même aux personnes qui ne sont pas assez familiarisées avec l'emploi du calcul.

Nous ne pouvons exposer ici en détail ces divers points : le lecteur les trouvera développés dans le *Traité des machines dynamo-électriques* par R.-V. Picou (Baudry et C^ie^, éditeurs). Cette théorie, dont le point de départ est dû à M. Joubert, a jeté un grand jour sur les phénomènes présentés par les machines alternatives et les transformateurs. Elle a permis de se rendre un compte exact de l'influence mutuelle des diverses parties qui constituent un circuit téléphonique ; enfin elle a ouvert la voie à l'étude des oscillations extrêmement rapides qui résultent des décharges de condensateurs, étude qui semble devoir faire faire un pas considérable à la philosophie naturelle. — R.-V. P.

COURROIE. *Courroies en cuir*. La courroie en cuir a vu de nombreuses rivales s'élever depuis quelques années à côté d'elle. Elle a à lutter aujourd'hui contre la concurrence que lui font les courroies en caoutchouc vulcanisé, en gutta-percha, en tissu apprêté, en coton aggluti né ou comprimé, en poils de chameau ou de buffle, en crin, etc. ; sans compter les cordes en chanvre ou en boyau, et les câbles métalliques. Nous avons dit à l'article Caoutchouc les avantages qu'offre ce produit dans la fabrication des courroies et les grands services qu'il peut rendre, mais la courroie en cuir n'en reste pas moins la plus fréquemment employée, malgré quelques défauts que la fabrication pallie chaque jour davantage. Nous allons donner une description complète de cette fabrication avec tous les perfectionnements introduits récemment, et nous la ferons suivre de conseils pratiques propres à assurer le meilleur emploi possible des courroies en cuir.

Fabrication des courroies en cuir. Qu'est-ce qu'une courroie ? C'est une bande sans fin qui sert à transmettre le mouvement par frottement. La courroie en cuir est formée de bandes de cuir rattachées les unes aux autres et constituant la bande sans fin dont il vient d'être parlé.

Le fabricant de courroies, qu'il ait tanné lui-même ou qu'il achète son cuir (V. Corroyage, *Cuir à courroies*), ne doit employer que du cuir de première qualité. En dehors du cuir tanné, on peut en employer d'autres : le cuir hongroyé, le cuir parcheminé, le cuir transparent, façon parchemin, etc. Le cuir parcheminé en particulier se recommande à l'attention des industriels et des tanneurs. Il offre un double avantage : d'abord il présente une résistance supérieure à celle du cuir tanné, la peau brute perdant par le tannage une partie de sa force ; ensuite il n'éprouve pas d'allongement, et l'on voit des courroies qui fonctionnent depuis deux ans sans avoir eu besoin d'être raccourcies une seule fois.

La fabrication de la courroie se fait dans les grands ateliers, partie à la main, partie à la machine. Elle comprend cinq opérations : la tension des croupons, le découpage des croupons en bandes, l'égalisage des bandes, leur jonction et enfin la tension des courroies.

1° *Tension des croupons*. Cette tension s'effectue en attachant l'un des petits côtés du croupon à un crochet fixé dans un poteau ou dans un mur, et en attirant l'autre extrémité sur un tambour à manivelle, ou encore au moyen de cadres en bois rectangulaires, à jour, sur lesquels les croupons sont placés. Ils sont saisis à leurs extrémités par des mâchoires mobiles, dont on fait varier l'écartement en agissant sur des vis parallèles. Cette opération a pour but de faire disparaître les plis ou poches du cuir, de lui donner une plus grande surface, de restreindre l'allongement de la courroie qu'il servira à fabriquer. Aujourd'hui on la laisse très bien de côté et quelques fabricants se contentent de tendre la courroie après fabrication.

2° *Découpage des croupons*. L'opération est plus qu'élémentaire lorsqu'elle se fait à la main. L'ouvrier trace à l'avance sur le croupon des lignes avec une règle et une pointe mousse pour se

guider; il n'a ensuite qu'à suivre ces lignes avec une serpette bien tranchante (fig. 408).

Quand il s'agit de découper des bandes d'une certaine largeur, on place le croupon sur une table vis-à-vis d'un couteau disposé verticalement d'une façon fixe. Il ne reste plus qu'à se mettre derrière le couteau et à tirer à soi le croupon en se guidant sur des lignes de repère tracées à l'avance, ou en faisant glisser le croupon le long d'une règle-guide qui limite ainsi la largeur de la bande à découper; un rouleau entraîneur facilite le déplacement du croupon. Ces modes d'opérer exigent évidemment une grande habileté et une grande expérience de la part du découpeur.

L'emploi de moyens mécaniques donne plus aisément des arêtes droites et parallèles. Le plus simple est le couteau mécanique à main. C'est un couteau vertical roulant sur rouleau, que l'un pousse à la main contre le croupon. La bande découpée passe sur un petit rouleau entraîneur et sa largeur est limitée par le rebord du cadre qui porte le couteau. La machine à découper les croupons n'a jamais reçu grande application. Elle était constituée essentiellement par un double chariot mobile au-dessus d'une table sur laquelle on disposait le cuir à découper, le chariot principal porte le couteau. Cette machine a été transformée d'une façon fort avantageuse et fort ingénieuse par M. G. Lutz. Le couteau est devenu circulaire; il est animé d'un mouvement de rotation comme une scie circulaire, dans une machine à scier le bois; c'est un disque d'acier de 25 centimètres de diamètre environ : il est recouvert à sa partie supérieure d'une lame protectrice en tôle, que l'on peut faire descendre à une distance de la table telle que cette lame laisse passer le croupon, mais arrête le doigt de l'ouvrier, de façon à empêcher les accidents. Le couteau est mû à la main ou mécaniquement; il peut être disposé plus ou moins profondément dans la fente qui lui est ménagée dans la table; sa surface tranchante passe entre deux galets qui sont fixés, eux aussi, à demeure dans cette fente, qui surplombent légèrement la table et qui ont pour rôle de faciliter le déplacement du croupon de cuir. Pour régler la largeur de la bande que l'on veut découper dans le croupon, le constructeur a disposé sur la table une traverse-guide mobile : on la rapproche plus au moins du couteau en agissant sur une roue à main. Cette traverse-guide porte en outre une aiguille qui indique sur une règle graduée fixe la largeur de la bande découpée. Pour couper les bandes, on n'a qu'à pousser le croupon contre le couteau en l'appuyant contre la traverse-guide, et il se trouve coupé le plus facilement du monde. Une autre machine construite en Allemagne est fondée sur un principe tout différent. Elle consiste essentiellement en un long couteau horizontal mobile autour d'un axe horizontal. On le manœuvre à la main et on le rabat sur le cuir à la largeur voulue.

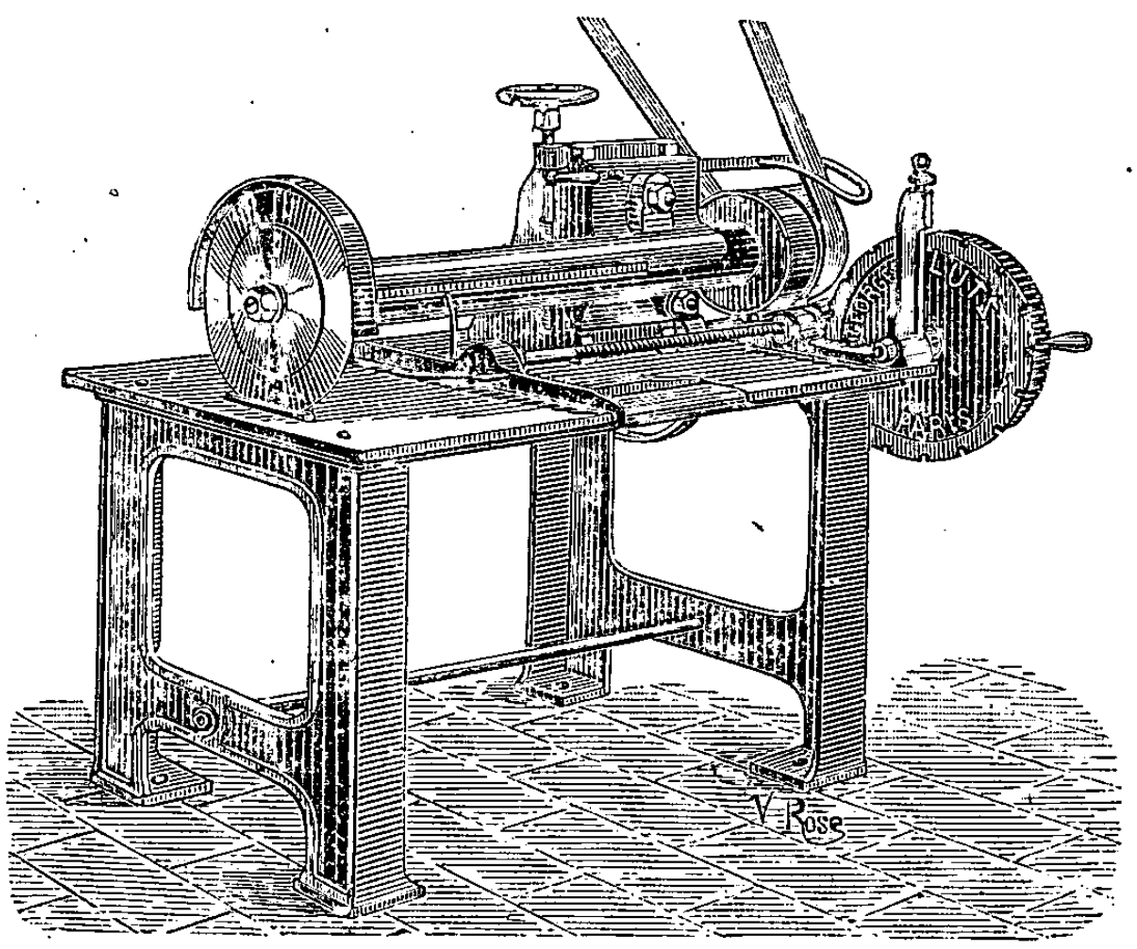


Fig. 408. — *Machine à découper les croupons à courroies.*

3° *Egalisage des bandes.* Le croupon ainsi divisé en bandes de différentes largeurs, il reste à leur donner une épaisseur uniforme dans toutes leurs parties. On y arrive à la main avec le couteau à revers, puis on passe au laminoir. On peut égaliser ensuite avec la machine à égaliser, petite machine à refendre que constitue essentiellement un couteau horizontal assujetti à une certaine hauteur au-dessus d'une table horizontale. L'égalisage des bandes perd toute son importance dans une grande fabrication. La fabrication en grand a à sa disposition des quantités considérables de cuirs à courroies : elle les classe, puis elle les découpe en bandes qu'elle classe à leur tour. Quand ensuite il s'agit de fabriquer une courroie d'une épaisseur et d'une largeur données, elle emploie non seulement telle classe de cuirs, mais telles bandes réservées à cette épaisseur et à cette largeur. Ces bandes, étant toujours découpées dans la même partie du cuir, assurent à la courroie un maximum d'homogénéité; c'est là une condition évidente de supériorité.

4° *Jonctionnage des bandes.* Nous avons les bandes; il faut les joindre bout à bout. Pour cela, on appointe les extrémités en forme de biseaux, de façon à ce que placées l'une au-dessus de l'autre, elles redonnent l'épaisseur même de la courroie;

puis on les fixe à demeure. Il y a donc deux phases distinctes dans l'opération du jonctionnage: 1° l'amincissement des extrémités, 2° leur soudure.

L'amincissement se fait à la main ou à la machine. A la main, il s'effectue avec le couteau à jonctionner. L'ouvrier pose l'extrémité de la bande devant soi sur une pierre inclinée; à coups de couteau il rend la coupe uniforme : c'est ce qu'on appelle *faire des jonctions*. Certains ouvriers acquièrent une habileté surprenante pour ce travail, mais ce n'est qu'à la suite d'un apprentissage, long parfois, fort pénible toujours, car les muscles de la main et du poignet sont extrêmement endoloris au début : aussi le jonctionnage à la main a-t-il été remplacé par celui à la machine. La machine à jonctionner actuelle consiste essentiellement en une table pivotante et un couteau fixe. La bande est serrée sur la table mobile et l'inclinaison de cette table détermine la longueur de la jonction. Dans l'intérêt de la solidité de la courroie, il est bon que la jonction soit la plus longue possible, puisque l'effort de la traction est alors réparti sur une plus grande surface. Quelques fabricants vont même jusqu'à jonctionner la bande dans toute sa longueur. La machine à jonctionner se manœuvre à la main à l'aide d'un volant. Cette machine réussit les jonctions au point qu'il est à peine utile de les retoucher avec le couteau à jonctionner, mais il faut pour cela que l'employé à la machine sache adapter l'écartement des tables et la pression que le cuir supporte non seulement à son épaisseur, mais encore à sa nature. Les bandes sont ainsi jonctionnées à chacune de leurs extrémités. Les deux jonctions ne sont pas faites sur la même face de la bande, elles sont inverses l'une de l'autre; l'une est d'un côté et l'autre de l'autre; on comprendra aisément que c'est une condition indispensable pour qu'après réunion des jonctions des deux bandes, la courroie présente du même côté la fleur du cuir et de l'autre côté la chair.

Les jonctions faites, il reste à les souder. Cette réunion s'effectue par collage, par couture, par vissage ou par rivage. Pour le collage, on commence par frotter avec un morceau de carde les surfaces des jonctions à réunir, de façon à les tirer de poil et à les rendre rugueuses. On applique ensuite la colle, et, après collage, on maintient quelque temps encore entre les plateaux d'une forte presse; il est bon que ces plateaux soient chauffés. La colle dont on se sert est à base de colle de poisson quand les courroies doivent fonctionner à sec; c'est de la gutta-percha dissoute dans du sulfure de carbone avec addition de raclures de cuir, lorsque la courroie fonctionne en humide, et cette dernière colle est tellement efficace, pourvu que la gutta soit bonne (ce qui est rare), que la courroie se rompra sous la tension avant de se décoller et que le point de rupture se trouvera presque toujours en dehors des jonctions. La couture se fait avec des lanières en cuir tanné et mis en suif, en cuir hongroyé, en parchemin, avec du fil de chanvre ciré ou du fil de cuivre. Les lanières sont découpées sur bandes au moyen d'un couteau fixe à lames multiples ou d'un couteau mécanique à main à dix ou douze lames ; sur déchets, au moyen d'un couteau mobile à mouvement spiroïdal ou d'un emporte-pièces en forme de spirale. Elles sont ensuite passées à la filière et appointées aux extrémités. La couture avec les lanières se fait surtout à la main; des trous sont percés avec une alène et les lanières sont passées dans ces trous, suivant le système de couture adopté. La couture au fil de chanvre ou de cuivre se fait à la machine; les machines à coudre les courroies sont tout à fait analogues aux machines à coudre ordinaires, et n'en diffèrent que par la solidité des organes. Le fil de chanvre est ordinairement ciré à l'avance; cependant dans la machine Pearson un petit réservoir déverse la cire liquide sur le fil au moment même où il pénètre dans le cuir. Quand la couture se fait au fil de cuivre, la machine coupe le fil après chaque point. Pour être solides, les coutures de tous genres doivent dépasser la longueur de la jonction; elles sont ensuite rabattues au marteau ou au laminoir. Une bonne couture fait une bonne courroie. Les vissages s'effectuent à la main ou à la machine, suivant des diagonales parallèles, et les têtes plates des vis sont engagées dans l'épaisseur du cuir. Pour le rivage, il se fait à la main, dans des trous percés à l'avance à l'emporte-pièces; les rivets dont on se sert sont appelés *boutons à courroies*. Ils sont formés de deux parties : l'une filetée intérieurement et extérieurement est engagée dans le trou, l'autre est une vis munie d'encoches permettant de la serrer dans la première partie à l'aide d'une clef. Le rivet peut être muni de pointes au-dessous de sa tête; il est ainsi fixé dans le cuir, et alors on le maintient au moyen d'un anneau, garni lui aussi de pointes et d'un écrou que l'on serre au-dessus de l'anneau.

5° *Tension des courroies*. Il reste à tendre les courroies afin de détruire les courbes résultant du jonctionnage et surtout de produire un allongement maximum, de sorte que, durant le travail, la courroie soit moins susceptible de varier de longueur. C'est peut-être le point le plus important de la fabrication. Le moyen le plus simple consiste à saisir les deux extrémités de la courroie avec des mâchoires dont l'une est fixe et l'autre, placée à une certaine distance, est reliée par une chaîne à un treuil à engrenages : on exerce alors une traction d'une façon graduelle. L'allongement subi par la courroie peut atteindre 10 0/0 de sa longueur sous une charge de 0k,770 par millimètre carré de section. Une machine très efficace est le tendeur de courroies. Elle est constituée par une poulie fixe de tension portée sur un arbre tournant et par un système de poulies folles portées par des arbres dont les coussinets sont mobiles au moyen de vis parallèles. La courroie, dont les extrémités sont réunies en fermeture par l'un des moyens exposés plus loin, passe sur la poulie fixe et sur une ou plusieurs poulies folles ; l'arbre tournant est mis en mouvement, et à mesure que la courroie s'allonge, on la tend en éloignant de la pou-

lie fixe les poulies folles. Cette machine est la plus employée dans les grands ateliers de fabrication; la courroie s'y trouve dans les conditions mêmes de son travail habituel, mais ces tendeurs rotatifs coûtent cher et occupent une grande place. La machine à tendre les courroies de M. Damourette permet de donner à la courroie une tension connue d'avance. C'est un treuil actionné à l'aide d'un engrenage multiplicateur par un levier horizontal à crochets sur lequel agit un curseur de poids connu; elle est peu employée. La machine à tendre les courroies de la maison Lutz est fort analogue en principe à la machine précédente. Aux deux extrémités d'un bâti d'environ 3 mètres se trouvent deux rouleaux; l'un de ces rouleaux est commandé par un engrenage à frein à levier avec poids mobile; l'autre par un engrenage avec manivelle. La courroie, enroulée d'abord sur le premier rouleau, passe ensuite sur le second; on fait tourner celui-ci à l'aide de la manivelle et comme son axe est fixé par un cliquet et que le premier rouleau est retenu par le frein, la portion de la courroie placée entre les deux rouleaux subit une tension proportionnelle à la position du poids sur le levier. On fait ainsi subir la même tension à toutes les portions successives de la courroie. La machine est accompagnée d'un rouleau à manivelle placé sur la partie supérieure du bâti, qui permet de disposer les courroies en rouleaux. Dans la machine de Faye, la courroie enroulée sur un premier tambour horizontal passe alternativement d'abord en dessous et en dessus de trois gros tambours, puis de neuf rouleaux; ensuite, d'un levier articulé à une extrémité et qu'on peut abaisser plus ou moins en le maintenant dans les crans d'une crémaillère; enfin sur deux rouleaux de friction d'où elle se rend sur un gros tambour enrouleur. Le mouvement est donné à la main aux trois premiers tambours à l'aide d'engrenages par un arbre auxiliaire, et l'opération est conduite comme dans la machine précédente, chaque portion de la courroie étant à son tour attirée à l'une de ses extrémités, retenue à l'autre et subissant une tension proportionnelle à l'abaissement du levier.

La courroie est presque terminée; il reste à la *finir;* on cache les effleurures et autres défectuosités avec un peu de colle à la gutta et quelques raclures de cuir; on rabat les bords à l'aide d'une tige ronde d'acier; parfois on teint la courroie en rouge avec de la fuchsine ou on la peint en jaune avec du jaune de chrome. Quand elle doit conserver la couleur du cuir, on donne un apprêt à ce dernier en le recouvrant d'une couche de colle de gélatine. Ce sont les bords de la courroie qui manquent le plus souvent d'un fini agréable : il serait bon de les passer sur une roue à polir tournant à grande vitesse. On dispose ensuite les courroies en rouleaux, et, pour les maintenir, on peut serrer le rouleau avec une ficelle ou mieux avec une petite courroie à simple boucle. On peut aussi, après avoir replié l'extrémité de la courroie sur elle-même, la fixer au rouleau au moyen d'une corde passée dans le centre de ce dernier.

Fabrication des courroies doubles. On fait aussi des courroies doubles formées de deux bandes de cuir superposées; on en fait même de triples. Le fabricant n'a qu'à se conformer aux ordres qu'il reçoit; mais en général, ce serait la largeur que l'on devrait augmenter au lieu de l'épaisseur, car il y a toujours une tendance au glissement entre les deux bandes, quelques soins que l'on ait apportés à leur superposition, et de plus la flexibilité diminue à mesure que l'épaisseur augmente. Les courroies doubles sont collées à la gutta, puis cousues sur les bords; ou collées et cousues sur toute la largeur; ou collées et vissées : la couture se fait en longueur et le vissage en diagonale. Quand les courroies simples ou doubles dépassent une certaine largeur, il est difficile qu'elles se maintiennent planes; on les renforce alors en ajoutant sur leurs bords deux bandes de cuir qu'on nomme des *talons*. Une remarque importante pour la fabrication des courroies doubles, c'est la nécessité de juxtaposer les deux bandes dans l'ordre voulu. En effet la résistance du cuir allant en diminuant dans le croupon depuis la ligne dorsale de l'animal jusqu'aux parties extrêmes, c'est la partie extérieure de la bande qui s'allonge le plus. Quand on superpose deux bandes, il est indispensable de juxtaposer la partie extérieure de l'une et la partie intérieure de l'autre afin d'avoir une résistance moyenne en tous les points. Si on procédait autrement, l'un des côtés de la courroie aurait moins de résistance que l'autre, s'allongerait davantage, et la courroie se courbant serait rapidement hors d'usage. Aussi le fabricant de courroies doit-il toujours examiner si, après avoir donné la tension, sa courroie ne se courbe pas et si ses bords sont restés en ligne droite; quand, par malheur, la courbure s'est produite parce que l'ouvrier n'a pas observé la prescription ci-dessus, il faut de toute nécessité enlever la portion mauvaise et la remplacer. Cette remarque peut avoir son utilité encore, nous semble-t-il, dans la fabrication des courroies simples, principalement dans la petite fabrication, où l'on n'a à sa disposition qu'un choix restreint de bandes; et il serait peut-être bon de faire les jonctions de façon que les parties faibles et les parties fortes des bandes se succédassent régulièrement sur un même côté de la courroie.

Courroies diverses. Outre les *courroies multiples*, les *courroies intercalées*, les *courroies homogènes*, etc., on a proposé aussi des *courroies mixtes*, formées d'une bande de cuir sur laquelle on fixe une bande métallique. Mais comme le cuir s'allonge seul pour ainsi dire, le métal est bientôt hors d'usage. Enfin, pour être complet, il ne faut pas omettre les petites courroies ou cordes en cuir : ce sont de simples lanières découpées à la main puis passées à la filière. On les utilise dans les petites transmissions pour machines à coudre, pour outils à la main, pour petites machines à broderie, à dentelles, etc.

Conseils pratiques pour l'emploi des courroies en cuir. L'industriel qui se sert des courroies en cuir, doit avant tout avoir calculé exactemeut les di-

mensions de ses courroies et de ses poulies (V. *Dictionnaire,* Courroie). Il n'oubliera pas que les poulies doivent être légèrement bombées, un peu plus larges que la courroie et que les vitesses de rotation sont en raison inverse des diamètres des poulies correspondantes. Il doit ensuite faire subir un examen très sérieux à toute courroie qu'il reçoit, faire procéder à sa fermeture, à son montage, assurer un maximum convenable d'adhérence à la poulie de façon à empêcher tout glissement, enfin veiller à ce que tous les soins lui soient donnés pour la maintenir en bon état et obtenir un long fonctionnement.

L'examen à la réception doit porter sur les points suivants : la courroie est-elle homogène ? a-t-elle une épaisseur uniforme ? le cuir est-il bien tanné ? bien corroyé ? ferme et souple en même temps ? la graisse est-elle bien absorbée ? les jonctions sont-elles faites avec soin ? la courroie a-t-elle été convenablement étirée ? est-elle droite ? On peut terminer par l'essai suivant : on prendra sur la courroie un morceau de cuir de 6 centimètres sur 24 environ et on le tordra : si le cuir est bon, les fibres résistent.

De très nombreux moyens ont été indiqués pour la fermeture des courroies. En dehors du collage, de la couture, du vissage et du rivetage qu'on effectue comme pour jonctionner les bandes, ainsi qu'il a été indiqué à la fabrication des courroies, on a adopté différents systèmes d'attaches mobiles : la couture et les attaches sont les moyens préférés, parce qu'ils sont d'un usage facile et que la plupart des courroies en cuir, même les mieux fabriquées, s'allongent un peu à l'usage, il faut pouvoir les raccourcir aisément.

Attaches. Un moyen d'attache très simple pour fermer la courroie est le suivant : On joint ses extrémités ; sur le joint, on pose un couvre-joint portant des lames flexibles qui traversent le cuir et qu'on rabat ensuite sur la partie flottante. En premier lieu des attaches proprement dites, viennent les attaches Blot (maison Scellos) en double T, (fig. 409 à 416), et les attaches Lagrelle, à broches (V. *Dictionnaire*). Les agrafes Robert sont formées d'une boutonnière et d'une agrafe tournante à double champignon. L'attache Brachmann, intermédiaire entre les attaches que nous venons de voir et l'attache à boucles, consiste en deux pièces métalliques dont l'une porte des boutonnières et l'autre des agrafes : les deux pièces sont fixées aux extrémités de la courroie, et l'on agrafe la courroie ni plus ni moins qu'un vêtement. L'attache Sleep est une boucle véritable ; elle ne peut être employée que dans le cas de courroies non croisées.

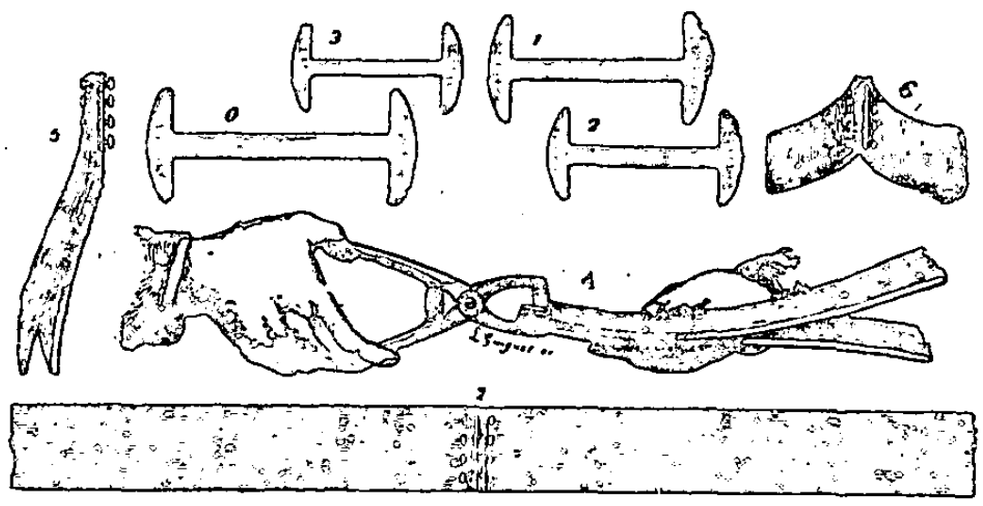


Fig. 409 à 416. — *Attaches Blot pour fermeture de courroies.*

Généralement on ferme les courroies en les mettant en bas des poulies, mais on peut aussi employer un tendeur spécial : c'est une simple pince dont les grandes branches saisissent les deux bouts de la courroie et dont les petites branches sont rapprochées à l'aide d'une vis mue par une manivelle.

L'assemblage à la fermeture des grandes courroies doit toujours se faire soit bout à bout, soit à mi-cuir pour éviter l'action de la force centrifuge sur le bout extérieur, action qui produirait des chocs nuisibles. De même, il faut avoir soin que les biseaux d'assemblage des différentes bandes qui constituent la courroie n'abordent jamais la poulie par leur pointe, mais en sens inverse, afin d'éviter des chocs qui fatigueraient l'assemblage et aggraveraient le moindre défaut.

Le montage des courroies sur la poulie ne peut se réaliser qu'au repos dès qu'on a affaire à une grande courroie à vitesse assez forte. On peut fermer la courroie sur place en employant le tendeur, ou bien on pose la courroie déjà fermée en faisant tourner soit la poulie, soit le moteur à l'aide d'un levier, ou d'un treuil. Si l'on a besoin de monter ou de remonter, sans arrêter la marche, des courroies lourdes ou difficilement accessibles, il est indispensable de recourir aux poulies folles avec le dispositif de M. Heurland (V. *Dictionnaire,* Courroie) ou à des appareils spéciaux, comme le monte-courroies Baudoin ou le porte-courroies Biedermann. Pour les petites courroies il est souvent impossible, malheureusement, de les placer autrement qu'en marche, mais l'ouvrier ne doit jamais le faire à la main. Il se servira uniquement d'une perche à crochet, aussi légère que possible et assez longue pour qu'il soit obligé de la tenir sur le côté. Un crochet porte-courroie placé près de la poulie facilitera la manœuvre de la perche. L'excès de précautions ne sera jamais nuisible, car le montage des courroies est encore aujourd'hui dans les ateliers la cause d'un grand nombre d'accidents. Il faut éviter en montant une courroie de lui donner une tension exagérée qui la fatigue, et, dans le cas des grandes courroies, peut aller jusqu'à les mettre hors d'usage et à endommager la poulie ou les tourillons. On évitera cet inconvénient en se servant pour le montage du tendeur à courroies, et en intercalant, entre les mâchoires et les écrous des vis de rappel, des rondelles de caoutchouc d'une résistance convenable, de façon à être averti par leur écrasement qu'on est arrivé à la tension voulue. Il faut éviter aussi que la tension ne soit trop faible, auquel cas il y aurait fouettement dans l'air ou même glissement de la courroie

sur la poulie. Le glissement se produit surtout lorsque la courroie marche à grande vitesse : il s'interpose alors une nappe d'air entre les deux surfaces de frottement, qui fait glisser la courroie et peut la faire tomber. Tout moyen qui augmente l'adhérence ou si l'on veut le coefficient du frottement, diminue par cela même le glissement. Avant tout on n'emploiera que de bonnes courroies, faites avec du bon cuir, et on ne leur fera jamais supporter un travail plus considérable que celui qu'elles doivent normalement donner. Ensuite, on les placera toujours le côté fleur du cuir sur la poulie, et non pas le côté chair. En effet la fleur adhère d'une façon beaucoup plus complète, et la différence entre la fleur et la chair au point de vue de l'adhérence n'est pas inférieure à 30 0/0. La nature des surfaces ayant une grande influence sur la valeur du coefficient de frottement, on peut augmenter l'adhérence en recouvrant les poulies de cuir, de bois, de papier : on a proposé de rendre leur surface rugueuse, par poinçonnement, mais le moyen n'est pas bon, car il diminue la surface d'adhérence; la poulie recouverte de cuir adhère 1/2 fois mieux que si elle était nue. En dernier lieu le glissement peut être combattu au moyen de dispositifs mécaniques, comme les poulies à expansion ou les rouleaux à tension ; ces derniers ne sont autre chose que des freins à levier. On a aussi proposé de faire tourner l'axe de la poulie dans des coussinets spéciaux pouvant glisser le long de guides. Quand le glissement est causé par l'interposition d'une nappe d'air, on a proposé soit de percer une série de trous dans la courroie, ce qui n'est effectué qu'aux dépens de la résistance totale et du nombre de points d'adhérence, soit de se servir de poulies perforées; dans les deux cas, l'air s'échapperait par les ouvertures pratiquées. En tous cas, la poulie doit toujours être bombée; le bombement est égal à 1/20 de la largeur de la courroie. Grâce à cette forme convexe, la courroie se place naturellement et n'abandonne plus sa position, à moins de perturbations spéciales, tel que l'allongement à l'usage. Le rouleau de tension dont nous parlions plus haut, est un moyen fort simple et fort usité pour pourvoir à cet allongement, jusqu'au moment où il est nécessaire de démonter la courroie. Quant aux diverses façons de disposer les courroies, courroies droites, etc., on ne peut donner aucune règle à ce sujet. Le choix doit être approprié à chaque cas particulier.

Les industriels peuvent doubler la durée de leurs courroies en les entretenant avec soin. On doit les tenir en excellent état et les examiner fréquemment, enlever le cambouis et la crasse avec de l'eau de savon tiède et pour empêcher le cuir de se dessécher, les graisser au moins tous les mois, avec un mélange de 10 parties de suif et 5 parties d'huile de poisson. Il faut laisser le cuir bien absorber cette graisse. Toute composition dans laquelle il entre de la résine ou du goudron doit être rigoureusement proscrite; la résine, en particulier, n'a qu'un effet passager et nuit ensuite beaucoup au cuir en le séchant et en le rendant cassant. Le graissage des courroies est le meilleur moyen de conserver leur force et leur flexibilité, de telle sorte que la courroie s'applique toujours à fond sur la poulie et que la force motrice soit économisée. Enfin, il faut éviter de faire fonctionner une courroie sans jamais lui donner de repos, car dans ces conditions elle subira toujours un allongement rapide et une grande diminution de résistance. De deux courroies identiques, celle qui n'agira que le jour sera encore bonne alors que l'autre, travaillant nuit et jour, sera usée et aura nécessité pendant sa durée d'être raccourcie quatre fois pour une. — J. G.

Bibliographie : Fleming's : *Diary for*, 1889; Leloutre : *Les transmissions par courroies*, 1885; *Manuel du tanneur et du corroyeur*, de Fontenelle et Malepeyre, 1869 (Maigne); Villon : *Traité de la fabrication du cuir. Emploi du cuir*, chap. I, *Courroies*.

COUTELLERIE. Les progrès réalisés, en ces derniers temps, par cette industrie nous ont conduit à donner ici une étude d'ensemble sur ce sujet. Etablissons d'abord ce que l'on entend par *coutellerie*, et quelles en sont les divisions.

La coutellerie comprend : les *couteaux fermants*, les *couteaux de table*, les *couteaux de cuisine* et de *boucherie*, les *canifs*, les *serpettes*, les *ciseaux*, les *rasoirs*, les *sécateurs*, les *tire-bouchons*, les *limes à ongles*, les *pinces à épiler*, les *affiloirs*, les *casse-noix*, les *tranchets* ; on y rattache aussi les *scalpels*, les *bistouris*, les *lancettes*, les *couteaux à amputation*, qui rentrent plutôt dans la catégorie des *instruments de chirurgie* (V. cet article au *Dictionnaire*).

Nous n'entrerons point dans le détail de ces articles, mais comme nous aurons à nous occuper plus spécialement du couteau, nous allons rapidement en détailler les diverses parties.

Il y a deux sortes de couteaux, les *couteaux fermants* ou couteaux de poche et les *couteaux non fermants* ou couteaux de table.

Les couteaux fermants se composent : 1° de la *lame*, partie utile du couteau dans laquelle on distingue : le dos, le tranchant, la pointe et le talon qui reçoit le clou servant à fixer la lame au manche et autour duquel elle tourne; 2° du *manche* formé des *platines*, lames de fer ou de cuivre sur lesquelles sont appliqués les deux côtés du manche et qui maintiennent réunis la lame et le ressort; 3° du *ressort* qui est placé entre les deux platines et vient se loger dans une cavité pratiquée au talon de la lame afin de maintenir celle-ci ouverte ou fermée.

Les couteaux non fermants sont de deux sortes :

Les couteaux à *plates semelles* et les couteaux à *soie*.

Les couteaux à plates semelles ont une lame dont la *queue* est plate et sur laquelle sont fixés, à l'aide de rivets, deux côtés qui forment le manche.

Les couteaux à soie comprennent : 1° Une *lame* terminée par une soie ou queue effilée qui sert à la fixer dans le manche ; 2° un *manche* percé d'un trou pour recevoir la queue de la lame qui se rive souvent au bout ; 3° une *virole* qui se place sur un épaulement réservé en haut du manche pour l'empêcher de fendre et qui lui sert en même temps d'ornement.

— Le changement opéré dans les mœurs par la révolu-

tion, modifia beaucoup les métiers et surtout la coutellerie. D'abord pendant la période révolutionnaire, l'éloignement des seigneurs, la dispersion des fortunes firent perdre aux couteaux une partie du luxe qu'ils avaient acquis sous le règne de Louis XV et Louis XVI ; puis les guerres continuelles qui ensanglantèrent la fin du dernier siècle et le commencement du XIXe enlevèrent les ouvriers à leurs travaux et paralysèrent la coutellerie comme la plupart des industries.

Des fabricants s'établirent un peu partout, et, sous l'influence de diverses circonstances, l'industrie se cantonna en quelques centres dont nous allons parler.

Le développement que la coutellerie a pris en province a enlevé à Paris la plus grande partie de sa fabrication propre; les couteliers de Paris ne fabriquent plus que quelques pièces de commande, en se bornant à donner leurs modèles aux fabricants de province qui les exécutent sur leurs indications.

Cependant pour la coutellerie de luxe, Paris a toujours conservé un certain avantage, par la facilité qu'il a de créer des modèles riches, ayant à sa disposition ciseleurs, damasquineurs, émailleurs. Les lames sont fabriquées à Nogent ou à Châtellerault, puis damasquinées à Paris et montées sur des manches d'argent, d'ivoire, de nacre, ciselés et émaillés.

Enfin pour l'instrument de chirurgie, Paris en a gardé le monopole; les tranchants se font pour la plupart à Nogent et la partie mécanique se fait à Paris où les fabricants ont sous la main tous les éléments de production et de perfectionnement.

La coutellerie de Langres est celle qui a subi le plus de changement depuis le commencement de ce siècle; elle s'est transférée à Nogent et dans un grand nombre de localités de l'arrondissement de Chaumont, dont les principales sont : Biesles, Mandres, Marnay, Poulangy, Thivet, Vitry, Breuvannes.

Aujourd'hui il n'y a plus à Langres que les commissionnaires en coutellerie qui achètent ou font fabriquer à Nogent et aux environs.

Le travail n'a pas fait de grands progrès mécaniques dans la Haute-Marne; les ouvriers sont distribués par petits ateliers ; mais en revanche c'est là que se trouvent les plus habiles ouvriers en coutellerie ; aussi les couteaux fermants, les canifs et les ciseaux de Nogent ont-ils une réputation universelle.

Malgré cela, il y a dans la Haute-Marne, une vingtaine d'usines de coutelleries mues par l'eau ou par la vapeur mais la plus importante n'occupe pas plus de 50 ouvriers. On estime de 6 à 7,000 le nombre des ouvriers qu'occupe l'industrie coutelière dans ce département.

A Thiers, la coutellerie a pris un développement considérable, ce sont surtout les articles communs qu'on y fabrique. On y constate beaucoup de progrès, cependant c'est encore le travail à la main qui est le plus employé ; heureusement la main-d'œuvre est à très bas prix.

La plupart des fabricants n'ont chez eux qu'un atelier de montage, toutes les pièces se font au dehors ; les outils mécaniques qu'on emploie le plus sont les balanciers et les découpoirs qui servent à découper les lames et les platines des couteaux fermants ; à presser les manches de bois ou de corne et à estamper les garnitures des couteaux et les branches des ciseaux.

On fabrique à Thiers une sorte de lame de couteau de table qu'on appelle *lame fourrée ;* cette lame est composée de deux morceaux. On découpe la lame et la queue dans une bande d'acier de la longueur de la lame, forte au dos, mince au tranchant. La bascule est coupée à l'emporte-pièce dans de la tôle de fer et percée d'un trou dans lequel passe la queue de la lame que l'on y sertit plus ou moins bien.

On comprend aisément que ce genre de lame supprimant le travail de la forge, revient moins cher, mais c'est au détriment de la qualité et de la solidité, car la lame ayant peu de force à l'endroit de la réunion de ces deux pièces, n'a aucune résistance, aussi tous les couteaux fabriqués avec ces lames sont des couteaux très communs.

Il se fait aussi à Thiers des couteaux de table à lames d'une seule pièce ou lames massives ; ces lames sont forgées à la main ou estampées à chaud à l'aide de deux matrices reproduisant chacune en creux la moitié de l'épaisseur de la lame, de la queue et de la bascule ; on étire ensuite la queue à l'aide d'un petit marteau pilon.

Il existe aux environs de Thiers beaucoup de gens qui habitent la montagne et ne travaillent à la coutellerie que pendant les mois d'hiver durant lesquels ils ne peuvent s'adonner à l'agriculture. Ces ouvriers produisent une certaine quantité de matières fabriquées qu'ils viennent vendre à Thiers à la fin de l'hiver à très bas prix. C'est une des causes du bon marché de la main-d'œuvre à Thiers ; il faut ajouter à cela que le travail des femmes y est très employé.

La fabrication de la coutellerie occupe environ 12,000 ouvriers dans l'arrondissement de Thiers.

Enfin à Châtellerault la coutellerie reprit son importance immédiatement après la révolution. La fabrication y était très prospère lorsque, vers 1820, l'Etat vint établir à Châtellerault une manufacture d'armes de guerre.

Le voisinage de cette industrie nouvelle porta un premier coup à la coutellerie châtelleraudaise, puis la facilité des communications la mit en concurrence avec celles de Thiers et de Nogent qui achevèrent de la battre en brèche. Fort heureusement une transformation qui se produisit dans la forme des couteaux de table et en développa le commerce, fut le commencement d'une ère nouvelle pour la coutellerie de Châtellerault et aujourd'hui il ne s'y fabrique plus de couteaux fermants, ni de couteaux poignards, ces derniers ont cédé la place aux couteaux de table, aux couteaux de cuisine et de boucherie et aux rasoirs.

Voici l'origine de cette modification : La création du couteau à bascule par Gavet, coutelier de Paris, vers 1827, rendit l'usage des couteaux de table plus commode et donna naissance à une industrie toute spéciale qui se développa surtout à Châtellerault. La bascule du couteau de table ou embase, est la partie de la lame qui vient reposer sur la virole et qui sert de point d'appui au couteau de sorte que le manche qui est plus lourd que la lame en fait relever le bout et l'empêche de tacher le linge de la table.

Ce perfectionnement si simple aida beaucoup à l'extension que prit la coutellerie de table.

La division du travail qui se pratiquait à la manufacture d'armes de Châtellerault fut introduite dans la coutellerie, les ouvriers furent groupés ; puis la régularité des modèles de la coutellerie de table aidant, des machines furent créées qui permirent de réunir un plus grand nombre d'ouvriers, telle fut l'origine des fabriques actuelles de Châtellerault.

C'est aux fabricants châtelleraudais que revient l'honneur d'avoir les premiers adapté les machines à la fabrication de la coutellerie ; ce qui leur a donné une supériorité incontestable sur les fabricants du même genre de Thiers et de Nogent.

Les premières machines qui servirent à la fabrication mécanique des manches furent utilisées en 1843 à Châtellerault ; puis vinrent les machines à forger et à limer. Ce n'est que longtemps après qu'on employa ces moyens mécaniques à Thiers et à Nogent où les usines qui produisent les couteaux de table sont loin d'être aussi bien outillées qu'à Châtellerault.

Aujourd'hui les ouvriers couteliers de Châtellerault travaillent tous en fabrique ; trois usines situées sur le Clain, à quelque distance de la ville, emploient une force motrice d'environ 200 chevaux, et concentrent cette fabrication qui occupe environ 500 ouvriers produi-

sant à peu près 5 à 600 douzaines d'articles par jour (couteaux de table, couteaux de cuisine et rasoirs) donnant un chiffre d'affaires d'environ 1,200,000 francs par an.

Nous allons donner un aperçu des procédés de fabrication employés aux usines de Domine, près Châtellerault, qui nous paraissent posséder l'outillage mécanique le plus complet.

La fabrication y est divisée en 4 parties : 1° Fabrication de la lame ; 2° fabrication du manche ; 3° fabrication de la virole ; 4° montage ou assemblage des 3 pièces.

Fabrication de la lame. La lame passe par les phases suivantes :

1° *Forgeage*. Les barres d'acier sont d'abord coupées en parties égales ou *mises* que l'on étire d'un côté pour former la lame proprement dite, de l'autre pour faire la *soie*, destinée à se loger dans le manche. L'étirage s'obtient à l'aide d'un petit marteau-pilon frappant de 300 à 400 coups à la minute.

Pour produire la bascule, on se sert de *balanciers* qui viennent écraser la partie d'acier ménagée entre la lame et la soie. Puis à l'aide de découpoirs, on donne à la lame la forme qu'elle doit conserver. Diverses préparations de chauffage et de battage à froid rendent à l'acier la qualité nécessaire pour obtenir une bonne trempe.

2° *Fraisage*. Ce travail se faisait autrefois à la lime qui a été remplacée par des fraises spécialement appropriées et dont la description demanderait de trop longs développements. Ces outils procurent un grand avantage comme régularité et surtout comme quantité produite.

3° *Blanchissage*. En sortant des fraises, les lames reçoivent un premier coup de meule destiné à régulariser l'épaisseur du tranchant, afin de laisser à l'aiguiseur moins de travail lorsque la lame sera trempée, et aussi pour que l'empreinte du poinçon vienne mieux.

Pour ce travail appelé *blanchissage*, les ouvriers se servent d'un outil à charnière dans lequel la lame se trouve engagée et qui lui donne beaucoup de force.

4° *Poinçonnage*. Pour poinçonner la lame on applique le poinçon sur la lame posée à plat sur une enclume, puis on l'imprime en frappant un coup de marteau.

S'il s'agit de poinçons ayant une empreinte un peu grande, on fait légèrement chauffer la lame et l'on se sert d'un balancier.

Lorsque les lames sont revêtues de leur marque, elles passent entre les mains du *réparateur* qui les retouche pour leur donner une régularité parfaite.

5° *Trempe*. La trempe de l'acier a été de tout temps la partie la plus délicate de la fabrication, aussi apporte-t-on à ce travail une attention toute particulière.

Pour les lames fines, on emploie les anciens procédés décrits au *Dictionnaire* :

On chauffe d'abord la lame au rouge clair, au charbon de bois et on la plonge dans l'eau. On la laisse refroidir, puis on la chauffe légèrement pour recuire l'acier et lui donner de l'élasticité, enfin on l'expose à l'air et lorsque l'acier prend la couleur *jaune paille* ou *bleue*, suivant sa qualité, on arrête le recuit en plongeant à nouveau la lame dans l'eau froide.

Pour les lames communes qui se fabriquent en grandes quantités pour l'exportation voici comment on opère : On dispose dans un fourneau en briques un creuset rempli de plomb que l'on porte à l'ébullition. L'ouvrier plonge dans ce bain métallique l'une après l'autre les lames à tremper. La lame qui a peu d'épaisseur prend immédiatement la température du plomb, on la retire et on plonge vivement dans un baquet plein d'huile de colza épurée. Au-dessus du baquet on adapte une grille en fer au travers de laquelle on passe la lame qui se trouve arrêtée par les parties saillantes de la bascule ; les grilles sont faites de façon que l'ouvrier ne puisse mettre dans chaque baquet qu'un nombre suffisant de lames pour ne pas trop élever la température de l'huile.

Pour le *recuit* il faut un autre fourneau du même genre où se trouve également un creuset rempli de plomb porté seulement à son point de fusion. On y plonge une à une les lames trempées qui prennent la température nécessaire pour le recuit que l'on arrête en les plongeant dans l'eau.

Ce moyen est plus expéditif et donne un résultat très régulier ; l'adresse de l'ouvrier consiste à bien connaître la température de ses bains de plomb et la qualité de l'acier.

D'ailleurs il est facile de s'assurer, par des essais fréquemment renouvelés pendant la durée de l'opération, de la qualité de la trempe obtenue.

Un autre ouvrier *dresse* ensuite les lames au marteau.

6° *Aiguisage*. Pour aiguiser les lames on emploie des meules en grès des Vosges. Ces meules ont 1m,33 de hauteur sur 15 centimètres d'épaisseur ; elles sont prises entre deux plateaux de fonte et tournent avec une vitesse de 350 tours à la minute. Elles sont soumises à une épreuve d'une heure avec une vitesse beaucoup plus grande que celle avec laquelle elles ont besoin de tourner pendant le travail ; on les confie ensuite à l'ouvrier. Une meule peut faire de 600 à 700 douzaines de lames ; elle se trouve alors réduite à 0m,66 de diamètre et ne peut plus être utilisée pour ce genre de travail.

Chaque meule est munie d'une auge qui est constamment entretenue pleine d'eau. En tournant, la meule entraîne l'eau nécessaire pour que la chaleur ne brûle pas les doigts de l'ouvrier et ne détrempe pas la lame.

L'ouvrier travaille debout et doit à chaque instant examiner sa lame pour s'assurer qu'il la met bien en tranchant.

7° *Polissage*. Ce travail consiste à donner à la lame le poli nécessaire à la finesse du tranchant.

Il se fait sur des polissoires en bois ayant 50 à 60 centimètres de diamètre et animées d'une vitesse de 2,000 à 2,500 tours à la minute. Ces polissoires sont garnies de morceaux de buffleterie enduits d'émeri. Le nombre des diverses opérations du polissage est assez grand.

Un premier ouvrier polit la bascule, un autre le

dos, un troisième la lame, puis il faut recommencer avec des polissoires enduites d'émeri plus fin. Enfin un autre ouvrier donne à la lame le dernier poli à l'aide d'une polissoire d'un genre particulier appelée *lustrade*, enduite d'une composition de cire et d'émeri en poudre impalpable. On obtient un poli noir très beau avec du rouge anglais délayé dans de l'eau. On fait aussi sur les lames à la meule et à la polissoire des biseaux qui produisent un très bel effet.

Les polisseurs travaillent assis sur des *chevalets* qui emboitent la polissoire jusqu'à moitié, de manière à garantir l'ouvrier de l'huile qu'elle projette.

Fabrication du manche. Les manches d'*ébène ou de bois des îles* subissent les diverses opérations qui suivent: 1° *Débitage*. Les bûches sont d'abord débitées à la *scie circulaire* en tronçons que l'on débite en *planches* de l'épaisseur du manche, puis en manches : 2° *Dressage*. Les manches sont ensuite dressés au moyen d'une raboteuse qui les calibre et les plane bien exactement. 3° *Façonnage du manche*. Ce travail se décompose en quatre phases :

Lorsqu'ils sont calibrés, on place successivement chaque manche dans un outil ou chariot qui le saisit de façon à présenter le bout à un ciseau préparé pour ce travail et emmanché dans un arbre tournant avec une vitesse d'environ 2,500 tours à la minute.

Ensuite le manche est pris par le travers sur une machine à raboter disposée à cet effet et dont le ciseau a la forme que l'on veut donner au manche. Lorsque le manche doit rester droit, cette façon est supprimée. Puis à l'aide d'un guide ouvert au milieu on présente successivement les 4 pans du manche sur lesquels un ciseau tournant au-dessous avec la même vitesse que les précédentes, vient tracer des moulures de diverses sortes.

Enfin pour obtenir l'emplacement de la virole, on se sert d'un tour ovale armé d'un mandrin creux dans lequel on engage le manche et on le tourne avec un ciseau monté sur un chariot disposé pour cet usage.

4° *Perçage*. On perce ensuite le manche au moyen d'un tour à percer représentant l'ancien tour à la main dont se servait autrefois les couteliers. Une mèche est fixée au bout d'un arbre actionné par une courroie lui imprimant une vitesse de 2,500 à 3,000 tours à la minute. L'ouvrier pousse le manche sur un chariot à coulisse qui se manœuvre très rapidement.

5° *Polissage*. Puis on polit le manche avec de la ponce et de l'huile, sur différentes sortes de polissoires ; pour les parties plates, elles sont garnies de cuir ; pour les parties rondes, la polissoire est composée de ronds de toile serrés entre 2 plateaux de bois. Il est facile de comprendre qu'en variant le profil des ciseaux on arrive à donner au manche du couteau toutes les formes auxquelles il peut se prêter. En ménageant certaines parties pour faire des retouches à la main on fait des modèles de l'effet le plus gracieux. Quelques-uns de ces modèles ont, au milieu ou dans le bas du manche, un écusson que l'on produit à l'aide d'un tour ovale qui prend le manche à plat.

Les manches *d'os*, de *buffle*, de *corne* et *d'ivoire* se façonnent de la même manière ; seuls les manches de *nacre* sont travaillés à la main.

Fabrication de la virole. Les viroles sont en maillechort ou en argent. Celles de maillechort sont de deux sortes :

1° Les viroles à filets que l'on met sur les couteaux communs. Elles sont faites avec des rubans de maillechort laminé et cannelé. On coupe les rubans en morceaux de longueur voulue pour faire une virole ; puis on replie chaque morceau à l'aide d'une pince pour réunir les deux bouts que l'on maintient rapprochés avec un fil de fer très mince ; enfin on soude.

Le monteur, pour leur donner la forme ovale, les presse sur un mandrin en fer et les bat légèrement avec un morceau de bois.

2° Les viroles estampées dont voici les détails de la fabrication :

Estampage. Le maillechort employé est laminé à 2 1/2 dixièmes de millimètre d'épaisseur en rouleaux de 30 centimètres de large que l'on coupe à l'aide d'une cisaille circulaire en bandes de la largeur d'une virole et enfin en morceaux destinés à faire une demi virole.

Chaque morceau placé sous un *mouton* reçoit l'empreinte d'une matrice représentant la virole à fabriquer, puis un découpoir enlève le métal inutile ; on obtient ainsi des moitiés de viroles que l'on fait recuire.

Soudage. Il faut ensuite préparer la virole pour être soudée. Pour cela on passe vivement à plat, les deux côtés des moitiés de viroles sur une pierre de Lombardie pour les dresser. On les attache avec un fil de fer très fin en les réunissant par deux pour former une virole et on garnit l'intérieur de soudure mélangée de borax en poudre.

Les viroles sont alignées sur une planchette à rainures disposée pour en recevoir 3 ou 4 douzaines que l'on enfile à l'aide d'une longue broche de fil de fer et on les passe au fourneau.

Lorsqu'elles sont soudées d'un côté on recommence de l'autre ; après cela on les décape avec de l'eau forte et du vitriol, on enlève au moyen d'une petite lime demi ronde la bavure produite par la soudure, enfin on les polit à la brosse.

Les viroles d'argent se fabriquent à peu près de la même façon, mais il faut de plus laminer l'argent que l'on reçoit en lingots. En outre ces viroles demandent beaucoup plus de soins.

Les modèles de viroles varient à l'infini. On fait des garnitures fort riches en argent ; ce sont des espèces de culots qui s'adaptent au bas du manche et accompagnent la virole.

Montage du couteau de table. Le montage consiste à réunir les 3 pièces qui composent le couteau de table ; ce travail se divise ainsi :

Ajustage. L'ouvrier ajusteur pose d'abord la virole sur le manche, puis soit en agrandissant le trou du manche, soit en diminuant la soie de la lame, il arrive à faire reposer la bascule de la lame sur la virole de manière que la lame ne

penche ni à droite ni à gauche sur le dos, ni en avant, ni en arrière sur le plat.

Cimentage. Un autre ouvrier prend le couteau ajusté, sort la lame du manche et met chauffer la soie à un feu de charbon de bois. Pendant qu'elle chauffe, il emplit le manche d'un ciment composé de résine et de briques pilées ensemble dans certaines proportions.

Il retire la lame du feu lorsque la soie est rouge et l'enfonce dans le manche pour faire fondre le ciment ; il maintient un moment la lame contre le manche et s'assure qu'elle est restée d'aplomb sur la virole.

Lustrage de la virole et du manche. Lorsque le ciment a eu le temps de refroidir, un troisième ouvrier frotte au blanc la virole et passe le couteau au *lustreur* qui donne le brillant au manche. Un apprenti essuie le couteau pour le nettoyer complètement.

Affilage. Il reste à affiler le couteau, c'est-à-dire enlever la partie du tranchant trop mince et qui en se retournant l'empêcherait de couper.

On le passe des deux côtés sur une pierre de Normandie en le tenant incliné et appuyant fortement le tranchant sur la pierre. On répète la même opération avec une pierre de Lorraine dont le grain est plus fin.

Le couteau est terminé et prêt à être mis en paquet.

Si l'on récapitule les diverses phases de la fabrication on arrive à trouver qu'un couteau de table, le plus ordinaire, passe dans 38 mains, et si l'on pense qu'il faut vérifier et compter les pièces à chaque opération, on sera surpris de savoir qu'il est mis dans le commerce à raison de 3 francs la douzaine. Il y a des couteaux qui passent dans 50 mains.

Nous voulons profiter de cela pour détruire un préjugé accrédité chez certains auteurs (Larousse entre autres), qui affirment que les ouvriers français sont moins adroits et plus lents que les ouvriers anglais et allemands et qui soutiennent aussi que la supériorité de ces derniers, sur les ouvriers français, vient de ce que le travail est moins divisé en Angleterre et en Allemagne qu'en France, et que le temps que l'on passe à changer le travail de l'un à l'autre occasionne une augmentation considérable de main-d'œuvre.

La division du travail seule permet d'arriver à une plus grande perfection et à un excessif bon marché. Il est facile de comprendre qu'un ouvrier si habile qu'il soit a toujours un côté faible ; s'il forge et lime bien, il peut aiguiser mal, s'il lime et aiguise bien il peut forger mal. Tandis que l'ouvrier qui d'une année à l'autre fait le même travail, forcément s'y perfectionne comme adresse et comme célérité. D'ailleurs avec l'outillage mécanique on arrive fatalement à la division du travail.

Le chauvinisme n'a rien à faire ici, mais on peut affirmer, par la comparaison des produits français et étrangers, que nos couteliers sont plus adroits que les couteliers anglais et allemands, et il suffit pour s'en convaincre de voir la faveur marquée que rencontrent nos produits à l'étranger, concurrencés par les produits anglais et allemands.

Les tarifs douaniers ne nous permettent pas de lutter aussi facilement pour le bas prix que pour la qualité du produit, et il faut reconnaître d'autre part que si l'article anglais est demandé davantage cela tient surtout à ce que ce dernier est connu depuis longtemps, question d'habitude difficile à vaincre.

Quant à cette vieille légende de supériorité de fabrication, elle a disparu et comme outillage mécanique la coutellerie de table française est supérieure à l'industrie anglaise et allemande. — C. P.

* **COUVREUX** (ALPHONSE), né en 1820, mort à Paris en 1890 ; l'un des entrepreneurs de travaux publics les plus considérables de ce temps, participa de 1841 à 1860 à la construction des grandes lignes de chemins de fer français, et s'y fit remarquer par un judicieux emploi des moyens mécaniques appliqués aux transports des déblais (plans inclinés, élévation mécanique des déblais de dragage, etc.). En 1860, il créa l'excavateur qui porte son nom, et qui a donné des résultats excellents au point de vue de la rapidité et de l'économie pour l'extraction des terres et leur transport. Cet outil a fait époque dans l'histoire des grands chantiers de construction, et est devenu l'auxiliaire indispensable de toutes les entreprises de terrassements. Employé pour la première fois par son auteur pour l'extraction et le chargement sur les vagons d'une partie du ballast du chemin de fer des Ardennes, il lui permit de traiter avec la Compagnie du Canal de Suez l'enlèvement du seuil d'El-Guisr, dont l'importance était de 6 millions de mètres cubes, sur une étendue de 15 kilomètres et avec des hauteurs maxima de 20 mètres au-dessus du niveau des eaux. M. Couvreux put, grâce à ce nouvel engin, terminer ses travaux six mois avant le délai fixé par la Compagnie (1863 à 1868). Associé avec MM. Castor et Hersent, M. Couvreux exécuta de 1869 à 1875 les travaux de régularisation du Danube, d'une importance de 50 millions de francs (on y employa pour la première fois les débarquements flottants) ; puis, avec M. Hersent seul, les travaux du canal de Gand à Terneuzen, où fut inauguré le refoulement des déblais à grandes distances par tuyaux flottants, l'écluse de Termonde, et les nouvelles installations maritimes d'Anvers d'une importance de 38,500,000 francs, et comprenant près de 3,500 mètres de quais à fonder au moyen de l'air comprimé.

Outre différentes distinctions reçues à l'étranger à l'occasion de ses travaux, M. Couvreux avait été nommé chevalier de la Légion d'honneur en 1882, et avait obtenu, pour son excavateur, un Grand Prix à l'Exposition Universelle de 1878.

CRAYON. Ce nom se donne, en général, à tout objet propre à écrire ou à dessiner *à sec* ; mais il est aujourd'hui réservé à de petits bâtonnets de *mine de plomb*, de matière colorante ou de craie noire, enveloppés d'une gaine de bois, que l'on taille en pointe plus ou moins fine pour le même objet.

— L'usage du plomb métallique pour tracer un trait

sur le parchemin ou le papier doit être très ancien. Dès le XVI^e^ siècle, on se servait en Allemagne et en Angleterre d'un minéral, le *graphite* ou *plombagine,* appelé vulgairement *mine de plomb,* pour dessiner ou écrire, à cause de sa propriété de donner un trait gris foncé et luisant sur le papier; on employait de même la *sanguine* comme crayon rouge. Mais l'usage du crayon s'est aujourd'hui énormément développé et sa fabrication a acquis une grande importance, depuis que l'on a substitué la mine artificielle à la mine naturelle.

Pendant longtemps les bons crayons, employés par les artistes, ont été formés de baguettes minces sciées avec de grandes difficultés dans les blocs de graphite naturel. Ce minéral, qui se compose de carbone presque pur avec des traces de carbure de fer, existe en beaucoup d'endroits, mais rarement sous un état physique qui se prête à la confection de bons crayons. L'Angleterre, qui possédait seule dans la mine de Borrowdale (Cumberland) des masses de graphite assez pures et assez homogènes pour se laisser ainsi débiter en prismes déliés et résistants, avait pour ainsi dire le monopole des crayons fins. Mais le prix excessif de ces crayons, les inégalités de dureté qui se rencontrent inévitablement dans des substances extraites directement du sol, l'épuisement complet de la mine de Borrowdale, limitaient extrêmement les usages du crayon de graphite.

Sur la fin du siècle dernier, un chimiste français, Conté, imagina un procédé qui permettait de fabriquer artificiellement la mine des crayons par un mélange d'argile et de graphite pulvérisé, en proportions convenables, et cette découverte, transformant l'industrie des crayons, la développa beaucoup et déplaça les centres de sa fabrication. On comprend, en effet, qu'une préparation artificielle permette de donner à la mine une homogénéité, une pureté, une consistance, une régularité de trait, une douceur que la mine naturelle ne saurait posséder. Une partie des progrès successifs de cette industrie sont dus à un fabricant français, L. Gilbert (1866), qui, au rapport d'Héricart de Thury, « nous a affranchis du tribut que nous payions autrefois à l'Angleterre (*Rapport sur l'Exposition de 1849*). »

Le *noir* de ces crayons est aussi plus vigoureux que celui des plombagines naturelles; aussi la fabrication par la méthode Conté a-t-elle remplacé partout l'ancienne pour les crayons de premier choix. Les essais tentés pour agglomérer par pression les résidus de la mine de Borrowdale n'ont donné aucun résultat pratique. Un Français, M. Alibert, ayant découvert en Sibérie des gisements de graphites comparables, par la beauté et la régularité de leur grain, à ceux du Cumberland, on aurait pu essayer de recourir à l'ancien mode de fabrication, mais il n'en a rien été. La mine de Sibérie se traite aujourd'hui comme les autres, et n'offre donc aucun avantage réel sur l'excellent graphite de Krumau (Bohême) qui se prête même mieux aux opérations de la préparation de la mine par son état pulvérulent.

La confection des crayons comporte deux séries parallèles d'opérations : travail de la mine, préparation de la gaine de bois destinée à recevoir la mine.

Le travail de la mine exige les plus grands soins. Dans les crayons de graphite, la matière première subit de nombreux lavages pour la débarrasser des matières étrangères. Elle est ensuite mélangée en proportions variables avec l'argile, qui doit être fortement plastique et que des lavages répétés débarrassent parfaitement du sable qui s'y trouve toujours, et dont la présence occasionne dans la mine ces petits grains durs qui raient si désagréablement le papier. Le mélange, délayé dans l'eau, passe ensuite dans une série de moulins en fonte ou en marbre qui lui donnent plus de finesse et d'homogénéité. La pâte est alors séchée, retravaillée de nouveau, puis passée à la filière sous une très forte pression comme le vermicelle, de manière à donner de longs filaments à section rectangulaire, circulaire ou hexagonale, que l'on redresse, en les coupant à une longueur déterminée, sur des planchettes à rainures. Ces fines baguettes sont alors desséchées et portées à une haute température dans des fours spéciaux, et ici l'emploi de méthodes scientifiques et une surveillance incessante sont nécessaires, car l'opération de la *cuisson*, par laquelle l'argile communique au graphite le degré de fermeté approprié à l'usage auquel on destine le crayon, a par cela même une importance considérable au point de vue de la valeur du produit.

Les bons crayons sont en effet *gradués*, c'est-à-dire qu'ils portent une série de numéros 0, 1, 2, 3,... indiquant leur degré de dureté, l'intensité du noir qu'on peut en obtenir, et il est nécessaire que l'artiste ou l'ingénieur qui achète un crayon d'un numéro déterminé puisse compter sur le *degré* qui répond à ce numéro. Cette fixité de la graduation est difficile à réaliser.

Il n'est pas moins important que le crayon, quel que soit son degré, s'approprie aux papiers de différents grains, aux papiers lisses sur lesquels il arrive que des crayons d'ailleurs excellents ne *mordent* pas, comme aux papiers grenus sur lesquels il ne doit pas s'écraser en poussière. Ces propriétés délicates s'obtiennent, dans les établissements de premier ordre, par des procédés qui constituent généralement des secrets de fabrication.

Le bois destiné à fournir la gaine des crayons est exclusivement, pour les crayons fins, le cèdre rouge de Floride ou *genévrier de Virginie*; pour les autres, on emploie des bois blancs de tilleul, de sapin, etc., mais le premier a l'avantage de se bien tailler et d'exhaler une odeur agréable. Ce bois est d'abord débité, soit en blocs, soit en planches, par des scies, soumis à une dessiccation complète, soit par la ventilation, soit par la chaleur, puis refendu en petites planchettes rainurées par des machines à fraiser. Les baguettes de mine sont placées et collées à la colle forte dans ces rainures, d'autres planchettes sont collées sur les premières de manière à emprisonner complètement la mine, puis le tout est serré et soumis au séchage. Lorsque la colle est bien séchée, on transporte ces planchettes où les crayons sont assemblés par deux, par quatre ou davantage, dans des appareils d'un mécanisme spécial, dits *machines à arrondir;* des roues dentées tournant à grande vitesse y séparent les crayons les uns des autres en leur donnant la forme ronde, hexagonale ou ovale qu'ils doivent affecter. Il reste alors à polir la gaine, à la vernir en nuances variées, à couper les bouts par une section bien nette, opérations qui se font, soit à la main, soit au moyen d'appareils mécaniques suivant le degré de perfection à obtenir et le prix de la main d'œuvre dans le pays. La marque de fabrique, *sèche* ou à lettres d'or ou d'argent, est apposée

sur chaque crayon dans les mêmes conditions. Lorsque les crayons sont ainsi marqués, on les met en paquets de douze; douze de ces paquets forment une *grosse* qui est l'unité ordinaire de la vente en gros.

Les crayons de graphite trouvent surtout leur emploi dans le dessin de paysage, les croquis, le dessin sur bois, le dessin technique et architectural qui réclame des crayons fermes et tenant bien la pointe, tels que les crayons *Grandes écoles nationales* de Gilbert, de Givet, ou les crayons de graphite de Sibérie, de Faber. On ne peut se faire une idée, à moins de l'avoir vu, des merveilleux effets qu'un paysagiste habile sait tirer d'un bon crayon ferme et moelleux à la fois.

Les *crayons de couleur*, dont l'usage s'est répandu beaucoup dans les dernières années, présentent une grande analogie de fabrication avec les précédents sous le rapport du travail de la gaîne, mais la mine est traitée différemment. La base est toujours un mélange d'argile bien blanche et de matière colorante inorganique, de la couleur qu'on veut obtenir. Mais comme ici la cuisson altèrerait la couleur, il faut recourir à d'autres moyens, incorporation de gomme, de corps gras, etc., pour donner à la mine une fermeté toujours imparfaite. Aussi ces crayons donnent un trait gras, qui ne s'efface ni ne s'étend; ils sont surtout usités pour des usages techniques, annotations, croquis de machines, etc.. et se prêtent plus difficilement au dessin artistique, quoique des essais en ce sens aient fourni des résultats remarquables et indiquent la possibilité d'en tirer parti dans les arts. C'est l'Allemagne la première qui a réussi à donner de bons produits en ce genre, mais aujourd'hui la France en produit qui ne leur sont inférieurs en rien, bien que le bas prix des crayons allemands, résultât lui-même du bas prix de la main d'œuvre et des matières premières, engage encore des marchands français à s'approvisionner en Allemagne.

Une troisième espèce de crayons, employée surtout dans les écoles de dessin, est la *craie noire* qui se livre au commerce en petits cylindres à placer dans un porte-crayon, ou en bâtonnets enveloppés de bois. Ces crayons s'obtiennent en faisant cuire dans des fours un mélange en proportions déterminées de noir de fumée et d'argile plastique, préparé par une série de manipulations analogues à celles que nous avons décrites plus haut. Ces crayons donnent un trait absolument noir, tout à fait mat, et s'effacent plus facilement par le frottement que les crayons de graphite. Ils se prêtent donc au travail par l'estompe, mais ne sauraient convenir aux dessins qui exigent un trait fin et délié.

— La fabrication des crayons a beaucoup décliné en Angleterre. La France et l'Allemagne tiennent aujourd'hui la tête dans cette industrie. Les crayons de graphite et de couleur des maisons de Gilbert à Givet, A.-W. Faber, Johann Faber à Nuremberg, sont connus de tout le monde. La maison Desvernais-Conté, en France, a la spécialité des craies noires. On cite encore les fabriques de Hardtmuth, à Budweis (Bohême); Guttknecht en Bavière, etc.....

CRÉMATION. Depuis la publication de notre *Dictionnaire*, la crémation a fait de sensibles progrès, dans les principales contrées.

A Paris, un premier monument crématoire a été construit dans le cimetière du Père-Lachaise, sur l'initiative du conseil municipal de Paris, en 1887. Il a servi d'abord à la crémation des cadavres non réclamés provenant des hôpitaux; mais depuis que la loi sur la liberté des funérailles, du 15 novembre 1887, a consacré la crémation facultative, depuis que le conseil municipal a pour la première fois en 1888 inscrit au budget de la ville de Paris un crédit destiné au fonctionnement de l'appareil crématoire du Père Lachaise, depuis enfin que le règlement du 27 avril 1889 a fixé les conditions dans lesquelles peuvent être faits les divers modes de sépulture, un certain nombre de crémations volontaires ont eu lieu parmi lesquelles on a pu remarquer celles de personnes en renom.

Néanmoins, malgré ces progrès, malgré toutes ces bonnes volontés et en dépit des efforts si louables du conseil municipal pour acclimater chez nous ce procédé renouvelé des Grecs et des Romains, la crémation, comme toute idée nouvelle, ne parait pas devoir passer facilement dans nos mœurs.

Nous sommes même en retard, sous ce rapport, sur plusieurs pays voisins. En effet, la crémation est autorisée en Italie depuis 1877, et c'est dans ce pays, surtout à Milan, qu'elle compte actuellement le plus de partisans; il existe au total en Italie une quarantaine de crématoires. En Allemagne, la crémation fonctionne à Hambourg et à Gotha; en Suisse, elle est autorisée dans le canton de Zurich, et si elle n'a pas encore réussi à s'implanter officiellement en Angleterre, elle y est autorisée et y fait de sensibles progrès, surtout depuis l'établissement, par souscription publique, d'un crématoire à Woking, près Londres; il en est de même en Belgique et en Suède, où un crématoire a été établi à Stockhlom. L'Angleterre compte deux sociétés de crémation, à Londres et à Manchester, cette dernière a été fondée en 1888. Enfin, le conseil municipal de Vienne, en Autriche, a émis un vœu en faveur de la crémation facultative.

Quant à l'Amérique, la crémation y est très répandue et entre les mains de sociétés particulières, qui ont très bien compris le respect dû aux morts, par l'établissement de fours, où les manipulations sont absolument cachées au public, à Buffalo notamment.

Ni les perfectionnements dont nous allons entretenir nos lecteurs dans la suite de cette étude, ni la rapidité d'exécution de l'opération, ni les nombreux exemples qui ont été donnés, ni l'abaissement des prix, qui rend cette opération « accessible » à tout le monde, n'ont pu vaincre la répugnance, qui est presque générale; malgré tant d'efforts accumulés, le Parisien reste réfractaire à l'idée de voir volatiliser ses morts.

Règlement de la crémation à Paris. Le règlement du 27 avril 1889 a donc consacré l'établissement et les conditions dans lesquelles la crémation peut être exécutée.

Ce n'est que depuis cette époque que les fours du Père-Lachaise sont à la disposition des « amateurs ».

La première crémation volontaire à Paris, avait eu lieu quelque temps auparavant, en janvier 1889, sur autorisation spéciale.

Aux termes du règlement, lorsque la crémation est demandée par une famille, celle-ci doit fournir à l'officier de l'état civil, outre une demande écrite, un certificat de médecin attestant que la mort a été le résultat d'une cause naturelle.

A l'inverse de ce que beaucoup de personnes seraient tentées de croire, on ne rend pas aux familles les cendres de leurs morts; le législateur a entrevu là des inconvénients d'ordre public sur lesquels nous n'entamerons pas ici de discussion; mais il est certain que le temps don-

nera à cette question une solution désirée qui comblera les désidérata que présente la crémation actuelle.

Actuellement, les cendres sont recueillies dans une urne qui est placée, soit dans une sépulture particulière, soit dans le *columbarium* de la ville, véritable bibliothèque mortuaire, si l'expression nous est permise, où des cases spéciales sont superposées par rangées.

Ces cases sont de petites dimensions ; elles mesurent un peu plus de 40 centimètres dans leur plus grande étendue. Cela est suffisant, puisque l'amas de cendres, provenant d'un mort, et recueillies dans un drap d'amiante, ne pèse guère plus d'un kilogramme.

La question des tarifs a été également résolue par le réglement administratif. Ils comprennent deux taxes :

1° Une taxe fixe de 50 francs pour l'incinération elle-même, et l'occupation d'une case du columbarium pendant cinq ans.

2° Une taxe proportionnelle à la classe de la décoration adoptée par la famille pour le monument crématoire, et se justifiant par l'occupation plus ou moins prolongée du monument municipal.

Cette taxe proportionnelle varie entre 50 à 200 francs pour les classes 1 à 5.

Quant aux classes 6, 7 et 8, comme elles ne nécessitent aucune pompe, elles n'entraînent que le paiement de la taxe fixe.

Bien entendu, la taxe fixe elle-même peut être supprimée pour les familles hors d'état de l'acquitter.

A l'arrivée au monument crématoire, le cercueil, retiré du char, est porté dans la salle d'attente, où la famille et les assistants sont admis ; il est ensuite transporté dans la salle d'incinération, où les plus proches parents du défunt, au nombre de cinq au plus, peuvent être autorisés à demeurer pendant la durée de l'opération.

Pendant ce temps, une heure environ, et selon la volonté de la famille, le prêtre, le pasteur, le rabbin ou tout autre ministre d'un culte quelconque, peut réciter des prières.

Le monument et les fours crématoires de la Ville de Paris. Comme nous l'avons dit plus haut, c'est au cimetière du Père-Lachaise que ce monument a été exécuté, en partie seulement. Seules, en effet, les trois chambres de crémation, véritables chapelles où se trouvent les appareils d'incinération, sont construites. Elles occupent la partie postérieure et la plus importante de l'édifice. Quant à la partie antérieure, celle qui doit comprendre les nefs ou salles de réunions mortuaires, sa construction a été ajournée jusqu'au jour où la pratique du nouveau mode, devenue régulière, nécessitera ces abris pour l'assistance.

Nous donnons (fig. 417) une vue extérieure du monument, dont M. Formigé est l'architecte. Il se compose d'un bâtiment élevé et de trois pavillons juxtaposés et surmontés de coupoles.

Le plan de la partie achevée et la coupole faite sur l'un des fours que nous donnons aussi (fig. 418 et 419), feront comprendre les explications qui vont suivre.

Le plan général du crématoire présente une sorte de croix grecque.

Les trois pavillons de l'abside comprendront trois fours, dont deux seulement *c* et *c'* sont construits ; il en reste un à édifier *c''* au centre.

Deux cheminées d'appel E' E', au centre du monument, construites en maçonnerie de briques, servent à conduire les gaz provenant de la combustion. En D, D, D, D, sont ménagés des lieux de dépôt. En C, à gauche, a été établi en 1887, un premier four crématoire, construit d'abord à titre d'essai par M. Formigé, d'après certaines dispositions recueillies par lui à Milan où fonctionnait alors un four à bois, système Gorini.

Les nombreuses expériences exécutées avec ce système d'incinération ont démontré son infériorité économique et que, de plus, il met un temps trop long pour mener à bien l'opération.

Aussi un nouvel appareil, construit d'après le système de MM. Toisoul et Fradet, a été installé dans la chambre de gauche, en C' ; ce four est alimenté par le coke, et il offre de grands avantages sur le four Gorini. Examinons les dispositions générales de ces deux systèmes.

1° *Four à bois, système Gorini* (fig. 418 et 419). Cet appareil se compose d'un foyer à grille inclinée recevant le combustible. Une plate-forme en fonte occupant le milieu de l'appareil reçoit le corps à incinérer. Enfin, vers la droite et en bas se trouve l'orifice L, par lequel s'échappent la fumée et les gaz provenant de la combustion. Ces gaz sont brûlés par un feu de coke entretenu à la base de la cheminée d'appel I sur une grille inclinée.

La porte de chargement du feu est à gauche en H, et celle du chargement des corps est en *m*. Le four est fortement consolidé par des armatures en fer et la double enveloppe retarde la déperdition de chaleur.

Le cadavre ou les débris anatomiques sont placés sur la sole du four au moyen d'un chariot, portant cette sole.

Le four étant chargé et les portes étant fermées, l'opération de l'incinération commence et est produite par les flammes qui passent sous la voûte du four et au-dessus de la sole sur laquelle repose le corps. On a constaté que lorsque le feu était très actif, dès le début, les corps se recouvraient d'une sorte de croûte qui retardait l'opération de l'incinération et s'opposait à la combustion des graisses et des os. On obtenait ainsi un résidu noir difficilement divisible.

En commençant l'opération avec un feu modéré, on est parvenu à réduire en cendres les parties molles et à rendre les os friables. La température du four est de 600 à 700°. L'opération au moyen de ce four a duré une heure et trois quarts et même le temps a été réduit à une heure et demie. La quantité de bois brûlé était de 250 à 300 kilogrammes. Il faut ajouter à cette dépense celle d'un drap incombustible d'amiante enveloppant le corps sur la sole du four. La sole du four Gorini en fonte s'oxyde pendant l'opération et ne peut guère servir à plus de dix incinérations. En résumé, le temps de l'opération a été trouvé trop long et la dépense trop élevée.

On obtient un résultat plus rapide et moins dispendieux par le four à gaz que nous allons décrire.

Four à gaz de MM. Toisoul et Fradet, entrepreneurs. M. Formigé a fait construire un four qui se rapproche du système de four à gaz Siémens. Dans cet appareil, le chauffage se fait à feu nu avec introduction d'air chaud activant la combustion. Ce four est placé dans la chambre crématoire désignée par B' (fig. 419).

Il se compose de quatre parties principales :

1° Le *laboratoire* ou chambre d'incinération, occupant le haut de l'appareil, comprenant une sole fixe recevant le chariot qui porte le corps à incinérer.

2° Le *gazogène* présentant à sa partie inférieure une grille inclinée qui reçoit du coke dont la combustion donne de l'oxyde de carbone, lequel mélangé avec de l'air chaud produit une température élevée qui est utilisée dans l'opération de la crémation.

L'alimentation du foyer du gazogène se fait dans un appareil à action continue, au moyen de charges de coke de 1 kilogramme 1/2 à 2 kilogrammes, faites toutes les 2 heures.

3° Le *récupérateur* s'échauffe par le calorique des gaz de la fumée et celui de la combustion, et échauffe à son tour l'air qui alimente l'appareil. Ce récupérateur est formé de carreaux réfractaires.

4° Le chariot ou appareil *André* et *Piat* ou accessoire roulant, qui sert à l'introduction du cercueil dans le laboratoire et aussi pour l'enlèvement des cendres produites dans l'incinération.

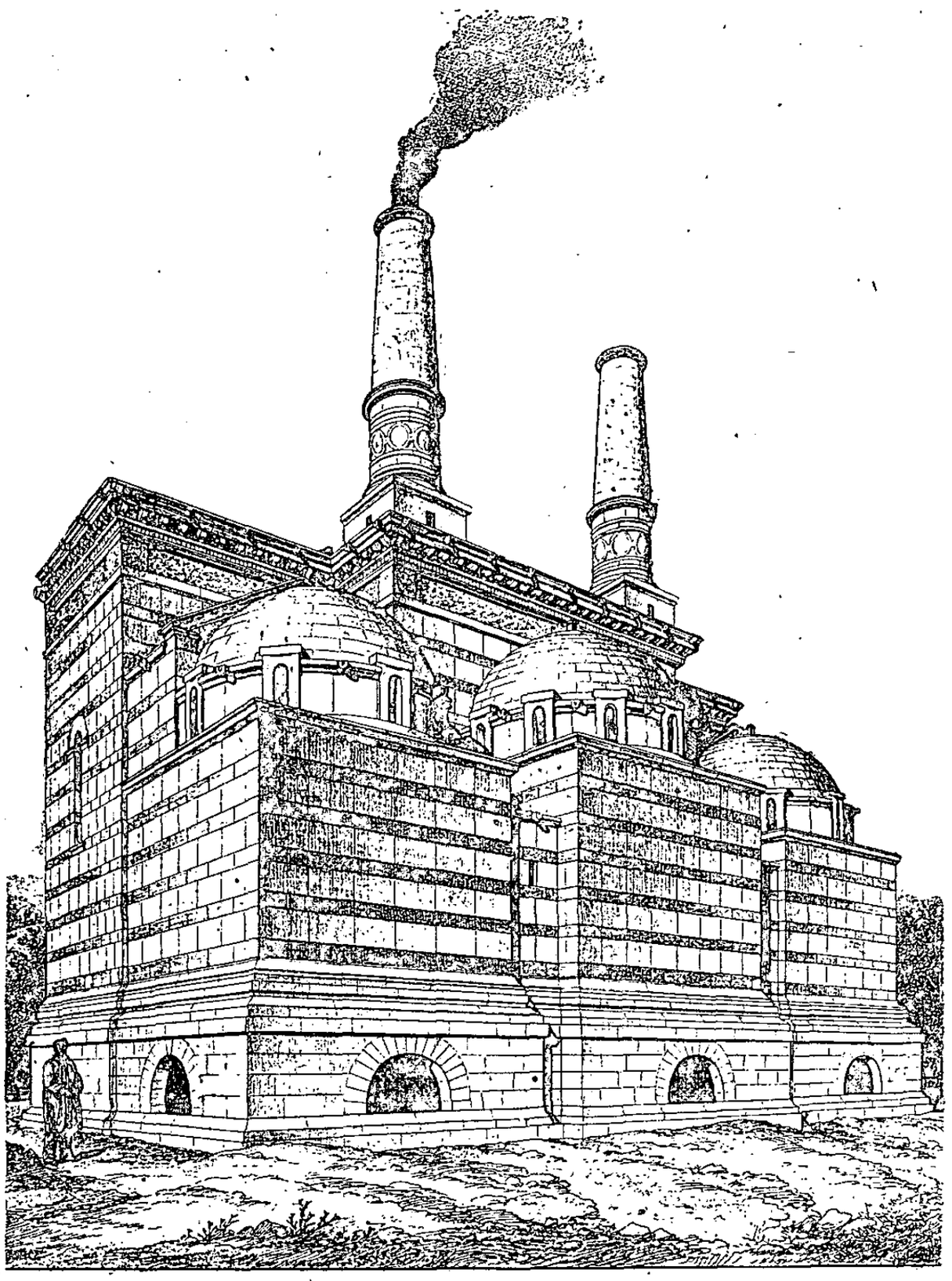


Fig. 417. — *Monument crématoire du Père-Lachaise, à Paris.*

Les parties principales du four, celles qui sont soumises à des températures élevées, sont en briques réfractaires. Les fondations et les doublures sont en briques de Bourgogne. L'introduction du cercueil dans le laboratoire et l'extraction des cendres se font chacune en une minute.

En résumé, cet appareil présente un mode de chauffage au gaz d'une grande régularité exigeant peu de main-d'œuvre. En outre, la température et l'admission de l'air chaud dans le laboratoire se règlent facilement. L'appareil est économique puisqu'il permet d'utiliser la chaleur des gaz de combustion. La durée de l'opération est d'une heure environ et peut même se réduire à cinquante minutes. Avec un fonctionnement continu du four, la dépense en combustible serait de 40 à 50 kilogrammes de coke par incinération. Ce four présente donc une grande supériorité sur le four Gorini.

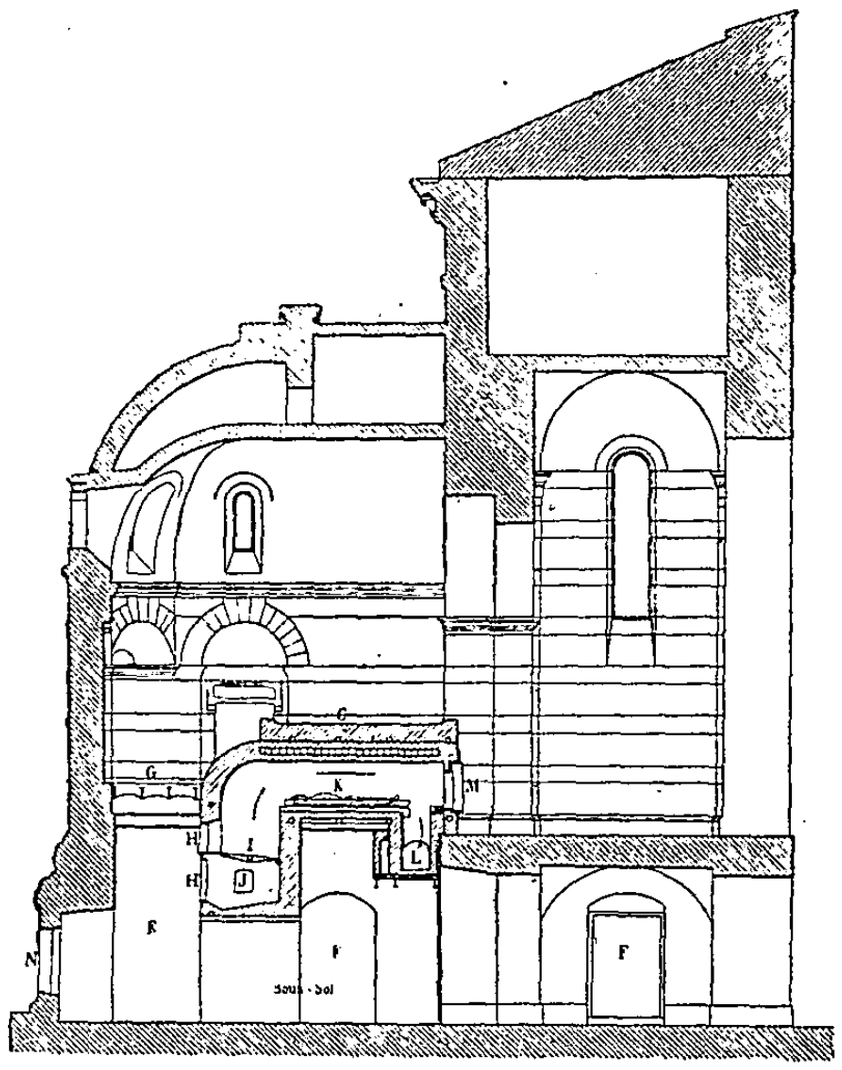
Différents autres systèmes de fours. En 1889, avant la construction du four Toisoul et Fradet, le conseil municipal avait délégué MM. Guichard et Chassaing, pour aller étudier sur place, à Milan, les conditions de fonctionnement du four Gorini. Le rapport qu'ils rédigèrent à la suite de leur étude établissait que les conditions étaient bien différentes à Paris et à Milan, et qu'il n'y avait pas grand chose à tirer de ce côté.

C'est alors que la Commission municipale eut l'excellente idée de mettre la question au concours. Plusieurs inventeurs envoyèrent leurs systèmes. Nous allons donner un aperçu des principaux.

Four E. Bourry. M. Bourry, ingénieur, chargé par la Société de crémation de Zurich d'établir un crématoire dans cette ville, a présenté les plans de son appareil.

Le combustible qu'il emploie est le coke. Il n'est pas brûlé sur grille, mais transformé en oxyde de carbone dans un gazogène. Ce gaz se répandant alors dans l'intérieur du four et dans les carneaux, y rencontre de l'air échauffé par circulation ; il achève de s'oxyder, et finit par s'échapper à une température assez basse, par la cheminée, sous forme d'acide carbonique. Ce four

est ainsi chauffé entre 700 et 800°. On arrête alors l'arrivée de l'oxyde de carbone dans le four, on y introduit le cadavre, et on n'y laisse plus pénétrer que de l'air chaud, qui, dès ce moment, ne rencontre plus, d'autre combustible que le cercueil et le corps. L'admission d'oxyde de carbone et d'air chaud dans les carneaux extérieurs continue pendant toute la durée de l'opération, de sorte que les parois de la chambre d'incinération conservent constamment le maximum de chaleur.



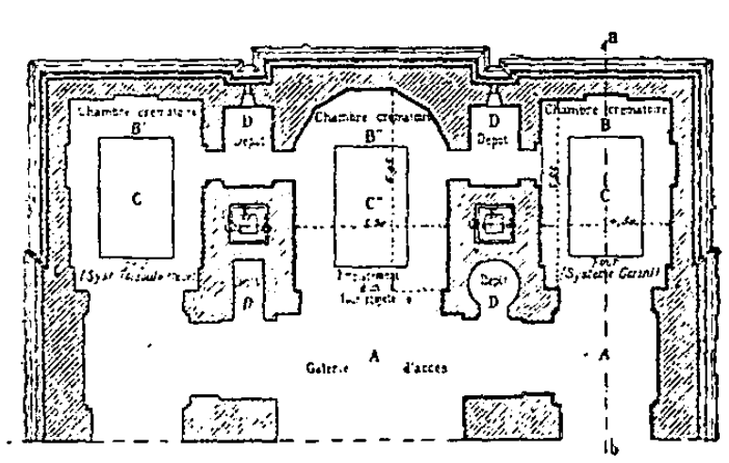


Fig. 418 et 419. — *Coupe verticale et plan du monument crématoire du Père-Lachaise.*

Il en résulte que les incinérations peuvent se suivre sans interruption dans le four Bourry, tandis que dans le four Siemens, chaque incinération doit être suivie d'un réchauffement. La durée d'une incinération par ce système est d'une heure environ.

Four Marini. Ce four renferme un moufle, contenant une cornue, tous deux en terre réfractaire. Le chauffage a lieu au gaz, au moyen d'une batterie de tubes à injecteurs d'air.

Des carneaux coupent l'appareil en deux parties isolées, dans lesquelles on dirige à volonté la chaleur du foyer ou les produits gazeux de la crémation, qui sont rebrûlés par le foyer.

Le chauffage de la plaque réfractaire sur laquelle repose le corps entraîne des délais trop considérables.

Système Klein. Il s'agit dans ce système, d'un chalumeau d'appareilleur, opérant dans une cornue, ouverte aux deux bouts, et munie d'une cheminée. Un petit four de ce système a brûlé 25 kilogrammes d'os en vingt-cinq minutes.

M. *Venini*, ingénieur italien, déjà connu par un crématoire de son invention, décrit dans notre *Dictionnaire*, propose, pour activer l'incinération des viscères, de lancer dans son appareil, des jets de pétrole vaporisé. Il espère par ce moyen ne pas dépasser une heure pour une incinération complète.

Four Guichard. Ce four, le seul que nous ayons rencontré à l'Exposition de 1889, à Paris, se distingue des précédents, en ce que la chaleur est fournie par l'inflammation à son entrée dans le four, d'un mélange de gaz d'éclairage et d'air comprimé. L'emploi de l'air comprimé, au lieu d'air à la pression atmosphérique, a l'avantage d'augmenter de beaucoup la quantité de gaz brûlée dans l'unité du temps, et partant augmente aussi la température intérieure du four.

Objection scientifique et économique à la crémation. Nous avons vu que les raisons de l'antipathie pour la crémation sont, en général, d'ordre purement sentimental. Un savant anglais, dont nous ne connaissons pas le nom, a fourni récemment aux adversaires de la crémation des arguments à la fois scientifiques et économiques.

Les matériaux qui constituent chimiquement le corps humain semblent au premier abord assez communs et d'une valeur industrielle médiocre. Un individu du poids moyen de 70 kilogrammes, est formé en effet de 44 kilogrammes d'oxygène, de 7 kilogrammes d'hydrogène, de 1k,72 d'azote, 800 grammes de chlore, 100 grammes de fluor, 12 kilogrammes de carbone, 800 grammes de phosphore, 100 grammes de soufre, 1k,75 de calcium, 80 grammes de potassium, 70 grammes de sodium, 50 grammes de magnésium et 45 grammes de fer.

« Après la mort, ces éléments se dissocient en acide carbonique, en eau, en ammoniaque, etc.; les parties molles décomposées, il reste des phosphates et des carbonates. Tous ces produits sont utilisés dans la nature. Les sels dissous par l'eau, l'ammoniaque, l'acide carbonique servent à la nutrition des plantes. Dans la circulation éternelle de la matière, ces éléments vont incessamment du végétal à l'animal et de l'animal au végétal. Nous mangeons les végétaux nourris de nos ancêtres, et nous servirons, à notre tour, à la nourriture de nos descendants.

« En enterrant nos morts, nous entravons jusqu'à un certain point cette circulation de la matière; mais nous la retardons seulement, et en fin de compte, la décomposition assure le retour au règne minéral et l'utilisation des produits formés.

« Mais qu'advient-il dans la crémation ? Les produits utiles sont-ils les mêmes que dans la décomposition ordinaire ? Au lieu de se combiner à l'hydrogène pour former de l'ammoniaque, l'azote se dégage à l'état de gaz isolé. Or l'azote atmosphérique ne semble jouer aucun rôle dans la nutrition des plantes qui ne l'assimilent qu'à

l'état d'ammoniaque. La crémation s'oppose donc à la formation d'un gaz utile et lui substitue un gaz inerte.

« En outre, en conservant les cendres dans des urnes funéraires, on prive le sol de sels précieux, nécessaires à la végétation. Les phosphates qui forment les cendres, phosphates si utiles aux céréales, se trouvent immobilisés, soustraits à la circulation. Il y a là une perte sèche, un véritable gaspillage qu'on ne doit pas négliger dans une société bien organisée ».

Crémation des immondices. Puisque le feu purifie tout, on a songé à l'utiliser aussi pour se débarrasser des immondices qui s'accumulent si souvent en grande quantité dans les grands centres.

C'est en Angleterre, puis aux Etats-Unis qu'on a songé, en premier lieu à ce moyen. A Milwankee (Etats-Unis, Wisconsin), un four a été construit, qui brûle journellement 20,000 kilogrammes d'ordures de toute espèce. Un four semblable a été construit à Chicago, un autre à Minneapolis, etc. En Angleterre, la question est à l'ordre du jour depuis longtemps ; elle a pratiqué dans beaucoup de ses villes le système de destruction des immondices par le feu, et s'en est bien trouvée.

Les immondices des villes se composent du contenu des boîtes à ordures des maisons, des détritus des marchés, des déchets des boutiques et magasins et des balayures des rues.

Le contenu des boîtes à ordures consiste ordinairement en cendres, en détritus d'origine animale ou végétale, en verre cassé, poteries, etc.

Dans les détritus des marchés, les matières végétales et animales dominent encore. Enfin, les rebuts du commerce se composent surtout de papier, de paille, de copeaux, de morceaux de verre, de cendres, de briques, etc.

On estime de 200 à 300 tonnes par an et par 1,000 habitants le rebut des villes. Il est intéressant de se débarrasser de la partie de cette masse qui n'a pas ou presque pas de valeur.

Le premier essai de crémation des détritus eut lieu en 1870, à Paddington (Londres) ; il ne réussit pas. Il n'en fut pas de même à Manchester, qui a, depuis 1877, construit douze fours, qui fonctionnent couramment.

Ces fours sont construits en briques ordinaires, avec un revêtement intérieur en briques réfractaires. Les immondices préalablement tamisées pour en séparer les cendres et le fraisil, sont jetées par un trou disposé à cet effet ; on les brûle dans les fours, avec un mélange de charbon ; la température intérieure ne dépasse pas 350°, et aucune odeur n'incommode le voisinage. On brûle environ 4,700 kilogrammes d'immondices par four et par vingt-quatre heures, avec une surface de grille de près de 2 mètres carrés. Les cendres recueillies ensuite donnent à peu près la moitié du poids des matières introduites. Elles ne restent pas inutilisées ; on les emploie à faire du mortier.

A Birmingham, des fours, mais d'un autre système, ont été également établis.

La question de la crémation des détritus des villes est assez intimement liée à celle de l'hygiène et de l'assainissement, pour mériter une attention sérieuse de la part des pouvoirs publics. La question a été agitée au conseil municipal de Paris, en 1888, et depuis on n'en a plus entendu parler. Nous souhaitons vivement et espérons bien que les procédés qui ont obtenu plein succès en Angleterre et en Amérique seront appliqués à Paris très prochainement. — L.-A. B.

* **CREUSOT** (Le). Depuis l'étude très complète que nous avons donnée au *Dictionnaire* sur les usines du Creusot, nous avons à constater une extension de ses divers services. Les multiples applications de l'électricité devaient provoquer l'attention de MM. Schneider qui ont, en effet, organisé un atelier pour la construction des machines électriques. Cette section, après des agrandissements successifs, reçoit en ce moment même, un développement important par suite de l'exclusivité réservée au Creusot pour la construction des machines (éclairage et transport de force) Zipernowski, Dery et Blathy, de Budapest.

Dans les bâtiments nouveaux, nous trouvons une usine spéciale où l'on étudie et où s'achève le matériel d'artillerie et de fortifications dont les autres ateliers préparent les éléments, canons, affûts, tourelles métalliques, fixes et mobiles, etc., etc.

De notables perfectionnements ont été apportés dans l'outillage des usines et la puissance de production s'est accrue sensiblement ; le forgeage des grosses pièces a été muni d'une presse de 6,000 tonnes et d'une presse à forger de 2,000 tonnes. La grande forge, dont l'outillage a été presque entièrement renouvelé dans ces dernières années, a été dotée entre autres d'un nouveau train mû par une machine de 4,000 chevaux ; on y fabrique des plaques de cuirassement pour ponts de navires et des tôles de dimensions exceptionnelles.

On peut mentionner encore la création d'un atelier de broyage pour les scorices de déphosphoration qui trouvent un bon emploi dans l'agriculture. — V. DÉPHOSPHORATION.

Enfin les chantiers de Châlon ont été organisés pour la construction des torpilleurs dont la fabrication prend chaque jour, une importance plus grande.

Institutions bienfaisantes. Parmi les institutions créées en faveur des ouvriers de l'industrie et que l'Exposition nous a révélées, celles du Creusot se distinguent par leur caractère exclusivement patronal ; là, point d'initiative personnelle, l'ouvrier travaille et produit, le patron s'occupe de son bien être physique et moral. Cette organisation a ses avantages, puisqu'elle se recommande par une longue durée de séjour des ouvriers aux usines et par la formation d'une épargne importante, mais nous sommes trop opposé à l'Etat distributeur impeccable du bonheur du peuple, pour admettre le principe du patron-providence. Certes, le chef d'industrie a charge d'âmes, il doit autre chose que le salaire à ses ouvriers, et il manque à ses devoirs sociaux s'il ne leur donne toutes les satisfactions morales et matérielles qu'il peut lui procurer ; mais il est non moins incontestable qu'en inspirant aux ouvriers, avec l'amour du travail et le goût de l'économie, une idée plus haute de leur individualité et des efforts personnels qu'ils ont à faire, on crée une force morale et sociale qui ne saurait exister par cet abandon d'eux-mêmes à la sollicitude d'un patron bienfaisant. Et si ce patron cesse d'être bon ?... Simple réflexion et qui n'infirme en rien l'importance des institutions créées au Creusot ; nous avons retrouvé, synthétisée à l'Exposition par des tableaux fort intéressants, l'étude que nous en avions donnée au *Dictionnaire,* nous n'y reviendrons pas. On peut penser autrement que les créateurs de ces institutions, mais il faut reconnaitre que les résultats obtenus dans cette agglomération considérable sont dignes de la sérieuse attention de l'économiste et de l'observateur.

* **CRYPTOPHONE, CRYPTOPHONIE.** Etym. du grec (κρύπτος caché et φωνὴ son). La *cryptophonie* est l'ensemble des procédés électriques et mécaniques employés pour réaliser la surveillance automatique à distance d'un terrain, d'une région sous-marine, d'une route, d'un fleuve ou d'une maison inhabitée, à l'aide d'appareils spéciaux appelés *cryptophones* — V. TÉLÉPHONIE.

Le cryptophone est un appareil qui révèle les sons ou bruits cachés ou souterrains. Il a été inventé en 1882 par le commandant R. Henry, du corps du génie, dans le but de permettre la surveillance automatique à grande distance d'un terrain militaire ou d'un local quelconque à l'aide d'un dispositif portatif comportant un trépidateur spécial, un microphone et un avertisseur à déclenchement. Le *cryptophone* de MM. Henry et Berthon qui figurait à l'Exposition de 1889 se composait : 1° d'une boîte métallique cylindrique renfermant les organes révélateurs et destinée à être enfouie dans le sol ou sous un plancher pour y recueillir les bruits ; 2° d'un cordeau électrique enterré réunissant le cryptophone au poste d'observation placé à 2, 3, 4, 10, etc. kilomètres de l'endroit surveillé ; 3° d'un tableau avertisseur et enregistreur de la nature des bruits produits.

Le cryptophone, déjà essayé avec succès dans l'armée et dans la marine de guerre, rend également des services pour la protection contre les voleurs des maisons de campagne, des établissements financiers et pour le contrôle de la vitesse des trains de chemins de fer en un point déterminé de la voie.

Divers types de cryptophones ont été employés au Mont-Valérien en 1883-1886-1888 et dans les ports de mer de Cherbourg et de Toulon.

* **CUBAGE** ou **CUBATURE.** A l'étude que nous avons donnée au *Dictionnaire,* nous croyons devoir ici ajouter un exposé du même sujet sous la forme de l'application des procédés pratiques les plus généralement employés.

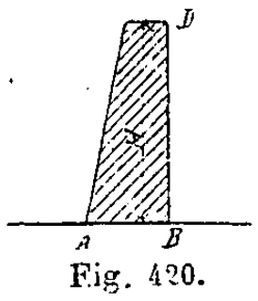


Fig. 420.

Supposons qu'il s'agisse de déterminer le volume d'un mur de soutènement plus large en bas qu'en haut (fig. 420). Ce mur a une forme trapézoïdale. Or la surface d'un trapèze étant égale à la demi-somme des bases parallèles multipliée par la hauteur nous aurons $\frac{AB+CD}{2}\times H$ ce qui nous donnera la surface, et si nous désignons par L la longueur du mur nous aurons à multiplier le produit obtenu ci-dessus par L pour avoir le cube du mur. Supposons que AB=2 mètres, CD=0^{m},50, H=5 mètres et L=20 mètres, le cube total de ce mur sera égal à $\frac{2,00+0,50}{2}\times 5,00\times 20,00=125$ mètres cubes.

Supposons, en outre, qu'il s'agisse de déterminer le volume d'un solide engendré par deux rectangles parallèles, mais ayant des surfaces différentes, que nous représentons en perspective afin de rendre la démonstration plus claire (fig. 421).

Soit le petit rectangle ABCD séparé du grand rectangle EF GH par une longueur L; supposons que la base AB est égale à 1^{m},50 et la hauteur AC ou DB à 2 mètres, la surface sera par conséquent égale à 1^{m},50$\times$2^{m},00=3^{m2},00; supposons pour le grand rectangle que sa base EF est égale à 2^{m},30 et sa hauteur EG ou FH à 2 mètres, la surface sera égale à 2^{m},30$\times$3^{m},00=6^{m2},90. Ces deux surfaces étant séparées par une longueur L égale à 9 mètres, nous aurons :

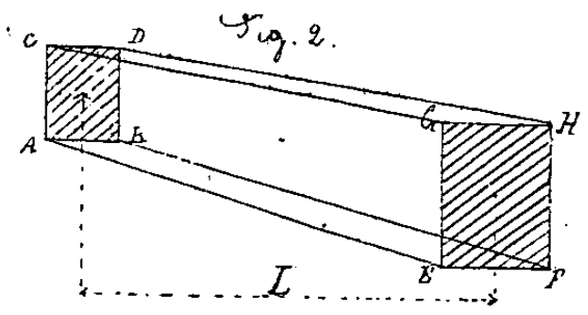


Fig. 421.

$$\frac{3,00+6,90}{2}\times 9,00=44^{m3},55.$$

Le calcul peut s'effectuer également sous la forme suivante :

$$\frac{1,50\times 2.00+2,30\times 3.00}{2}\times 9,00=44^{m2},55.$$

Prenons maintenant le cas d'un solide irrégulier, dont les surfaces extrêmes ne sont pas égales et sont formées par des lignes qui en se refermant constituent deux polygones irréguliers (fig. 422).

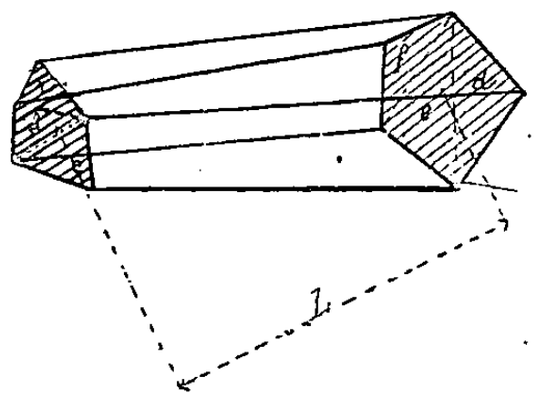


Fig. 422.

Les surfaces qui engendrent ce solide sont irrégulières, mais on remarque que chacune d'elles peut être obtenue en décomposant la figure et en la ramenant à trois triangles que nous avons indiqué par un pointillé. La surface d'un triangle étant égale au produit de la base par la moitié de la hauteur, nous n'aurons qu'à mesurer les dimensions de chacun d'eux. En commençant par la petite base du solide, nous supposerons que le petit triangle *a* a 1^{m},80 de base et 1 mètre de hauteur, le second triangle *b* 1^{m},40 de base et 1^{m},60 de hauteur, le troisième 1^{m},90 de base et 1^{m},40 de hauteur. Passons ensuite à la grande base du solide, nous supposerons que le triangle *d* a 4^{m},10 de base et 1^{m},50 de hauteur, le triangle *e* 4 mètres de base et 1^{m},60 de hauteur, enfin le triangle *f* 3^{m},10 de base et 1^{m},40 de hauteur.

En effectuant tous les calculs nous aurons :

Petite base, triangle *a*, $1.80\times\frac{1,00}{2}=$ 0^{m},90

— — *b*, $1,40\times\frac{1,60}{2}=$ 1^{m}.12

— — *c*, $1,90-\frac{1,40}{2}=$ 1^{m},33

Surface totale de la petite base. 3^{m},35

Grande base, triangle *d*, $4{,}00 \times \frac{1{,}50}{2} = 3^m{,}00$

— — *e*, $4{,}00 \times \frac{1{,}60}{2} = 3^m{,}20$

— — *f*, $3{,}10 \times \frac{1{,}40}{2} = 2^m{,}17$

Surface totale de la grande base. $8^m{,}37$

Et si nous faisons la longueur L égale à 8 mètres, nous aurons :

$$\frac{3{,}35+8{,}37}{2} \times 8{,}00 = 46^m{,}88$$

qui sera le cube du solide.

En général, le volume d'un solide quelqu'irrégulier qu'il soit, s'obtient au moyen de la décomposition de ce solide en tranches parallèles, aussi multipliées qu'il est nécessaire, de manière à arriver à détacher pour ainsi dire de la masse, un nombre plus ou moins considérable de petits solides dont les volumes ajoutés les uns aux autres forment le cube total.

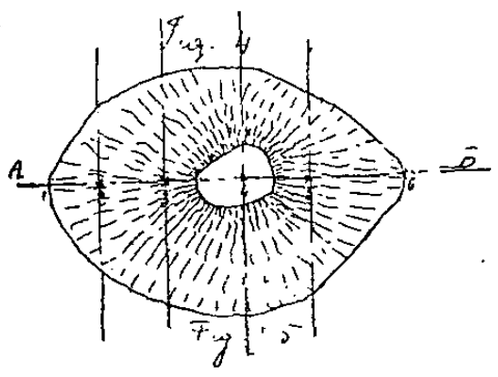


Fig. 423.

Supposons, par exemple, qu'on ait à déterminer le volume d'une masse de terre présentant la forme de la figure 423.

Nous commencerons par tracer une ligne droite passant par les points extrêmes, soit la ligne AB. A tous les accidents de terrain que nous rencontrerons sur son parcours, nous y placerons un piquet ou un jalon et nous nivellerons ensuite chacun des points repérés numérotés à l'avance. Ce nivellement fait nous en rapporterons les résultats que nous inscrirons sur la coupe ci-jointe (fig. 424) qui nous servira de profil en long.

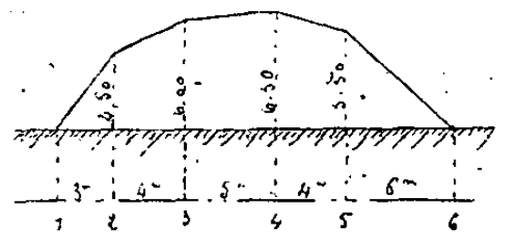


Fig. 424.

Nous procéderons ensuite au relevé des largeurs et des cotes de hauteur transversales que nous désignerons sous le nom de *profils en travers*. Nous agirons comme nous venons de le faire pour le profil en long, en les rapportant à la même échelle.

On voit par le croquis (fig. 423) que nous avons suivant la définition donnée plus haut, divisé le solide en tranches parallèles auxquelles nous avons donné des numéros d'ordre correspondant aux numéros du profil en long. Nous aurions pu multiplier ces tranches, mais comme nous ne faisons qu'indiquer une méthode, nous préférons nous borner à recommander à ceux qui en feront usage, d'agir toujours suivant le degré plus ou moins grand d'exactitude qu'ils voudront obtenir.

On peut voir dès à présent que le cube du solide est facile à obtenir. Le tableau de la page 656

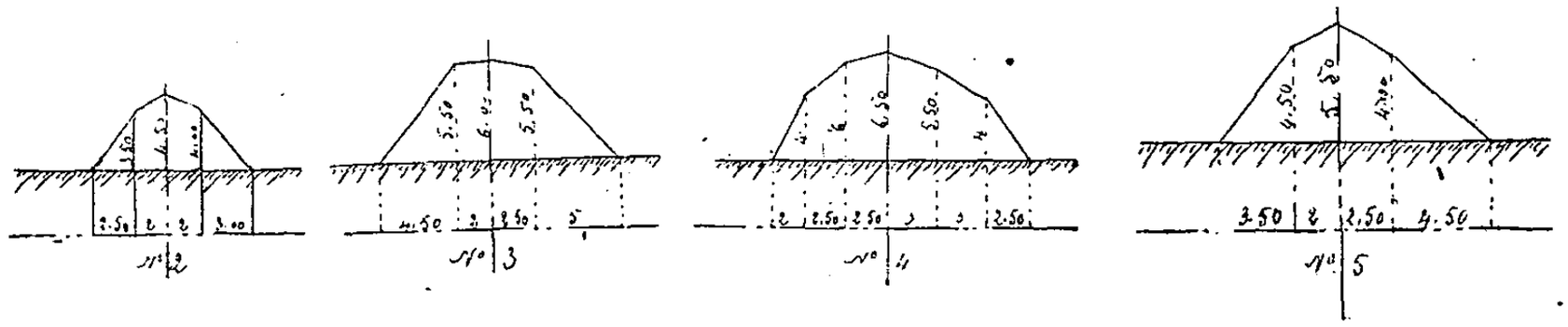


Fig. 425 à 428.

indique le procédé le plus rapide et le plus complet qu'on doit employer en pareil cas, tous les calculs y étant indiqués et pouvant toujours être par conséquent contrôlés et vérifiés :

Les procédés que nous avons indiqués plus haut (fig. 423 et 424) peuvent s'appliquer aux bois de charpente équarris. Il nous reste maintenant à parler du cubage des bois en grume.

La forme des bois en grume est cylindrique quelquefois, mais le plus souvent elle affecte la forme d'un tronc de cône plus ou moins régulier. Lorsqu'on a à cuber une pièce de bois cylindrique, on mesure la circonférence du cylindre et en divisant cette dimension par le rapport de la circonférence au diamètre qui est de $3^m{,}1415926$ on obtient le diamètre. La moitié de ce diamètre est égale au rayon. Soit un cylindre de 4 mètres de longueur dont la circonférence est égale à $0^m{,}76$; nous diviserons cette dernière dimension par le rapport de la circonférence au diamètre, soit par $3^m{,}1416$ chiffre adopté dans la pratique.

Nous aurons donc $\frac{0{,}76}{3{,}1416} = 0{,}2419$. Nous prendrons $0^m{,}242$ qui est le diamètre et par conséquent 0.121 qui est le rayon. La superficie d'un cercle étant égale au produit de sa circonférence multiplié par la moitié du rayon, nous aurons $0{,}76 \times \frac{0{,}121}{2} = 0{,}04598$ ou plus simplement 0,046 qui est la section que nous multiplierons par la longueur de la pièce et le cube total sera :

$$0{,}046 \times 4{,}00 = 0^{m3}{,}184.$$

Dans la pratique on détermine en général les cubes des bois en conservant trois décimales aux produits, et en forçant la troisième décimale lorsque la quatrième est égale ou supérieure à cinq.

Numéros des profils	Eléments des surfaces	Surfaces	Longueurs applicables	Cubes partiels	Observations
1	»	»	»		Profil nul. Intersection du solide avec le plan horizontal sur lequel il est placé.
2	Triangle $\frac{2,50 \times 3.50}{2}$	4.375			
	Trapèze $2,00 \times \frac{3,50+4,50}{2}$	8.000			
	Trapèze $2,00 \times \frac{4,50+4,00}{2}$	8.500			
	Triangle $\frac{3,00 \times 4,00}{2}$	6.000			
	Surface totale.	26.875	$\frac{3,00+4,10}{2}$	90.06	
3	Triangle $\frac{4,50 \times 5,50}{2}$	12.375			
	Trapèze $2,00 \times \frac{5,50+6,00}{2}$	11.500			
	Trapèze $2,50 \times \frac{6,00+5,50}{2}$	14.375			
	Triangle $\frac{5.50 \times 5.00}{2}$	13.750			
	Surface totale.	52.000	$\frac{4.00+5,00}{2}$	234.00	
4	Triangle $\frac{2,00 \times 4.00}{2}$	4.000			
	Trapèze $2,50 \times \frac{4,00+6,00}{2}$	12.500			
	Trapèze $2,50 \times \frac{6,00+6.50}{2}$	15.625			
	Trapèze $3,00 \times \frac{6,50+5.50}{2}$	18.000			
	Trapèze $3,00 \times \frac{5.50+4,00}{2}$	14.250			
	Triangle $\frac{2,50 \times 4,00}{2}$	5.000			
	Surface totale.	69.375	$\frac{5,00+4,00}{2}$	312.19	
5	Triangle $\frac{3.50 \times 4,50}{2}$	7.875			
	Trapèze $2,00 \times \frac{4,50+5,50}{2}$	10.000			
	Trapèze $2,50 \times \frac{5.50+4.00}{2}$	11.875			
	Triangle $\frac{4,50 \times 4,00}{2}$	9.000			
	Surface totale.	38.750	$\frac{4,00+6,00}{2}$	193.75	
6	»	»	»	»	Profil nul comme le n° 1.
	Cube total du solide			830.00	

Prenons maintenant le cas d'une pièce de bois affectant un tronc de cône plus ou moins régulier. Dans ce cas, on mesure la circonférence de l'arbre en deux ou trois endroits de sa longueur, aux deux extrémités et au milieu et on prend la moyenne; cette moyenne donne la circonférence d'un cercle dont il faut comme ci-dessus multiplier la surface par la longueur de l'arbre. Supposons que la circonférence d'une extrémité soit $1^m,23$; celle du milieu $0^m,94$ et celle de l'autre extrémité $0^m,77$. Nous aurons ;

$$\frac{1,23+0,94+0,77}{3}=0,98$$

pour la circonférence moyenne. Or :

$$\frac{0,98}{3,1416}=0,3119$$

qui sera le diamètre et $0^m,1559$ qui sera le rayon. Nous prendrons $0^m,156$ et nous aurons, en supposant que l'arbre a une longueur de 7 mètres,

$$0,98 \times \frac{0,156}{2} \times 7,00 = 0^{m3},535.$$

Il nous reste à dire un mot du procédé employé pour mettre en œuvre le bois en grume, procédé qui consiste à équarrir le bois, c'est-à-dire à lui donner la forme d'un parallélipipède rectangle. Dans le commerce on prend pour côté de l'équarrissage, soit le tour de l'arbre pris au milieu, soit le quart de ce tour préalablement réduit de 1/5 ou

de 1/6 suivant les conditions d'un marché adopté pour l'application du prix unitaire. On dit alors, suivant le cas que le mesurage sera fait, au quart, au cinquième déduit, au sixième déduit. — L. D.

CUBILOT. *T. de métall.* Comme on l'a vu, dans le *Dictionnaire*, les cubilots sont de petits fours à cuve. Ils sont à tirage forcé et le combustible y est mélangé, plus ou moins intimement, à la matière à fondre. Il en résulte : 1° que les cubilots ont besoin d'être actionnés par un ventilateur ou quelque machine soufflante ; 2° que les cendres du combustible devant être fondues pour être séparées de la matière utile, on a intérêt à employer des combustibles aussi purs que possible et par conséquent dont le prix est élevé. Dans ces dernières années, les perfectionnements que l'on a cherché à apporter aux cubilots ont donc été dirigés dans deux directions : simplification de la soufflerie et économie du combustible.

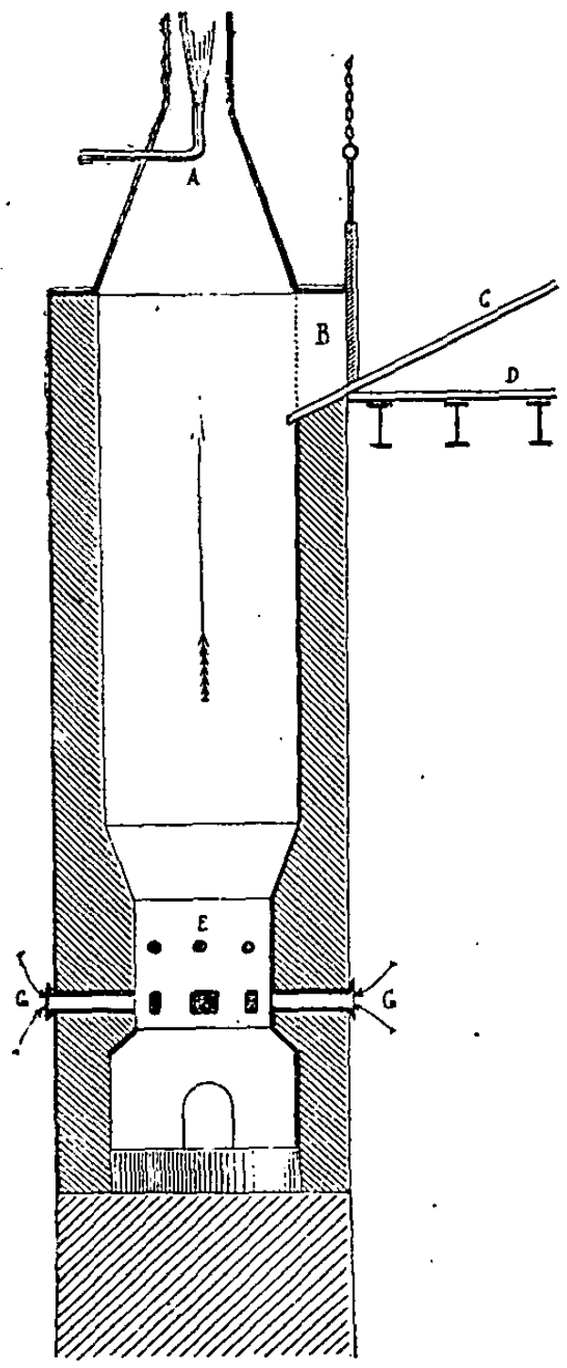


Fig. 429.

A Jet de vapeur. — *B* Porte de chargement. — *C* Plan incliné de chargement. — *D* Plate-forme de chargement. — *E* Rangée supérieure des trous d'air. — *G* Rangée inférieure de trous d'air.

1° *Simplification de la soufflerie.* Il ne pouvait être sérieusement question d'employer le tirage naturel, quoiqu'il ait été essayé dès 1855. Il fallait trop de temps pour allumer la masse entière que l'air avait de la peine à traverser ; de plus, à moins de disposer d'une cheminée excessivement élevée, la marche était trop lente et les cubilots, destinés à la fonderie, doivent être, avant tout, des appareils de fusion rapide, que l'on fait marcher pendant quelques heures par jour et souvent sans continuité.

Le *tirage forcé, à jet de vapeur*, peut être considéré comme une solution recommandable déjà proposée par M. Testud de Beauregard.

Le cubilot Woodward, qui date déjà de 1865, était muni de deux rangées de tuyères d'appel communiquant librement avec l'air. La rangée supérieure servait à l'allumage et était fermée pendant la fusion. La rangée inférieure, seule, restait constamment ouverte. Comme le montre la figure 429, l'aspiration avait lieu à la partie supérieure par un jet de vapeur débouchant dans un cône qui fermait le gueulard ; le chargement se faisant latéralement par une porte munie d'un registre. Cet appareil, qui remplaçait une machine à vapeur et un ventilateur, était d'une marche satisfaisante ; cependant, il s'est peu répandu, soit que les appels d'air par la porte de chargement fussent une cause de diminution de tirage, soit que la consommation de vapeur ne fut, de ce fait, exagérée.

Pour obvier au ralentissement du tirage pendant le chargement, M. Krigar a fait breveter, en 1884, un cubilot à jet de vapeur et à tirage renversé. Comme on le voit dans la figure 430, le cubilot est muni d'un avant-creuset, à la partie supérieure duquel se trouve un injecteur qui fait appel d'air. Les charges, une fois le cubilot allumé, sont donc traversées par de l'air froid et les produits de la combustion maintiennent la fonte chaude dans l'avant-creuset. Le chargement est commodé, car les ouvriers ne risquent pas d'être incommodés par l'oxyde de carbone, et la porte, par laquelle il se fait, peut rester continuellement ouverte, sans inconvénient. La zone de fusion se trouve au-dessous des entrées d'air et la fonte n'est soumise qu'indirectement au contact de l'air, celui-ci étant déjà mélangé d'une grande quantité d'oxyde de carbone quand la température est la plus élevée. Il peut donc y avoir une action affinante moins énergique, qui peut conserver une plus grande proportion du silicium et par conséquent du carbone à l'état de graphite. Quant à l'économie du combustible, elle ne pourrait s'expliquer que par une quantité plus considérable d'acide carbonique produit et nous ne connaissons pas d'analyse de gaz provenant de la marche de ce cubilot.

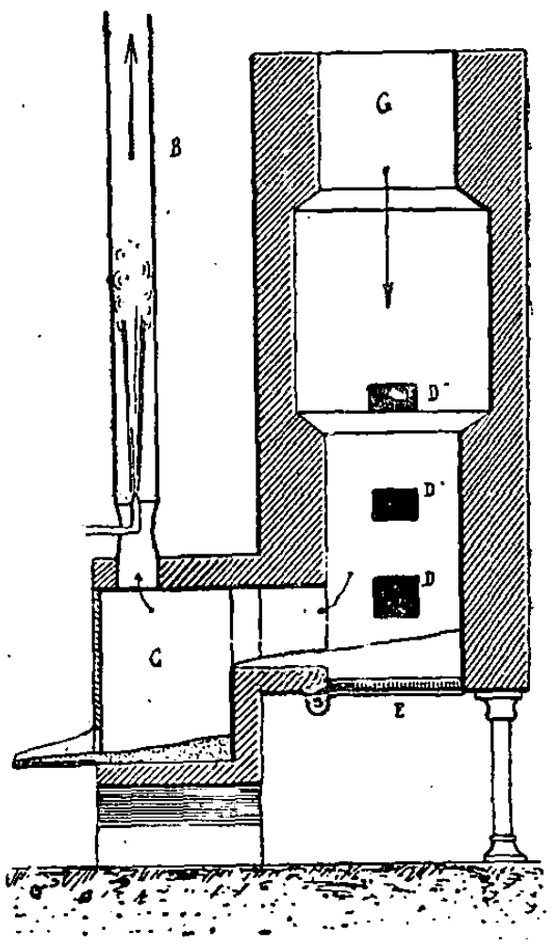


Fig. 430.

B Tube d'aspiration. — *C* Avant creuset. — *D D'* Orifice d'arrivée d'air. — *E* Fond mobile. — *G* Gueulard.

En 1883, M. Herbertz, de Cologne, a fait breveter un cubilot à jet de vapeur où l'indépendance du chargement est obtenue au moyen d'une fermeture à cloche placée à la partie supérieure, tandis que le jet de vapeur débouche latéralement dans une cheminée (fig. 431).

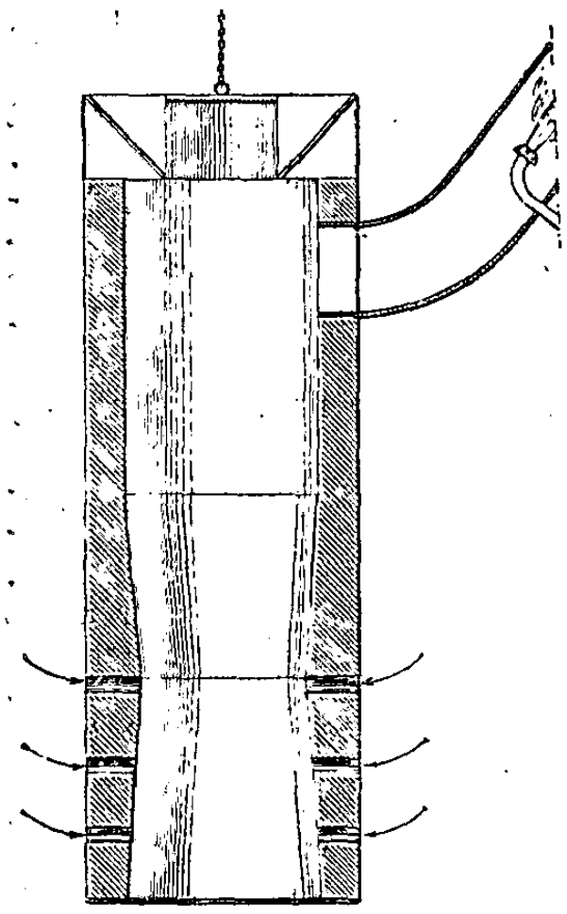


Fig. 431.

Dans des essais faits en Allemagne, la consommation de vapeur a atteint, pour un diamètre de 10 millimètres, 92 kilogrammes par heure, tandis qu'avec une soufflerie Root de trois chevaux, correspondant à une même vitesse de fusion, la consommation a été de 90 kilogrammes. Ce n'est donc pas de ce côté qu'il faut chercher l'économie de combustible.

D'après l'inventeur, il faudrait admettre comparativement avec les autres cubilots, la composition suivante pour le gaz sortant du gueulard :

	Acide carbonique	Oxyde de carbone	Oxygène libre
Cubilots ordinaires. .	15.00	8.0	0
Cubilot Herbertz . . .	10.07	0	6.7

Il nous semble difficile de comprendre l'absence complète d'oxyde de carbone et la présence d'un pareil excès d'oxygène libre. Dans les essais comparatifs faits en Allemagne et cités plus haut, on a trouvé en volume :

	CO^2	CO	O
Cubilots Krigar et Ireland	12.42 à 16.55	2.55 à 11.73	0
Cubilot Herbertz. . .	10 à 11.5	0 à 3.4	6.5 à 8.2

Quoi qu'il en soit, cet oxygène libre indique un excès d'air, qui traverse inutilement le cubilot et doit entraîner une assez grande quantité de chaleur.

L'inventeur prétend ne consommer que 5 0/0 de coke, sans compter celui de l'allumage ; ce serait peu ; dans une expérience faite à Cologne, avec du coke à 3 0/0 d'eau et 6.8 0/0 de cendres on a brûlé, en effet, 5 0/0 de coke pour la fusion et 10 0/0 y compris le coke d'allumage.

Nous avons vu que la consommation de vapeur pour l'injecteur-aspirateur, était égale à ce qu'un ventilateur ordinaire aurait absorbé.

2° *Ecònomie de combustible.* Si les cubilots avaient une marche plus continue que les fonderies n'ont l'habitude et le besoin de leur donner, il est possible que l'on puisse arriver à effectuer la fusion de la fonte en transformant en gaz des combustibles quelconques, dont le prix est moins élevé. En attendant cette solution, il faut compter sur l'emploi d'un coke spécialement pur et par conséquent assez cher, donnant une fusion rapide et ne dénaturant pas la fonte.

Un système récent, qui abaisse notablement la consommation du coke et qui, pour cette raison, mérite une mention spéciale, c'est celui qui a été imaginé par MM. Greiner et Erpf, de Chisnowiz (Hongrie). Il existe, dans tout cubilot, une zone où la température du coke n'a pas atteint l'incandescence et où, cependant, l'oxyde de carbone est assez chaud pour pouvoir s'enflammer et se transformer en acide carbonique, en produisant un supplément de chaleur. En cherchant à brûler cet oxyde de carbone, on pourra échauffer la fonte sans craindre que l'acide carbonique produit puisse se transformer, de nouveau, en oxyde de carbone, d'où une économie notable dans la consommation du coke.

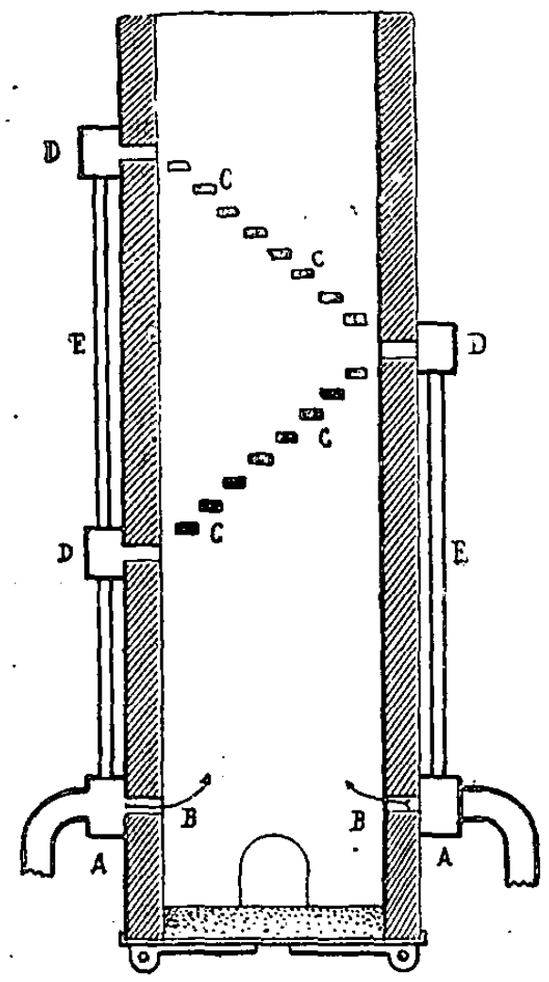


Fig. 432.

A A Orifices d'arrivée du vent. — *B B* Tuyères principales — *C C* Petites tuyères complémentaires. — *D D* Boites à vent des tuyères complémentaires. — *E E* Tube de répartition du vent entre les tuyères principales et les tuyères complémentaires.

MM. Greiner et Erpf, en partant de ce principe, ont disposé, en hélice, au-dessus des tuyères inférieures, qui continuent à jouer le rôle principal dans la combustion du coke, une série de tuyères prenant l'air dans la boîte à vent au moyen de tubes verticaux munis d'une valve de réglage. Ils sont arrivés, ainsi, à n'obtenir, au gueulard, que des gaz très peu chauds ne renfermant pour ainsi dire pas d'oxyde de carbone.

Les résultats indiqués, par des expériences en différents endroits, de cubilots ordinaires transformés en système Greiner et Erpf, sont très caractéristiques.

	Coke de fusion p. 100 de fonte	Coke total allumage compris
Essais de Chisnowitz.		
Ancien type	9.46	12.28
Greiner et Erpf	2.80	6.27
Société Union (Dortmund).		
Cubilot Ireland	9.65	15.75
Greiner et Erpf	5.25	9.18
Société de construction de Prague.		
Greiner et Erpf.	3.95	5.97
Fonderie de Schlik, Buda-Pest.		
Greiner et Erpf.	3.88	6.68

La dispósition Greiner et Erpf peut s'adapter, avec une dépense inférieure à 200 francs, à tout cubilot d'un autre système.

La figure 432 donne une idée suffisante de ce système rationnel.

Cubilot-Creuset. *T. de métall.* Il existe beaucoup de cas où la fusion au creuset s'impose soit que les quantités à traiter ne soient pas considérables, soit que l'on fasse des essais, soit que la nature de l'opération demande que le métal soit traité en vase clos pour éviter le contact de l'air ou du combustible.

M. Piat, fondeur-mécanicien à Paris, a cherché à perfectionner la fusion au creuset, dans le cas où le cubilot ne répond pas aux besoins des industriels et il a réalisé ce qu'il appelle le *cubilot-creuset.* Cet appareil, qui supprime l'extraction du creuset, quand la fusion est terminée (opération dangereuse pour les ouvriers et qui nécessite une main-d'œuvre coûteuse) présente des avantages incontestables.

Le four se compose d'une enveloppe en tôle, en forme de parallélipipède, placé sur sa petite base, et, il est garni intérieurement, de briques réfractaires. A la partie inférieure, par laquelle arrive le vent à une pression de 12 à 18 centimètres d'eau, se trouve une grille, dont la partie centrale, qui porte le fromage destiné

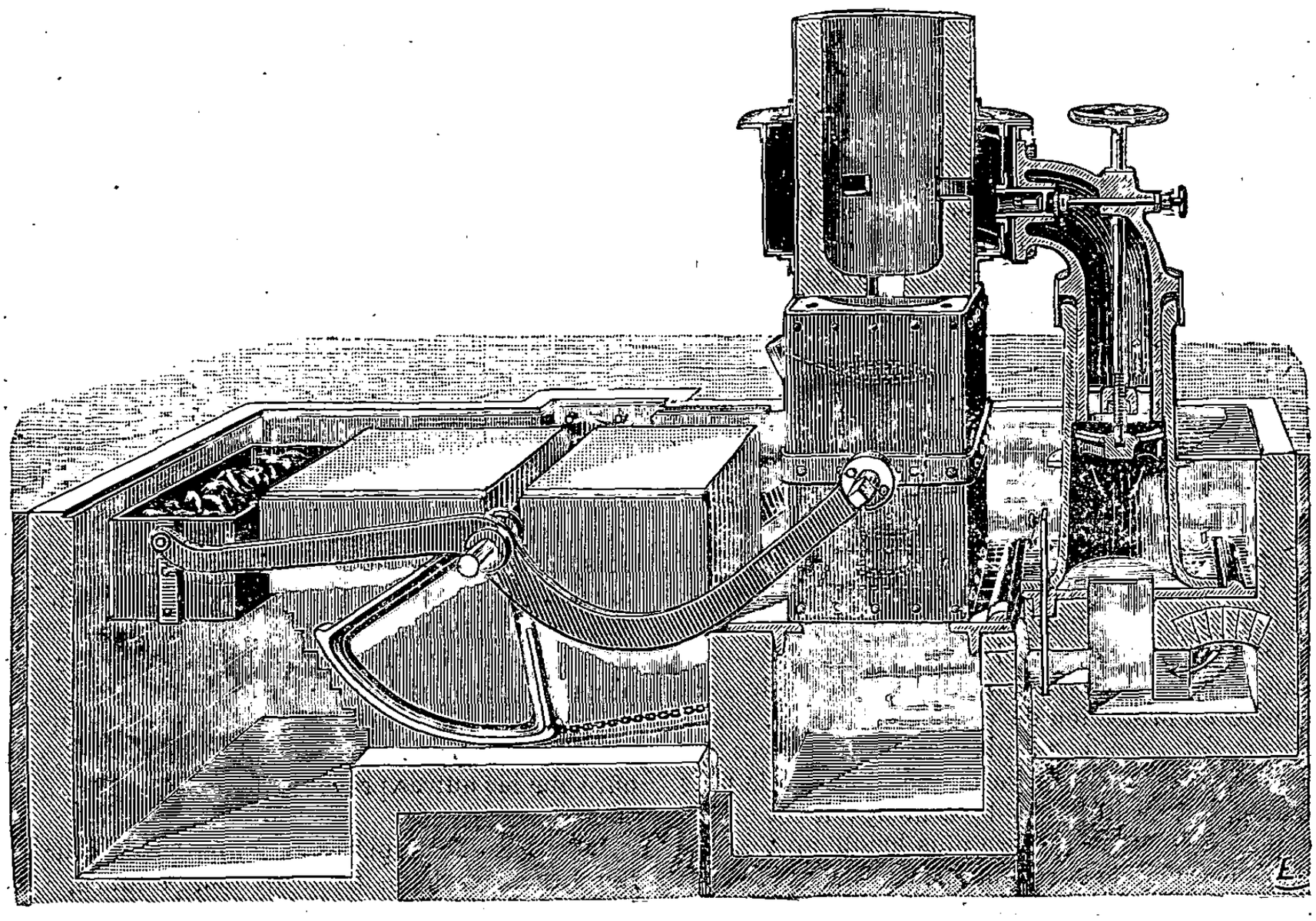


Fig. 433.

à supporter le creuset; est fixe, tandis que les barreaux placés latéralement sont mobiles pour permettre le décrassage. Deux tourillons, portés par une ceinture, servent à faire basculer le four dans un plan vertical et donnent à l'appareil une mobilité très précieuse pour la manœuvre, Le creuset reposant, à la partie inférieure, sur son fromage est maintenu, à la partie supérieure, par deux pièces en terre réfractaire; et, un bec de coulée facilite la sortie du métal en inclinant le four au-dessus de la poche.

Dans une disposition antérieure et qui avait été exposée en 1878, le four, au moment de la coulée, était enlevé par une grue ou un pont roulant et transporté auprès des moules. Au moyen d'un levier, où le poids du four et de son contenu est équilibré par un contrepoids, M. Piat supprime le transport du four et opère la coulée par un mouvement de bascule. C'est une simplification très heureuse, qui donne à l'appareil un caractère très pratique (fig. 433).

Il faut distinguer deux dispositions suivant que

l'on opère pour le cuivre ou pour d'autres métaux d'une fusibilité moindre, comme l'acier.

Pour le cuivre, M. Piat introduit, au-dessus du creuset, une *rehausse*; c'est une sorte de creuset supplémentaire percé d'un trou au fond et de deux orifices latéraux. On y empile la matière à fondre, de forme souvent volumineuse et embarrassante, qui nécessiterait, autrement, le remplissage en plusieurs fois du creuset, au fur et à mesure de la fusion, et au détriment de la rapidité du chauffage. Les gaz, qui ont échauffé le creuset, arrivant en contact avec le métal, suppriment l'intermédiaire si coûteux de la paroi en plombagine et préparent la matière, qui s'écoule progressivement dans le creuset.

On arrive, ainsi, en moins de vingt minutes, à fondre 100 kilogrammes de cuivre ou de bronze avec une dépense de coke qui ne dépasse pas 15 0/0 en marche continue.

Pour l'acier ou les métaux moins fusibles que le cuivre, la rehausse est perfectionnée et constitue alors véritablement un intermédiaire entre le cubilot et le creuset qui justifie bien l'appellation de *cubilot-creuset*.

La rehausse est logée dans une enveloppe cylindrique en tôle, laissant un passage libre aux gaz qui s'échappent autour du creuset. Le vent se divise en deux : une partie est soufflée sous la grille et active l'inflammation du coke ; une autre monte par une colonne creuse et vient actionner un cubilot minuscule tout en achevant la combustion du gaz produite dans la partie inférieure. Cette colonne creuse est en forme de potence et sa partie supérieure peut tourner dans un plan horizontal, de manière à dégager le sommet du four, quand la fusion est terminée ; on peut alors faire basculer librement le four pour procéder à la coulée. Le mouvement de bascule est obtenu au moyen d'une chaîne et d'une vis sans fin actionnée par un petit volant.

Cette disposition, très heureuse, supprime la grue d'enlevage, primitivement employée pour les fours Piat et donne lieu à une manœuvre rapide et des plus simples.

On voit, *a priori*, que le maniement du creuset, enfermé dans une enveloppe solide, évite tout danger de projection de métal. Le creuset, d'ailleurs, n'étant plus extrait péniblement avec des pinces, au moment où sa température est le plus élevée, est traité plus doucement ; il est moins exposé à se briser et dure plus longtemps. D'ailleurs l'emploi de la rehausse en utilisant les chaleurs perdues au chauffage préalable des matières, économise le temps et le combustible. — F. G.

CUIRASSEMENT. — V. BLINDAGE.

• **CUIVRAGE DES MÉTAUX.** Le fer, la fonte et l'acier sont cuivrés par trois procédés différents. L'un de ces procédés, le procédé Oudry, ne s'applique pas directement sur le métal (V. *Dictionnaire*, DÉPÔTS MÉTALLIQUES). C'est un procédé galvanoplastique, tandis que les deux autres, le procédé Elkington et le procédé Weil, sont des procédés de cuivrage direct avec adhérence sur fer, fonte et acier. Ce sont des procédés électrochimiques.

Nous avons décrit le procédé Oudry, nous n'y reviendrons que pour faire remarquer que la couche de cuivre ainsi précipitée n'adhère pas au fer. En entaillant des pièces de fonte, cuivrées par ce procédé jusqu'au fer, on peut en séparer facilement la chemise de cuivre, qui les recouvre.

La couche de cuivre, destinée à garantir le fer contre l'oxydation doit donc, à raison du manque d'adhérence, être trois à quatre fois plus épaisse que celle, qui suffit à cet effet, déposée par les procédés de cuivrage direct avec adhérence.

Le second inconvénient du procédé Oudry, c'est que les couches intermédiaires de minium, de vernis et de plombagine portent atteinte à la valeur artistique des pièces ainsi cuivrées, attendu que ces couches empâtent nécessairement les ornementations délicates des pièces à recouvrir de cuivre.

Le premier procédé de cuivrage direct de la fonte, avec adhérence, est le procédé bien connu d'Elkington. Les pièces métalliques à cuivrer sont d'abord minutieusement décapées à l'acide et suspendues ensuite dans un bain de cyanure double de potassium et de cuivre.

A l'aide d'une batterie de Bunsen, ou bien d'une dynamo on précipite ensuite du cuivre sur les pièces métalliques suspendues dans le bain cyanuré chaud. Il faut observer que ce procédé est : 1° très coûteux. Le cyanure de potassium est d'un prix élevé et se décompose, par l'action du courant galvanique, en acide prussique et ammoniaque, de sorte qu'on est obligé de le renouveler fréquemment ; 2° il porte atteinte à la santé des ouvriers, attendu que les cyanures sont éminemment toxiques ainsi que l'acide prussique qui se dégage ; 3° quoique d'une application facile et bonne aux pièces de petites dimensions, il réussit moins bien sur les pièces de grandes dimensions. En effet, les pièces en fonte et fer se couvrent à l'air en sortant du bain acide de décapage d'une faible couche, presque imperceptible d'oxyde, insoluble dans le bain cyanuré, ce qui entraîne un cuivrage imparfait et pas suffisamment adhérent sur les pièces de grandes dimensions.

Le second et dernier procédé de cuivrage direct avec adhérence est le procédé Frédéric Weil, qui offre sur les autres procédés des avantages appréciables.

Le cuivrage des pièces en fonte, fer et acier se fait au moyen de bains alcalino-organiques, renfermant des sels d'oxyde de cuivre et d'acides organiques tenus en solution par un alcali caustique.

Parmi les acides organiques : acide tartrique, citrique, oxalique, etc., M. Weil emploie de préférence le premier de ces acides, parce qu'il est moins cher que l'acide citrique et donne de meilleurs bains et de meilleurs dépôts que l'acide oxalique. Parmi les alcalis caustiques : soude, potasse et ammoniaque, il emploie de préférence la soude, à cause de son prix minime.

Pour donner des résultats irréprochables le bain ne doit pas renfermer plus d'un équivalent

d'oxyde de cuivre sur deux équivalents d'acide tartrique ou d'autre acide organique.

Le cuivrage des pièces en fonte, fer et acier, préalablement décapées, s'exécute au moyen de ce bain alcalino-organique de trois manières différentes, selon les conditions locales, selon l'épaisseur à donner à la couche de cuivre déposée, les dimensions et les diverses applications des objets à cuivrer, savoir :

1° Cuivrage sans emploi d'une pile proprement dite, pour les pièces servant à l'intérieur des appartements.

2° Cuivrage dit *au galvano*, mais à la différence que l'acide dans les vases poreux est remplacé par une lessive d'alcali caustique et le bain acide de cuivre du *galvano ordinaire*, par le bain alcalino-organique.

3° Cuivrage au moyen du bain Weil et d'une machine dynamo-électrique.

Ce troisième moyen a déjà été appliqué par le même chimiste en 1869 conjointement avec M. Achard, à l'aide de la machine magnéto-électrique de ce dernier et les bains alcalino-organiques de M. Weil.

Les avantages que présente ce procédé ont été récompensés par une médaille d'or à l'Exposition de 1889, aussi avons-nous cru devoir les signaler et les résumer ainsi :

1° La propriété du bain alcalino-organique de cuivrer le fer avec adhérence sans le secours de la pile proprement dite, à la température ordinaire au contact du zinc et sans dissoudre la moindre trace de fer métallique.

2° La propriété du bain alcalino-organique de dissoudre la rouille sans attaquer le fer, et *d'achever ainsi le décapage* avant de cuivrer.

3° La solide adhérence du cuivre déposé à n'importe quelle épaisseur sur le fer, la fonte et l'acier, à la température ordinaire et sans couche intermédiaire.

4° La rapidité, la simplicité et l'économie.

5° La reproduction la plus fidèle des détails les plus délicats d'une pièce ornementée.

6° La beauté et la pureté des nuances produites.

7° L'innocuité du bain et sa stabilité.

• * **CURVIMÈTRE.** Petit instrument destiné à relever les distances sur les cartes et plans, et en général, à mesurer la longueur de toute ligne tracée sur un dessin. Il se compose d'une molette de cuivre nickelé de $0^m,01$ de diamètre environ, montée sur une vis le long de laquelle elle avance d'un pas à chaque tour. Le tout est fixé à un petit manche en bois de $0^m,07$ à $0^m,08$ de longueur. La circonférence de la molette est striée pour éviter qu'elle glisse sur le papier, et pour qu'elle ne puisse se déplacer sans rouler. Pour se servir de l'instrument, on commence par faire tourner la molette avec le doigt pour l'amener au bout de sa course ; puis, tenant le manche vertical, pour que le plan de la molette le soit lui-même, on suit, en faisant rouler celle-ci, le chemin qu'il s'agit de mesurer, après quoi on fait rouler la molette, en *sens inverse*, sur l'échelle du dessin, jusqu'à ce qu'on l'ait ramenée au bout de sa course. Il est évident que le chemin ainsi parcouru sur l'échelle mesure la ligne précédemment parcourue. Le curvimètre est d'un usage très facile et très rapide ; malheureusement, il ne donne pas une bien grande précision. Le colonel Gaumet, l'inventeur du télémètre, a perfectionné le curvimètre en augmentant le diamètre de la roue ($0^m,05$) en munissant la circonférence de divisions, et enfin en y adjoignant une petite règle divisée qui permet de compter les pas de vis dont a avancé la roue, c'est-à-dire le nombre de tours; de la sorte, l'instrument permet de déterminer par *une seule opération*, la longueur vraie de la ligne du dessin. Pour obtenir la longueur de la ligne naturelle, il ne reste plus qu'à diviser par l'échelle du dessin. L'instrument ainsi modifié a reçu le nom de *campylomètre*. — V. *Supplément*, CAMPYLOMÈTRE. — M. F.

D

DANEMARK. Par suite des événements de 1864 et 1866, le Danemark a perdu de son territoire. Il comprend 300 kilomètres dans la partie continentale du sud au nord, avec une largeur moyenne de 100 à 120 kilomètres, et dans ses plus grandes dimensions totales 435 kilomètres, de l'île Falster à la pointe de Skagen, un peu moins de 300 depuis la mer du Nord jusqu'au Sund. La population, selon le *recensement* de 1875, était de 1,900,000 habitants.

Le Danemark est un des pays les plus bas de l'Europe. Les îles jouissent d'une fertilité remarquable; mais la Fionie et la Seeland ne présentent que des plaines monotones, tandis que les côtes orientales du Jutland sont couvertes de bois et de collines fertiles, contrastant avec les landes et les broussailles que l'on rencontre sur les hauteurs. Les côtes occidentales renferment de bons pâturages; les bords du Sund sont bien cultivés. Les rivières du Danemark sont peu considérables. Les Danois leur donnent le nom d'aae; parmi ces cours d'eau, il faut distinguer surtout le *Guden-Aae*, qui parcourt environ 132 kilomètres. Beaûcoup de lacs s'étendent sur le Danemark continental et sur ses îles; le Jutland en compte une trentaine. L'Islande et les îles Feroë forment deux districts du Danemark.

Sous le rapport du climat, le pays n'est pas favorisé; des vapeurs et des brouillards humides ne cessent de le couvrir; l'été y est très variable, et ne dure guère plus de deux mois, de juin à août; l'automne y est la belle saison; l'hiver abonde en neiges et en pluies.

L'humidité constante de l'atmosphère favorise la végétation du Danemark; mais un vent pernicieux, appelé le *skai*, dessèche le sommet des arbres en mai et en juin. Les bois se composent de hêtres, de frênes, d'aunes, de chênes et surtout de bouleaux. A peine y trouve-t-on des pins et des sapins; le hêtre, au contraire, est considéré comme l'arbre national. Sur les côtes, on rencontre la soude commune, le génevrier et le myrtille, la ronce et quelques buissons à baies. Une manne, la *festica fluitaus* de Linné qui pousse dans plusieurs îles produit un très beau gruau.

En desséchant les marais, en multipliant les prairies artificielles, les Danois ont donné au pays une verdure comparable à celle de l'Angleterre. Au midi du Jutland, sont d'excellents pâturages dont la culture est pour ainsi dire superflue. Partout les céréales réussissent. La récolte annuelle s'élève à environ 18,000,000 de tonnes; on récolte également la pomme de terre, le cumin, la moutarde, etc. Dans les vergers, on cultive avec succès l'artichaut, le chou-fleur, l'asperge et le melon. Le raisin ne mûrit que dans les serres; par contre, les arbres à noyaux ne manquent pas. Les Danois exportent beaucoup de fruits en Suède et en Russie.

C'est surtout par les animaux domestiques, par les oies, les chevaux, les bêtes à cornes que le cultivateur du Danemark s'enrichit, ou qu'il se fait une existence aisée. On compte environ 47 moutons pour 100 hectares, 103 par 100 habitants. La production chevaline est 24,000 têtes.

Le nombre des vaches laitières, en Danemark, s'élève de 800,000 à 900,000. Ces vaches sont réparties sur plus de 150,000 exploitations. Vers le milieu du mois de mai, on envoie ordinairement les vaches au pâturage; elles y restent jusqu'en octobre. En général, chaque ferme a sa laiterie, où l'on fait deux sortes de beurre: le premier avec de la crème recueillie aussitôt qu'elle est montée; c'est le beurre doux (*sœdt smor*). Celui qui se fait avec de la crème un peu aigrie, est dit beurre aigre (*syrnet smor*).

Dans les mers qui baignent les côtes, le Danois prend assez de poisson non seulement pour la consommation des habitants, mais encore pour l'exportation. Les plies danoises, achetées par les Lubecquois, sont expédiées jusqu'en Italie. Il y a beaucoup de homards sur les bords du Kattégat, de beaux saumons dans la rivière de Guden-Aae, des anguilles excellentes, des écrevisses, des lamprillons, des truites, des brochets, etc., dans nombre de lacs et de petites rivières.

Industrie. L'industrie manufacturière du Danemark est peu considérable, son commerce est fort restreint. Il faut citer néanmoins ses tuileries, qui fournissent la plupart des Etats voisins, des corderies à l'est, et des distilleries d'eaux-de-vie de grains installées dans beaucoup de ports de mer, enfin, la fabrication des gants dits *de Suède*, qui forme l'industrie principale du Jutland et est l'objet d'un commerce considérable.

Dans les îles de Seeland et de Fionie, il existe un certain nombre d'établissements importants. Citons la fabrique de machines Burmeister et Wain, de Copenhague, laquelle emploie environ huit cents ouvriers; une vingtaine de fonderies réparties entre Copenhague, Odensée, Veile; un nombre à peu près égal de fabriques de draps à Copenhague, Viborg, Odensee, Brede, etc.; une dizaine de verreries à Elseneur, à Aalborg et à Nestved; deux ou trois papeteries à Copenhague et

Silkeborg. A Copenhague même, on trouve deux fabriques de porcelaine, quatre raffineries, vingt-huit brasseries, trente-deux imprimeries, six fabriques de draps et quatre de tapis, deux papeteries et une fabrique de tissus de coton.

Classe ouvrière. Le personnel des ouvriers est très restreint. La moyenne, dans chaque atelier, ne dépasse pas cinq ou six ouvriers; s'il y en a vingt-cinq ou trente, l'atelier est considéré comme fort important. Dans la petite industrie, la proportion entre le nombre des ouvriers et celui des patrons, est plus faible encore. A Copenhague, on compte :

Cordonniers.	948	patrons et	1.616	ouvriers.
Tailleurs.	618	—	988	—
Forgerons.	262	—	1.221	—
Charpentiers.	375	—	1.663	—

Généralement les salaires des ouvriers sont faibles. Certains travailleurs ne gagnent que 10 fr. 60 à 13 fr. 10 par semaine. Pour les ouvriers d'élite ils gagnent, à Copenhague, jusqu'à 37 francs par semaine. Le paiement aux pièces est très usité. Un certain nombre d'institutions de prévoyance ont été créées dans l'intérêt de l'ouvrier danois. Des cités ouvrières ont été bâties par des chefs d'établissements industriels ou par des compagnies d'actionnaires, qui donnent des logements assez convenables pour une centaine de francs environ par année. On a établi aussi, en Danemark, une quarantaine de magasins coopératifs de consommation, tandis que les associations coopératives de production sont à peine connues. De plus, il existe des associations, les unes ouvrières, les autres mixtes qui établissent des relations personnelles et amicales entre les ouvriers et la classe moyenne.

Depuis l'émancipation des paysans, en 1784, plus de la moitié de la population vit de l'agriculture ou de la pêche du poisson sur les côtes.

A l'Exposition universelle de 1889, le Danemark a fait bonne figure. Il a obtenu trois grands prix, un diplôme équivalant à un grand prix et trente-deux médailles d'or. Une médaille d'or a été accordée à l'école de dessin de jeunes filles à Copenhague; une autre pour la propagation du travail manuel dans les écoles primaires, aussi à Copenhague, et une enfin à l'école d'apprentissage (Association de 1837). Signalons un objet d'art pour la laiterie.

En somme, les Danois préfèrent à l'industrie la pêche, l'agriculture, l'élevage des bestiaux, le commerce et la navigation. Les éleveurs vendent leurs produits à Hambourg; les éleveurs du Jutland vendent leurs bœufs dans le Holstein et en Angleterre.

On remarque le chiffre élevé des émigrants aux Etats-Unis, et l'expatriation d'une foule de leurs marins dans les diverses flottes de l'Europe. En 1868, l'émigration, en général, atteignait le chiffre de 6,264 hommes, femmes et sexe non désigné; en 1882, elle était de 11,614.

Comme possessions extérieures, le Danemark a le petit archipel des îles Feroë, qui compte environ 11,00 habitants; l'Islande (9,500); les îles Sainte-Croix, Saint-Thomas et Saint-Jean, dont l'ensemble de la population est de 38,000 habitants. La population totale des colonies danoises s'élevait, en 1876, à 129,000 âmes.

Marine marchande. Au 1er janvier 1888, la flotte marchande danoise se composait de 3,158 bâtiments. Les possessions comprenaient 29 bâtiments pour les îles Feroë, 97 pour l'Islande, 42 pour les Antilles danoises. Le total de la marine marchande du royaume était de 3,326 bâtiments, jaugeant 270,515 tonnes, dont 3,042 voiliers et 284 vapeurs (214 à hélice, 70 à aubes). Depuis 1880, le nombre des voiliers est resté le même, leur tonnage a diminué de beaucoup. Le nombre des vapeurs, ainsi que leur tonnage, a sensiblement augmenté. Toutefois, de 1884 à 1885, la marine à vapeur a subi un léger mouvement de recul.

La flotte danoise a perdu, en 1887, 102 bâtiments (53 ont fait naufrage, 21 ont été détruits, 28 ont été vendus à l'étranger). Par contre, elle s'est accrue de 107 bâtiments, jaugeant 11,439 tonnes. Il n'a été construit, en 1887, que 62 navires, jaugeant 2,604 tonnes. Il a été acheté à l'étranger, pendant la même année, 45 bâtiments, jaugeant 8,835 tonnes. La navigation marchande n'a coûté la vie qu'à huit hommes, chiffre fort inférieur à la moyenne des dix dernières années, qui est de quarante hommes. Les sommes d'argent perdues ont été de 883,000 kroner. Il a été dépensé, tant pour la construction en Danemark que pour l'achat à l'étranger de navires marchands, une somme totale de 41,107,800 kroner.

Exportation. En 1883, le chiffre du commerce d'exportation avec la France ne s'élevait qu'à 1,557,000 couronnes (la couronne vaut 1 fr. 39); il était de 82,101,000 avec l'Angleterre, de 59,344,000 avec l'Allemagne, de 30,250,000 avec la Suède, de 11,307,000 avec la Norvège, de 1,553,000 avec la Russie, de 1,169,000 avec les Pays-Bas, de 474,000 avec la Belgique, de 3,842,000 avec l'Islande, de 462,000 avec le Groënland, de 3,794,000 avec les Etats-Unis, de 366,000 avec les Antilles danoises, de 4,000 avec le Brésil, de 556,000 avec les îles Feroë, de 3,084,000 avec les autres pays.

En 1888, le Danemark a exporté, pour la France, 9,747 kilogrammes de rogues de morue et de maquereau (œufs de poisson salé); 34,136 kilogrammes de peaux brutes, fraîches ou sèches; 7,761,998 kilogrammes de mélasse; 10,058 kilogrammes d'albumine; 580 hectolitres de bière; 1,012 hectolitres d'esprits de toute sorte (alcool pur). Il n'y a pas eu d'exportation de sucres, mais, en revanche, on exporte pour plus de 4,000,000 de céréales.

Importation. Voici le total de l'importation générale, en 1884 : Grande-Bretagne, 11,854,688 kilogrammes; Allemagne, 2,971,807; Antilles danoises, 3,234,285; Antilles non danoises, 1,970,329; Indes orientales, Chine et Océan Pacifique, 3,163,036; autres pays, 671,724. Total, 23,865,869 kilogrammes de sucres bruts ou raffinés. Les sucres et mélasses importés atteignent un total de 40,404 kilogrammes pour l'année 1885.

En 1883, le chiffre du commerce d'importation avec la France n'était que de 5,180,000 couronnes; il était de 102,341,000 avec l'Allemagne, de 65,495,000 avec l'Angleterre, de 41,606,000 avec la Suède, de 7,370,000 avec la Norvège, de 14,473,000 avec la Russie, de 6,454,000 avec les Pays-Bas, de 4,127,000 avec la Belgique, de 3,948,000 avec l'Islande, de 743,000 avec le Groënland, de 17,149,000 avec les Etats-Unis, de 1,585,000 avec les Antilles danoises, de 204,000 avec les îles Feroë, de 17,870,000 avec les autres pays.

En 1888, les exportations de France en Danemark ont été de 11,300,998 francs ainsi répartis :

Vins, 1,781,307 litres, représentant une valeur de 2,225,810 francs.

Peaux brutes, fraîches ou sèches, 1,062,766 kilogr., valeur 1,709,779 francs.

Tourteaux de graines oléagineuses, 10,556,460 kilogr., valeur 1,271,437 francs.

Eaux-de-vie, esprits et liqueurs, 221,335 litres, valeur 633,648 francs.

Armes, poudres et munitions, 47,866 kilogrammes, valeurs 497,927 francs.

Coton en laine, 379,240 kilogrammes, valeur 493,012 francs.

Indigo, 35,088 kilogrammes, valeur 421,056 francs.

Peaux préparées et ouvrages en peau et en cuir, 19,210 kilogrammes, valeur 411,179 francs.

Graines à ensemencer, 329,446 kilogrammes, valeur 327,535 francs.

Bijouterie en métaux autres que l'or, le platine ou l'argent, 1,560 kilogrammes, valeur 312,000 francs.

Fruits de table, 387,037 kilogr., valeur 289,838 francs.

Tissus, passementerie et rubans de laine, 17,514 kilogrammes, valeur 195,275 francs.

Cuivre filé, 15,703 kilogrammes, valeur 172,733 francs.

Outils et ouvrages en métaux, 53,113 kilogrammes, valeur 132,373 francs.

Rocou préparé, 59,411 kilogrammes, valeur 89,117 fr.

Fils de toute sorte, 13,143 kilogrammes, valeur 80,405 francs.

Café, 37,131 kilogrammes, valeur 72,034 francs.

Autres articles, 1,905,840 francs.

Le Danemark à l'Exposition de 1889. Le Danemark avait vaillamment pris part à la lutte industrielle de l'Exposition de 1889, et s'était imposé de lourds sacrifices pour y figurer avec honneur; le gouvernement avait alloué 140,000 francs auxquels sont venues s'ajouter des souscriptions particulières. Cent cinquante exposants occupaient une superficie de 550 mètres carrés, au Champ-de-Mars et au quai d'Orsay, et si les objets envoyés étaient comparativement peu nombreux, du moins doit-on reconnaître qu'ils avaient sans exception un intérêt et une originalité de premier ordre.

Tout d'abord la décoration officielle, le cadre donné aux exposants, frappait par son aspect élégant et grand à la fois. Une belle porte Renaissance surmontée du drapeau et des armes nationales, était ornée de draperies de M. Boytler, de fleurs et d'oiseaux, par M. Mollmann; à l'intérieur, M. Charles Lund avait peint sur les panneaux et le plafond les grands châteaux royaux : Kronborg, Frédéricksborg, Rosenborg; enfin, les murs étaient recouverts de peintures en imitation de tapisseries des Gobelins, signées des noms les plus estimés dans le nord de l'Europe, qui compte des peintres de valeur.

En effet, les pays scandinaves sont essentiellement artistes; leur goût parfait se révèle jusque dans les moindres objets usuels, et il ne faut pas s'étonner que ce soit surtout dans les arts industriels qu'on ait remarqué leurs exposants.

Il existe une fabrique royale de porcelaines à Copenhague, qui avait envoyé des spécimens charmants, la plupart avec un joli fond bleu; mais cette fabrique donne l'impulsion aux fabricants indépendants et ne leur fait pas concurrence; aussi trouvait-on à côté d'elle de beaux produits sortis des ateliers de MM. Bing et Grondahl, Bojesen et Jorgensen, les faïences de Kahler, et les jolies sculptures décoratives de Mme Ipsen, dénotant de remarquables traditions et tendances artistiques.

Les meubles attiraient aussi l'attention par un travail très personnel et très poussé, dû plutôt à des ouvriers qu'à des fabriques; tels les ouvrages de M. Oxelberg, dont la porte en marqueterie était très admirée; il a donné au roi Christian tout un cabinet de travail dans le même genre; à côté de lui, les maisons Severin et Andreas, Topp et Nilh, exposaient de jolies pièces, avec un beau paravent verni représentant des vues de Venise, Athènes, Rome et Alexandrie, par M. Meyer.

Dans l'orfèvrerie et la bijouterie, citons le nom de M. Christesen, pour son pot à vin et son bracelet d'or; celui de M. Hertz Bernhard, pour ses médaillons en vieux style du pays. Dans les bronzes et la ferronnerie, les fers forgés très artistiques, de M. Dobereck et la grille de M. Schæbel.

La broderie est un art national en Danemark, et on l'a bien vu à la valeur et à la quantité des objets envoyés. Parmi les plus remarquables, nous rappelons ceux de Mme Ida Hansen, qui n'avait pas moins de vingt fleurs ou bouquets copiés sur la nature, et rendus avec une exquise légèreté. Les broderies et tapisseries de Mmes Nielsen, Petersen, Ring, Sasse et Vallentin, témoignaient encore de la vitalité de cette industrie si en faveur dans tous les pays scandinaves ou russes.

Dans un ordre moins élevé, M. Elkjaer avait su faire apprécier des mosaïques imitées, M. Hansen un beau panneau renaissance, et M. Oigaard une colonne en simili marbre.

Quoique le public ait généralement accordé trop peu d'attention à la partie purement industrielle de l'exposition, il a pu néanmoins constater que les vêtements, les chaussures, l'imprimerie, la gravure, les instruments de précision, les produits chimiques et pharmaceutiques, était, en Danemark, à la hauteur de ce qui se fait de mieux en Europe. On sent qu'on est dans un pays riche, intelligent et bien dirigé.

L'association danoise pour le travail manuel à l'école (système Mikkelsen), avait envoyé de curieux modèles d'outils et surtout d'établis à l'usage des enfants, qui peuvent travailler à trois sur la même table; l'enseignement théorique est donné à l'aide de livres et de dessins fort bien compris, et déjà les résultats de cette méthode sont fort intéressants.

Dans la galerie des machines on trouvait la machine à diviser la pâte, et le moulin à café de la maison Schroder, la courroie sans fin de M. Evald, et divers systèmes d'appareils pour la meunerie, très intéressants à étudier.

Le Danemark ayant un développement de côtes considérable, ne pouvait manquer de nous montrer une belle exposition des produits maritimes et de l'outillage de pêche, avec les bateaux de MM. Borsch, Andersen, Dahl et Iversen; les appareils de sauvetage de la fabrique de Copenhague et de M. Schionning, les abat-vagues de M. Meyer, les filets de M. Brammer, les hameçons de M. Christensen, les produits de la filature danoise de filets, de Société de pêche de Copenhague, de la Société de Kastrupp, et de vingt autres exposants encore.

Enfin, nous terminerons cette courte revue de l'Industrie danoise au quai d'Orsay, par les diverses conserves de poissons, saumons, sardines, morues, écrevisses et poissons d'eaux douces, dans l'esprit-de-vin, fumés, salés ou conservés dans la glace, dont plusieurs marques sont bien connues en Europe; par les eaux-de-vie, punch et liqueurs de M. Luplan; le bairhum des Antilles danoises exposé par M. Michelsen, enfin par les bières, dont la réputation est au brasseur de Carlsberg, Jacobsen, qui joignant le goût éclairé à l'intelligence industrielle, a donné à Copenhague un splendide musée rempli de chefs-d'œuvre des maîtres français.

Aux arts libéraux, le Danemark n'avait guère que des reproductions d'hommes de l'âge de bronze, exhumés récemment dans un bel état de conservation.

DÉBLAI et REMBLAI. Les travaux de chemins de fer, canaux, routes, chemins vicinaux et constructions diverses, comportent habituellement l'exécution de déblais plus ou moins considérables. Dans les grands travaux surtout, on est conduit à remuer des masses plus ou moins grandes de terres de diverses natures qu'on est obligé d'extraire, de charger et de transporter en remblai ou en dépôt. Dans tous les cas il est nécessaire, pour évaluer la dépense, de considérer la nature des terrains et les moyens d'exécution.

Au point de vue de la nature des terrains on distingue les qualités suivantes : 1° la tourbe ou fange; 2° la terre de marais et terre ordinaire; 3° la terre franche très légère; 4° le sable coulant ou gravier peu serré; 5° la terre franche ordinaire; 6° le gravier très serré; 7° l'argile; 8° la glaise; 9° la marne; 10° le tuf ordinaire, mêlé de pierres, pétrifié ou graveleux; 11° le rocher.

Les terrains désignés sous les quatre premiers numéros peuvent s'enlever ordinairement au louchet, sans qu'il soit nécessaire de les piocher avant

de les charger dans les brouettes, dans les tombereaux ou dans les vagons. C'est ce qu'on nomme *terre à un homme, à la fouille*, ce qui signifie qu'un homme peut fouiller et charger autant de terre qu'un autre homme peut en conduire à la brouette à 30 mètres de distance.

Les terrains désignés sous les quatre numéros suivants doivent être fouillés ou extraits avec le pic ou la pioche avant d'être chargés; ils offrent plus ou moins de difficultés d'après leur degré de consistance. On emploie quelquefois pour les désagréger, un système qui consiste à pratiquer des mines par dessous et on les fait tomber par masses avec des coins enfoncés à la partie supérieure et en arrière du front du déblai. Mais ce système, outre qu'il ne peut être pratiqué que pour l'extraction de déblais ayant une certaine hauteur, est considéré comme très dangereux pour les ouvriers et est généralement interdit dans les entreprises de travaux publics.

Pour apprécier la qualité des terres et pour se rendre compte des difficultés qu'elles présentent pour être fouillées ou rendues meubles, on fait travailler pendant un certain temps dont on tient note, un ouvrier piocheur et un ouvrier chargeur, soit :

T le temps employé à la fouille.

T' le temps de la charge de toute la terre fouillée pendant le temps T.

Le rapport $\frac{T}{T'}$ est celui du nombre de piocheurs à celui des chargeurs, pour que les premiers puissent fournir constamment de la terre aux seconds.

Quand $\frac{T}{T'}=1$, on dit que la terre est à *deux hommes* à la fouille.

Quand $\frac{T}{T'}=1{,}50$, on dit que la terre est à *deux hommes et demi* à la fouille, c'est-à-dire qu'il faut trois piocheurs pour fournir à deux chargeurs.

Quand $\frac{T}{T'}=2$, la terre est à *trois hommes* à la fouille; savoir : deux piocheurs et un chargeur.

Enfin, les terrains désignés sous les numéros 9, 10 et 11 ne peuvent généralement être fouillés qu'avec la masse, le poinçon et à l'aide de coins qu'on introduit dans les trous faits avec ces outils. Quand ce moyen n'est pas suffisant, on emploie la mine. A cet effet on perfore le rocher, soit avec la barre à mine, soit avec le burin. L'emploi de la barre à mine n'exige qu'un homme; le burin ne peut être employé que par deux hommes; un qui tient le burin l'autre qui frappe à l'aide d'une forte masse en fer. On emploie souvent aujourd'hui, surtout dans les rochers durs, des machines perforatrices qui rendent beaucoup de services dans certains cas.

Toutes les fois que les roches qu'on a à enlever sont compactes ou stratifiées horizontalement, on peut à la rigueur ouvrir les tranchées en taillant les parois verticalement. Mais comme il y a toujours à craindre que par suite de leur exposition à l'air, elles ne soient pas à l'abri de certaines altérations, on donne suivant les cas une inclinaison aux talus qui varie entre 1/10e et 1/5e de la hauteur verticale.

Quand les terrains sont stratifiés et composés d'assises inclinées à l'horizon, on peut les tailler dans les conditions ci-dessus avec toute sécurité, mais si le plan de stratification s'incline vers l'excavation, on doit toujours craindre le glissement des assises supérieures qui ne sont pas toujours adhérentes entre elles, et qui sont souvent séparées par des petites couches de marnes glissantes. Dans ce cas, le moyen le plus efficace consisterait à tailler le talus suivant le plan même de stratification, mais comme dans presque tous les cas on serait conduit à des dépenses considérables pour diriger les talus dans le même plan que les strates, on se contente de leur donner des inclinaisons qui varient suivant les cas entre 1/4 et 1 1/2, soit 1 mètre de base sur 4 mètres de hauteur et 1m,50 de base pour 1 mètre de hauteur.

Si nous appliquons maintenant les résultats obtenus par l'expérience au temps passé pour déblayer et charger 1 mètre cube de terre, ou des diverses natures de déblais dont nous avons donné plus haut la nomenclature, nous trouvons que la fouille de 1 mètre cube de tourbe ou de fange (n° 1) exige une quantité de travail égale à 1 h. 36, c'est-à-dire qu'il faut 1 h. 36 pour déblayer et charger 1 mètre cube; 0 h. 455 pour 1 mètre cube de terre de marais, etc., ainsi qu'il résulte du tableau dans lequel se trouvent reproduits les numéros afférents à chacune des natures dont nous avons donné la classification.

A l'aide de ce tableau il est facile, ainsi que nous le ferons voir, d'arriver à déterminer le prix moyen applicable à un ensemble de déblais composés de natures de terres ou rochers différents.

Déblais, fouille et charge.

Numéros	Désignation	Heures d'ouvrier pour déblayer et charger 1 mètre cube	Prix de l'heure (1)	Prix du mètre cube
1	Tourbe ou fange.	1h,360	0f,30	0f,408
2	Terre de marais ordin.	0.455	0.30	0.137
3	Terre franche très légère	0.800	0.30	0.240
4	Sable coulant ou gravier	0.950	0.30	0.285
5	Terre franche ordinaire	0.900	0.30	0.270
6	Gravier très serré. . . .	1.578	0.30	0.473
7	Argile ou glaise.	1.450	0.30	0.435
8	Marne.	2.000	0.30	0.600
9	Tuf ordinaire mêlé de pierres ou graveleux.	5.850	0.30	1.755
10	Rocher ordin. à la mine	5.600	0.40	2.240
11	Rocher plus dur.	6.000	0.40	2.400
12	Rocher compact très dur	7.000	0.40	2.800

(1) Les prix indiqués dans cette colonne sont nécessairement variables suivant les localités et les fluctuations de la main-d'œuvre.

Nous allons faire l'application de ce tableau à une tranchée composée de six natures diverses de déblais en prenant les éléments dans ce même tableau.

On voit par l'examen du profil en long (fig. 434) que les sondages exécutés sur différents points de cette tranchée ont constaté la présence de six natures de déblais différentes, savoir : n° 5, terre franche ordinaire; n° 7, argile ou glaise; n° 8, marne; n° 10, rocher ordinaire à la mine; n° 11, rocher plus dur, et enfin n° 12, rocher compact très dur. Nous ne donnerons pas ici les dessins des profils en travers qui reproduisent dans le sens transversal et suivant leurs diverses ondulations, les mêmes natures de terrains; mais le tableau suivant, extrait du calcul des terrasses du

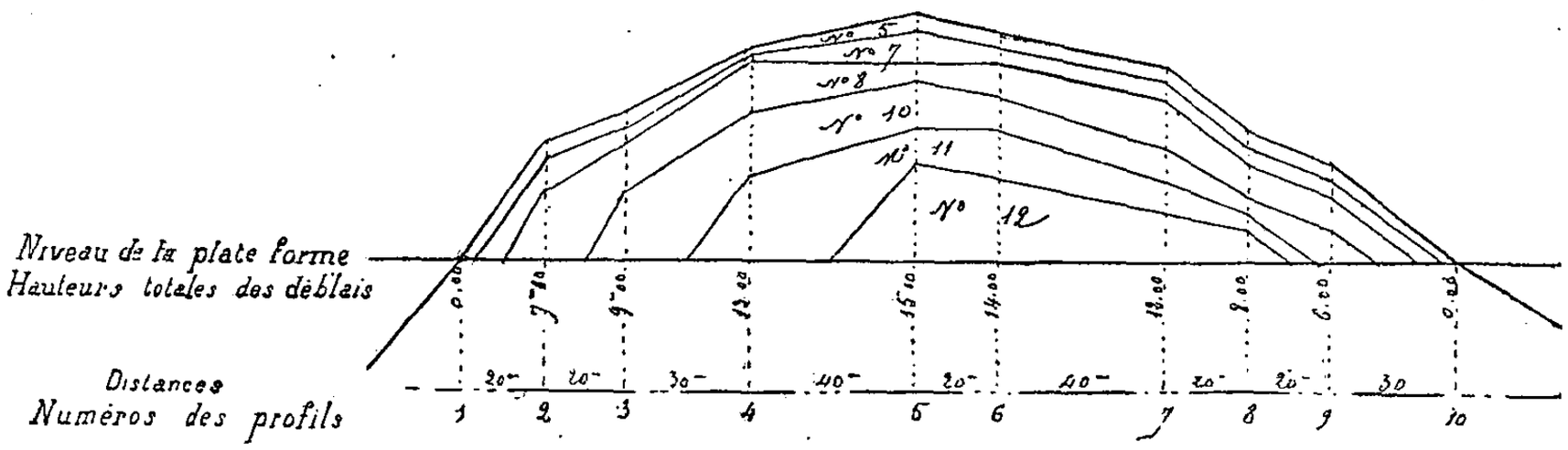


Fig. 434. — *Profil en long.*

projet, va nous donner les cubes afférents par profil, à chaque nature de ces terrains :

Numéros des profils	Cubes totaux par profil	Classification des déblais					
		N° 5 à 0 fr. 27	N° 7 à 0 f. 435	N° 8 à 0 fr. 60	N° 10 à 2 fr. 24	N° 11 à 2 fr. 40	N° 12 à 2 fr. 80
1	»	»	»	»	»	»	»
2	2.183	434	726	1.023	»	»	»
3	4.042	657	607	507	2.271	»	»
4	10.143	620	602	3.247	3.349	2.325	»
5	10.853	1.162	2.143	982	2.585	1.423	2.558
6	9.692	1.099	1.039	1.898	1.658	1.587	2.411
7	7.478	966	906	2.357	1.271	1.031	967
8	2.665	476	436	752	316	276	409
9	2.184	490	440	730	524	»	»
10	»	»	»	»	»	»	»
	49.260	5.904	6.899	11.496	11.974	6.642	6.345

A l'aide de ce tableau, la composition du prix moyen sera facile à établir. Nous aurons donc :

5.904 mètres cubes	à 0 fr.	27	=	1.594 fr. 18
6.899 —	à 0 »	435	=	3.001 » 09
11.496 —	à 0 »	60	=	6.897 » 60
11.974 —	à 2 »	24	=	26.821 » 76
6.642 —	à 2 »	40	=	15.940 » 80
6.345 —	a 2 »	80	=	17.766 » 00
49.260				72.021 fr. 31

$$\text{Or } \frac{72{,}021 \text{ fr. } 31}{49{,}260} = 1 \text{ fr. } 464$$

Le sous-détail du prix moyen sera donc :

Prix brut.	1 fr. 464	
A ajouter 1/20e pr frais d'outils.	0 » 073	
		1 fr. 537
Bénéfice 15 0/0.		0 » 231
Prix moyen du mètre cube de déblai, fouille et charge		1 fr. 768

Nous allons supposer maintenant que cette tranchée doit servir à faire les remblais aux abords. Nous ne donnerons pas les éléments des prix de transports qui sont à peu près les mêmes dans tous les cas, et qui s'obtiennent au moyen de formules pratiques que tous les constructeurs possèdent à fond. Nous nous contenterons seulement de rappeler que les ingénieurs, en dressant leurs calculs de terrassements, font presque toujours intervenir les trois modes de transports généralement usités; la brouette, le tombereau et le vagon. Mais les entrepreneurs bien outillés ne se servent des deux premiers modes de transports que pour se faire une place convenable et abandonnent les transports à la brouette et au tombereau aussitôt qu'ils peuvent poser une voie sur la plate-forme. Ils installent alors leurs vagons de terrassements, ce qui leur permet d'exécuter plus rapidement les déblais en augmentant progressivement le nombre de leurs ouvriers. Un chantier de terrassement bien organisé doit pouvoir transporter au minimum un cube de 3 à 400 mètres par jour surtout en employant le système dit *à la lance*. Il serait impossible d'arriver à un semblable résultat avec des brouettes et des tombereaux.

Avant de laisser commencer les remblais, l'ingénieur doit s'assurer si le sol qui doit les supporter présente les garanties de solidité nécessaires. Il doit s'assurer également que parmi les différentes natures de terrains qui se trouvent dans les tranchées, il n'y en a pas de mauvaises On a dû remarquer que dans la figure 434 la couche n° 7 est entièrement composée d'argile ou de glaise. Cette nature de déblais doit être soigneusement mise de côté et même transportée en dépôt en dehors du chemin de fer, car la présence seule de ces déblais dans le corps du remblai, bien que le cube soit peu considérable, ne manquerait pas de produire des effets désastreux qui pourraient compromettre la solidité du remblai.

Si le sol qui doit recevoir le remblai est sain, et s'il n'y a pas de sources jaillissant à travers des couches de tourbes, on n'a qu'à le dépouiller des gazons, souches ou racines d'arbres, et on n'a plus à craindre d'accidents lorsque ces précautions ont été prises. Il n'y a plus qu'à porter son attention sur la confection du remblai. Si le remblai se fait à la lance, c'est-à-dire avec un cheval attelé

à un vagon au moyen d'un appareil à déclic qu'on déclenche lorsque la vitesse imprimée par le cheval est suffisante pour que le vagon aille basculer seul à la décharge, on doit exiger de l'entrepreneur qu'il tienne constamment son remblai à largeur et à hauteur.

A cet effet, on fixe sur les points principaux de l'emplacement du remblai, des perches d'une hauteur correspondante à la hauteur du remblai et même un peu plus, afin d'obvier à l'inconvénient des tassements. Ces perches ou balises à l'extrémité desquelles on peut mettre une nivelette, sont placées sur l'axe de la voie; cela permet de vérifier à chaque instant si les conditions de hauteurs sont remplies. En ce qui concerne les conditions de largeur, on place transversalement et de distance en distance des gabarits qui limitent exactement le pied des talus. Il n'y a donc plus qu'à s'assurer de temps en temps si la plate-forme supérieure a bien sa largeur normale.

Nous ferons part toutefois d'une observation que nous avons souvent faite, en ce qui concerne la largeur de la plate-forme pendant l'exécution des remblais. On fait, en général, les calculs des remblais en supposant que la plate-forme a une largeur de 6 mètres pour une voie et cette largeur est suffisante, car la voie une fois posée, il reste encore une banquette de $0^{m},50$ de chaque côté. Mais il arrive souvent que l'arête supérieure du remblai formée par l'intersection du talus avec la plate-forme s'arrondit, et lorsqu'on veut poser la voie, on s'aperçoit qu'on n'a plus de place pour la banquette et que le ballast est exposé à rouler dans les talus. Cette situation peut devenir parfois très grave, car si la ligne est en exploitation, on est obligé de remblayer avec du ballast. Cet inconvénient peut être parfaitement évité : on n'a qu'à donner, suivant les cas, une plus grande largeur à la plate-forme sans changer la place des pieds de talus. Le tassement s'opère peu à peu, l'excédent de largeur qu'on a donné prend lentement son inclinaison naturelle et la banquette reste intacte.

Une dernière observation : en temps de pluie, il est bon de faire surveiller les remblais et de boucher soigneusement toutes les crevasses qui se produisent. On a vu des remblais considérables se dédoubler pour avoir négligé cette prescription élémentaire. — L. D.

* **DÉCHETS DE SOIE.** On appelle *déchets de soie* les produits des magnaneries de cocons, et des filatures et moulinages de soie grège proprement dite, produits qui sont utilisés par les peignages et filatures de schappe. — V. *Dictionnaire,* SCHAPPE.

1° *Déchets de magnaneries.* Les déchets de magnaneries ne sont autre chose que les cocons imparfaits, qui, à cause de leurs défauts ou de la discontinuité de leurs filaments, sont impropres à la filature de la soie grège, c'est-à-dire au dévidage d'un fil régulier et continu. Ils sont généralement connus sous les noms de *cocons percés double*, *piqués*, *ratés*, *hartés*, etc.

Les cocons percés ou de graines sont ceux d'où les vers se sont échappés pour déposer sur des cartons leurs œufs ou graines destinés à la reproduction.

Les cocons doubles sont ceux qui renferment deux vers accouplés et dont les filaments enchevêtrés ne peuvent former la soie fine. Ils sont également employés dans les filatures de douppions.

Les cocons piqués, hartés, ratés, ainsi que leurs noms l'indiquent, sont des cocons tarés par suite d'accidents inévitables dans les amas de cocons sains.

2° *Déchets de filature.* Les déchets de filature sont les *frisons* et les *bassinets*. Le frison est la première enveloppe du cocon que la fileuse enlève dans la bassine à l'aide d'un petit balai de bruyère avant de dérouler le fil de soie. Le bassinet est l'enveloppe intérieure du cocon qui recèle la chrysalide et reste au fond de la bassine après le dévidage du fil de soie. Le premier est un déchet riche à grand rendement; le second est de qualité inférieure. Les frisons les plus estimés sont dits *classiques* : ils proviennent du Piémont, des Cévennes, de la Lombardie, du Tyrol, de la Sicile, de Brousse, etc.

On appelle *blase* la base du cocon, simple duvet de peu de valeur que l'on peut à la rigueur classer parmi les déchets de filature.

3° *Déchets de moulinage.* Les déchets de moulinage ou *bourres de soie* sont les fils qui se cassent sur les moulins ou dans les opérations accessoires au moulinage.

Pendant longtemps on a appelé du terme générique de *bourres de soie* tous les déchets, frisons, bassinets, cocons tarés, etc. Cette expression qui ne comprenait pas tout le défini est de plus en plus abandonnée. Par suite de la même erreur on a entendu à l'origine par filatures de bourres de soie les filatures de schappe ou déchets de soie.

— Les provenances des déchets de soie sont aussi nombreuses que celles des cocons et des soies proprement dites. En dehors du midi de la France et de l'Italie on en tire des quantités importantes au sud de la Russie, de la région du Caucase, de la Turquie d'Asie (Brousse, Andrinople, etc.), de la Syrie, de la Grèce (Volo, Salonique), de l'Asie (Nontra), de la Perse (boules de Perse, frison de Bokhara), de l'Inde (frisons de Bengale), de la Chine (frisons Honnam, china Curley, frisons et cocons de Canton); du Japon et de ses diverses provinces (Oshio, Djoshio, Minho, Sodaï, Kakaï, Sinshin, Oscris), frisons Kibitzo.

La Chine et le Japon exportent des quantités de déchets de plus en plus considérables; les prix élevés qui ont été pratiqués en Europe, surtout depuis quelques années pour ces matières premières, en ont développé l'exportation d'une façon presque constante et progressive.

L'utilisation des déchets de soie n'a aucune analogie avec celle des cocons fins. — V. *Dictionnaire*, FILATURE, PEIGNAGE et SCHAPPE, et *Supplément,* BOURRE DE SOIE. — J. M.

* **DÉCLINATOIRE.** — V. BOUSSOLE, § *Boussole déclinatoire.*

* * **DÉGRAISSAGE.** Nous avons indiqué dans le *Dictionnaire* quels étaient les ingrédients employés et les procédés mis en œuvre par les teinturiers-dégraisseurs pour arriver à faire dispa-

raître des tissus les taches et autres souillures dont ceux-ci sont chargés. Mais nous n'avons rien dit du *matériel* employé par ces industriels : fouloirs, laveuses, essoreuses, etc. Nos lecteurs connaissent déjà les fouloirs et les essoreuses, nous devons dire quelques mots des laveuses.

Ces appareils ne sont en principe que des coffres clos dans lesquels on enferme les étoffes à nettoyer avec le liquide laveur et auxquels on imprime un mouvement de rotation : ce mouvement fait rouler les étoffes sur elles-mêmes et en détache les saletés qui se dissolvent dans la benzine ou le savon. Les principaux sont la laveuse Polonais, la laveuse Dehaître, la laveuse à double enveloppe et la laveuse oscillante Descombes.

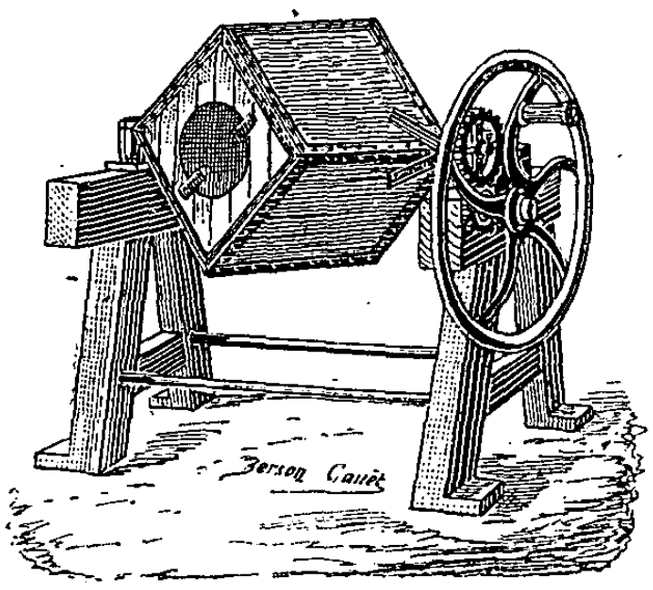


Fig. 435. — *Laveuse Polonais.*

La laveuse Polonais, ainsi nommée de son inventeur Adolph Iwaskiewisz, surnommé *Polonais,* qui l'avait d'abord uniquement destinée à la peausserie où elle continue du reste à être employée sous le nom de « turbulente » est une caisse en forme de cercle de 80 centimètres de côté (fig. 435), montée sur un bâti par deux de ses angles opposés, et qu'un homme peut facilement mettre en mouvement à l'aide d'une manivelle ; elle est en bois seul pour le savon et doublée intérieurement en zinc pour la benzine. Elle peut contenir 12 redingotes ou jaquettes ou 25 pantalons. On lui reproche d'occuper beaucoup d'espace, mais elle a comme avantage de rejeter les étoffes qu'elle renferme contre ses surfaces planes et de leur faire subir ainsi une sorte de battage qui en facilite le dégraissage. Nous donnons ce modèle parce qu'il a servi de type à tous les autres : mais dans quelques-uns les axes passent par le milieu des deux côtés opposés, dans d'autres la cuve a cinq pans (ce que les anglais appellent *voyelles* et appliquent au blanchissage du linge).

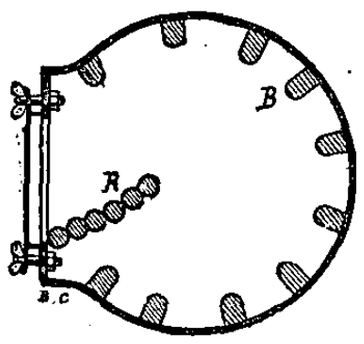


Fig. 436.

Coupe de la laveuse Dehaître.

M. F. Dehaître a inventé une laveuse cylindre que nous représentons figure 436 suivant une coupe parallèle à ses fonds. On a ici une caisse en tôle galvanisée montée sur bâti en fonte et actionnée par un volant à manivelle, avec fermeture bois étanche, munie d'un orifice fermé à vis pour expulser la benzine souillée ; cette caisse est munie à l'intérieur de barres B qui aident à ouvrir et retourner les étoffes au cours de leur rotation, et d'une planche à claire-voie R dite *ramasseuse,* disposée près de la porte et constituée par cinq tubes en fer creux ; elle a pour fonction de ramasser les vêtements qui viennent à se pelotonner et de les laisser retourner après les avoir enlevés un instant ; c'est encore cette planche qui amène les étoffes à hauteur de la porte lorsqu'on veut retirer les étoffes de la laveuse et qui permet, avant de les porter à l'essoreuse, de les laisser égoutter sans ouvrir la caisse.

La laveuse à double enveloppe, construite par MM. Legrand, Charles, Dehaître, etc., diffère des précédentes comme principe de construction. Au lieu que ce soit tout le système sauf le bâti, qui soit mis en mouvement, on laisse la cage extérieure fixe et on fait tourner une cage intérieure où l'on a placé les matières à dégraisser. C'est là un appareil à production plus grande : nous en avons représenté une coupe figure 437. Comme il est facile de le voir, la caisse intérieure mobile est formée de barreaux en fer creux BB, qui tourne soit à l'aide d'une manivelle à volant soit de poulies mues à la vapeur. Il y a quelques barreaux plus forts que les autres et qui forment saillie comme dans la laveuse ordinaire Dehaître et une planche ramasseuse R. Lorsqu'on fait mouvoir la machine, les étoffes viennent plonger tour à tour dans le bain de benzine L qui séjourne au fond du tambour fixe, elles s'égouttent ensuite grâce au jeu de la planche ramasseuse, et les impuretés dont elles se sont débarrassées viennent s'accumuler dans une sorte de gouttière G d'où on peut les retirer à l'aide d'un robinet. Les tubes peuvent être soit en laiton, soit en zinc perforé, soit en bois, etc.

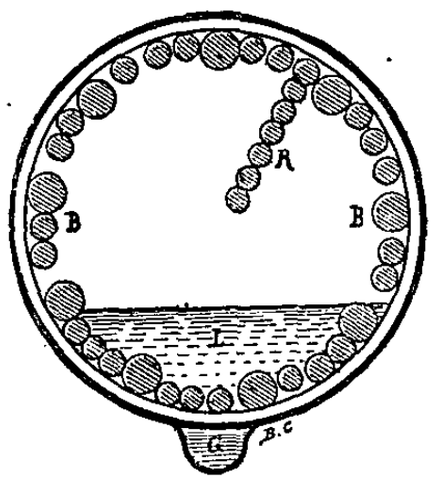


Fig. 437. — *Coupe d'une laveuse à double enveloppe.*

Enfin, il est encore un autre type de laveuse, celle dite *oscillante* ou « branloire », ainsi nommée parce qu'on la fait simplement balancer sur ses tourelles. Ce type est construit par M. Descombes. Les fonds de la caisse sont en bois, le tour en zinc galvanisé, elle est suspendue sur des supports en fer forgé, un manche à poignée sert à produire le mouvement d'agitation. On charge et on décharge dans le haut par une porte-étanche ; des barres transversales dans le fond aident au déplacement et au frottement des étoffes. La benzine salie est évacuée par une ouverture à bouchon placée au-dessous.

En règle générale, pour mettre les vêtements au dégraissage dans les appareils laveurs, il faut les débarrasser des agrafes et des boutons qui

pourraient produire des frottements inutiles et être cause de déchirures, les battre à la baguette et les brosser pour en extraire la poussière et la boue, et les visiter sur une table doublée de zinc en dégorgeant à la benzine les plus fortes taches. On les place alors jusqu'au tiers dans les laveuses, en commençant par les blancs si l'on en a pour continuer par les couleurs claires et terminer par les foncées et les noirs, on les recouvre d'une quantité de benzine suffisante, on tourne de 10 à 15 minutes si l'on a affaire à des laveuses rotatives à raison de 20 à 22 tours à la minute et 8 à 10 oscillations par minute durant un temps égal si l'on se sert d'une laveuse oscillante. On fait alors écouler la benzine par le bas, on les laisse égoutter environ dix minutes, et on procède à une nouvelle charge de la laveuse en se servant de la même benzine si elle n'est pas trop noire ou en cas contraire de benzine neuve. Puis on sort les vêtements de l'appareil, et on les rince une ou plusieurs fois dans des baquets doublés de zinc, en procédant plutôt par lissage que par foulage et pièce à pièce, et en s'aidant au besoin de la brosse pour les parties restées sales. Après égouttage, les vêtements sont portés dans une essoreuse à mouvement et essorés dix minutes ; on a soin toujours, bien entendu, de recueillir la benzine sale. Le séchage des vêtements se pratique ensuite, durant l'été en plein air, et durant l'hiver dans une pièce chauffée à 40 ou 50° où l'on a soin d'entretenir des courants d'air. On termine par une visite finale pour les taches poisseuses provenant surtout de sucreries et sur lesquelles la benzine n'a aucune action ; ces taches sont touchées à l'eau pure contenant un peu d'alcool, recouvertes de plâtre pour éviter les cernes, époussetées après dessiccation et frottées de mie de pain s'il reste encore un peu de blancheur sur le tissu.

Les vieilles benzines, salies dans les appareils laveurs ou essoreuses, ne sont pas perdues : on les revivifie pour les faire servir à nouveau. Il y a bien des procédés employés pour cela : l'un des meilleurs est la distillation, mais les teinturiers-dégraisseurs, souvent très chargés, ne songent guère à ce travail supplémentaire ; on peut encore signaler, bien qu'imparfaits, le brassage avec la lessive de soude ou l'acide sulfurique. Enfin il existe des clarificateurs à benzine qui donnent de fort bons résultats. L'un des plus usités est celui de M. Henri, de Paris. Il est formé de deux réservoirs superposés en tôle galvanisée, montés sur un support en fer forgé. Le réservoir supérieur est aux trois-quarts empli d'un mélange filtreux et absorbant que doit traverser la benzine souillée introduite par le haut. Un tube à robinet la fait arriver en bas du réservoir inférieur en partie rempli d'un liquide épurateur dont la composition est le secret de l'inventeur. En vertu de son poids spécifique moins élevé, elle traverse ce liquide et vient se placer au-dessus de lui ; pendant ce temps, elle a subi l'action ; elle peut alors être recueillie à peu près clarifiée par le robinet placé en haut de ce réservoir inférieur. On sait que lorsqu'elles ont servi, les benzines sont absolument noires et fortement chargées de corps gras ; en sortant de l'appareil Henri, elles restent à peine jaunâtres et ne graissent pas le papier sur lequel on en fait évaporer ; elles peuvent donc servir à de nouvelles opérations. L'appareil a environ 2 mètres de hauteur, le réservoir supérieur est d'une capacité de 150 litres. Le travail se fait à froid et sans nécessiter d'agitation. — A. R.

● * **DELEBECQUE** (EDOUARD). Ingénieur de chemin de fer, né en 1832, mort en 1888. Fils unique de Germain Delebecque, le premier des vice-présidents du Conseil d'administration de la Compagnie du Nord, Edouard Delebecque, qui aurait pu, grâce à sa fortune, ne faire de la science qu'une simple distraction, voua toute son existence au travail dont il avait l'amour. Sorti de l'Ecole des Mines en 1856, après de brillants examens, il entra au service du matériel et de la traction du chemin de fer du Nord et y parcourut successivement tous les grades avant d'arriver à la tête de cette division. En 1868, il était nommé ingénieur de l'atelier central de La Chapelle, où il introduisit d'importants perfectionnements ; deux ans après, l'investissement de Paris isolant la tête de la ligne du reste du réseau, il se mit à l'œuvre pour la fabrication des canons rayés, des affûts, la réparation des fusils, la mouture des grains. La croix de la Légion d'honneur fut la juste récompense d'un si merveilleux effet de l'intelligence et de l'activité de l'ingénieur des ateliers qui, après la mort de l'illustre Pétiet, prit le titre d'ingénieur chef du matériel et de la traction. C'est en cette qualité qu'il dut satisfaire aux besoins si rapidement croissants d'accélération de vitesse et d'augmentation du confortable des trains ; l'application du frein continu à vide, la substitution de l'acier au fer pour les essieux et les bandages, se firent sous sa direction. En 1883, M. Delebecque fut nommé membre du Comité d'exploitation technique des chemins de fer, où il était assidu et écouté. Jeune encore, sa carrière paraissait devoir être couronnée par de brillantes distinctions, lorsqu'en se rendant de son bureau au quai de Nord-Ceinture, à La Chapelle, il fut frappé au flanc droit par la traverse d'avant de la locomotive d'un train qu'il n'avait pas vu venir, ni entendu siffler, à cause de sa surdité. Les suites de cet accident furent fatales : il expira le 6 septembre 1888, après les plus vives souffrances, supportées avec le plus grand courage. Cette fin inattendue fut un coup terrible pour tout le personnel de la Compagnie, qui avait apprécié sa simplicité d'allures, exempte de formalisme, son jugement sûr, sa franchise innée, et surtout son extrême bienveillance, conciliée avec l'esprit de discipline, que tempérait un fonds de bonté naturelle, qui lui faisait exprimer des ordres, toujours obéis, comme de simples désirs. — M. C.

● * **DÉMONTAGE.** *T. de teint.* Dans les ateliers de dégraissage, le démontage qu'on appelle encore *dégradage*, désigne la destruction d'une couleur sur un tissu en vue de la remplacer par une autre teinte. On fait usage pour cela de dégradants, dont les principaux sont le savon chaud,

l'ammoniaque, le carbonate de soude, l'eau de Javel, l'acide nitrique, le bichromate de potasse et l'eau oxygénée. Les manières d'opérer varient suivant les étoffes à traiter.

Démontage des soieries. Lorsqu'on n'est pas fixé sur la nature de la couleur que l'on a à démonter sur soie, on essaye le tissu par le savon noir ammoniacal. Si la couleur résiste, on passe à l'acide nitrique. Si l'on a affaire à un marron qui a tout simplement tourné à l'orange, on traite par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique. Enfin si une couleur est incomplètement tombée après l'action du savon et de l'ammoniaque, on termine par l'eau de Javel.

Mais on connaît souvent quelles sont les couleurs que l'on traite. L'un des dégradants les plus employés est l'acide nitrique qui convient pour presque toutes les teintes. On en fait dans un récipient en grès ou en fonte émaillée, un bain composé de 2 litres à 36° auquel on ajoute 1/2 litre d'acide sulfurique et 4 seaux d'eau bouillante, le tout marquant 4° au pèse-sels ; on en maintient la température au voisinage du bouillon ou à celle du bain-marie, et lorsqu'on y passe les matières à dégrader, la plupart des couleurs tombent aussitôt. Les teintes qui résistent le plus sont les bleus, mais on en vient maître à la longue, à l'exception cependant des bleus de France, qu'on ne voit plus guère du reste, et qu'il faut traiter par un bain chaud de savon noir et de carbonate de soude. Au sortir du bain d'acide nitrique, on rince l'étoffe à chaud, pour en faire disparaître toute trace d'acide. Pour s'assurer que la couleur est bien tombée, on en trempe un coin dans de l'ammoniaque étendu d'eau : la teinte ne doit pas remonter, car sans cela il faudrait traiter encore par le bain d'acide.

Le cachou ne peut être traité de cette façon. Il faut pour cette couleur employer un bain qu'on peut composer avec 50 grammes de bichromate de potasse, 100 grammes d'acide sulfurique et 3 seaux d'eau. Lorsque le bain est à 50 ou 60°, on y plonge rapidement le tissu en lissant continuellement ; mais il faut se hâter de lever aussitôt que la couleur est tombée, afin que le cachou n'arrive pas à se fixer à nouveau. On rince ensuite et on pique en acide sulfurique.

Pour les teintes aux bois, les bleus au carmin d'indigo et certains violets d'aniline, on fait usage d'un bain bouillant de savon noir additionné d'ammoniaque. On peut aussi employer l'eau de Javel, qu'on mélange de trois ou quatre fois son poids d'eau et dans laquelle on entre à froid les étoffes. Il arrive cependant que ce dernier procédé ne donne pas assez rapidement les résultats voulus ; en ce cas, si l'on s'aperçoit qu'après une heure de bain les couleurs ne sont pas détruites, on chauffe jusqu'à 50 ou 60°, puis on pique en acide sulfurique.

Il est certaines teintes sur soie qu'on ne peut jamais démonter ; les jaunes d'or aux couleurs d'aniline, par exemple, restent toujours jaunes.

Démontage des lainages. Le textile étant ici plus résistant, il est nécessaire de le traiter d'une façon plus rigoureuse. On agit le plus souvent avec le savon noir et l'ammoniaque chauffé à 80°, ce dernier n'étant versé qu'à la fin pour que la chaleur ne le volatilise pas ; puis si les couleurs ne sont pas troublées, on passe à l'eau de Javel étendue de 3 à 4 parties d'eau et chauffée à 50 ou 60°. Certaines teintes, comme les bleus d'aniline, les bleus de cuve et les bleus en général à l'exception de ceux de carmin d'indigo, résistent à ce traitement ; on a recours alors à l'acide nitrique et on opère comme pour la soie. Quelques dégraisseurs préfèrent à l'acide nitrique, pour les couleurs tenaces sur laine, le cyanure de potassium ; ils font alors dissoudre 200 grammes de cyanure blanc de potassium dans trois seaux d'eau chaude, y entrent l'étoffe, continuent à chauffer vivement jusqu'à l'ébullition, lèvent aussitôt et rincent à plusieurs eaux ; ils font ensuite un deuxième bain composé de 3 litres d'acide sulfurique liquide à 5°.et de 3 seaux d'eau froide, y posent l'étoffe et font chauffer à 50°. La décoloration doit se produire aussitôt ; en cas contraire, c'est qu'on a affaire à des couleurs qui ne peuvent être dégradées. On termine le démontage en piquant en acide sulfurique sans rincer.

Un traitement spécial doit être suivi pour les impressions au bleu d'outremer fixé par l'albumine. Il faut commencer par dissoudre cette albumine : on emploie pour cela le savon noir, produit alcalin qui n'altère pas la laine, et dont on fait dissoudre 1 kilogramme dans 5 ou 6 litres d'eau chaude. On commence alors par fouler les étoffes sur un bain de carbonate, on les tord, puis, sans rincer, on les empâte dans la crème savonneuse où on les fait passer une journée en laissant refroidir le savon ; finalement on les foule sur ce savon dans tous les sens, on échaude et on rince à froid ; l'impression est détachée. C'est alors qu'on peut teindre, à moins que le fond lui-même n'ait besoin de passer à l'acide nitrique ou au cyanure.

Démontage des tissus de coton. Comme les acides attaquent le cotón avec la plus grande facilité, il est nécessaire de se montrer fort prudent dans leur emploi. Le plus généralement on fait usage de l'eau de Javel forte et chaude pour le démontage des couleurs sur ce textile. En cas d'insuccès on peut alors avoir recours à l'acide nitrique à 2° maximum. Pour les teintes au fer, le bain le plus usité se compose de 2 litres d'acide chlorhydrique, 250 grammes de sel d'étain et 3 seaux d'eau : on fait tremper à froid quelques heures, quelquefois même on chauffe un peu pour activer l'action, mais on a soin dans tous les cas que l'étoffe immerge entièrement dans le bain et qu'aucune de ses parties n'arrive à l'air ambiant.

Dans ces derniers temps, on a proposé pour le coton, comme du reste pour la laine et la soie, l'eau oxygénée dont nous étudions l'emploi à l'article que nous lui consacrons (V. *Dictionnaire* et *Supplément*, EAU OXYGÉNÉE) ; mais en raison du prix de ce liquide, le procédé nous paraît fort coûteux. Un bon résultat a été obtenu avec un bain composé de 10 litres d'eau oxygénée et 10 grammes d'ammoniaque, dans lequel on plonge l'étoffe une heure ou deux et qu'on chauffe ensuite jusqu'à

ébullition. Cette méthode peut être appliquée à toutes les couleurs non minérales, mais elle ne peut être employée ni pour les couleurs à base métallique (fer, plomb, chrome), ni pour les cachous ou les impressions à l'albumine, sur lesquels l'eau oxygénée n'a pas d'action.

Démontage des tissus mélangés. On traite les étoffes laine et soie comme les soies pures. Pour les étoffes laine et coton, on a recours au carbonate faible, puis à l'eau de Javel des lainages, et si les couleurs subsistent à l'acide nitrique à 2°. Lorsqu'on a affaire à des fonds cachou, très rares d'ailleurs sur ces tissus, on emploie le bichromate et l'acide sulfurique. — A. R.

• * **DÉPHOSPHORATION.** *T. de métall.* Nous avons à ce mot, dans le *Dictionnaire*, retracé les différentes phases de cette mémorable invention; il nous reste à parler de son état actuel et des progrès réalisés jusqu'à ce jour.

Son caractère est resté le même : produire, en partant de matières premières de qualité inférieure, des aciers de qualité courante, par l'élimination complète des impuretés. Le résultat obtenu a, comme on le sait, dépassé le but que l'on se proposait d'atteindre et par les réactions épurantes que l'on a mises en jeu, pour faire disparaître le phosphore, on a créé une méthode d'affinage, qui, avec des matières de pureté ordinaire, a réalisé des produits d'une qualité supérieure.

La méthode d'affinage pour déphosphoration coûtant un peu plus cher que l'affinage ordinaire, la limite de son emploi est donc une question de prix de revient, qui varie avec les conditions où l'on se trouve.

La déphosphoration au convertisseur ou *procédé Thomas*, ne s'est pas notablement modifiée depuis ces dernières années. Le garnissage, le plus usité, est toujours un mélange de dolomie frittée à haute température et de goudron privé d'eau par l'ébullition. Les fontes, dites *Thomas*, peuvent être représentées par les analyses suivantes communiquées par la Société des aciéries de Longwy :

	Manganèse	Carbone	Silicium	Soufre	Phosphore
Fonte Thomas blanche	1.50	3.00	0.20	0.04	2.00
Fonte Thomas frittée..	2.00	3.20	0.35	0.02	2.20

Ces fontes sont caractérisées par une teneur à peu près constante de 2 0/0 de phosphore et une très faible proportion de silicium. Pour arriver à l'élimination aussi complète que possible du soufre, dont la présence, au laminage, doit être soigneusement évitée, on a dû incorporer au lit de fusion une quantité de manganèse assez grande pour qu'il en restât de 1.50 à 2 0/0 dans la fonte, Cette addition de manganèse, qui ne laisse pas que d'élever sensiblement le prix de revient de la fonte, est absolument indispensable pour obvier au soufre apporté par le coke.

On emploie, pour cela, des minerais de fer manganésifère, généralement un peu phosphoreux et qui proviennent principalement du Laurium (Grèce), de la vallée de l'Amblève (Belgique) et du Nassau. Quand les minerais traités sont peu siliceux on préfère les manganèses belges ou ceux du Nassau, qui sont les moins chers ; c'est ce qui se fait au Luxembourg. En France, où les minerais sont généralement plus siliceux, on se sert des manganèses du Laurium, qui sont notablement plus chers, mais ne renferment que 5 à 6 0/0 de silice, tandis que les autres provenances en ont jusqu'à 20 et 25.

Les laitiers, que l'on obtient en allure de fonte Thomas, ont la composition moyenne suivante, d'après la Société de Longwy :

Nature du laitier	Silice	Alumine	Protoxyde de fer	Protoxyde de manganèse	Chaux	Soufre
Vitreux	32.50	16.50	1.40	1.60	46.00	0.80
Blanc calcaire	31.40	14.40	0.90	1.10	50.00	1.10
Jaune	31.50	14.90	2.60	1.50	48.50	1.50
Noir.	32.20	15.00	3.00	2.40	45.00	1.40

Les scories, que l'on produit dans l'opération Thomas, sont généralement assez chargées en acide phosphorique pour être avantageusement utilisées en agriculture. En voici quelques analyses courantes :

Acide phosphorique	Silice	Oxyde de fer	Oxyde de mangan.	Alumine	Chaux	Magnésie
15.35	7.8	6.6	7.1	10.6	45.6	7.5
17.60	5.9	14.9	5.9	5.7	44.8	3.2
16.40	7.7	12.4	6.3	9.8	46.2	1.9
15.40	6.5	11.5	6.1	3.8	53.8	2.1
Moy. 16.19	7.0	11.3	6.4	7.5	47.6	3.7

En présence de l'air, les scories brutes, c'est-à-dire telles qu'elles sortent de l'usine, se délitent par suite de leur forte teneur en chaux. On obtient ainsi une poudre que l'on peut passer au tamis, mais dont les grains sont encore un peu grossiers ; de plus, ayant absorbé de l'eau et de l'acide carbonique, cette matière se trouve appauvrie en acide phosphorique, dont la teneur moyenne tombe, par exemple, de 16 à 10 0/0.

La véritable forme, sous laquelle les scories doivent être employées, est une poudre excessivement fine, dont le maximum d'effet s'obtient, alors, dès la première année. L'acide phosphorique devient, au contact du sol, rapidement assimilable et d'autant mieux que la poudre est plus fine. Cependant, il ne faut pas exagérer cette pulvérisation qui augmente notablement le prix de la matière.

Cet engrais a l'avantage, sur les superphosphates, de ne donner lieu à aucune perte par entraînement même pendant plusieurs années ; il agit, aussi, par la chaux qu'il renferme ; et quant aux oxydes métalliques qu'on y rencontre, ils n'ont

aucune action nuisible sur la végétation, même à doses élevées.

Dans les essais comparatifs qui ont été faits entre les scories Thomas et les autres engrais phosphatés, simples ou complexes, par MM. Petermann (station agronomique de Gembloux, Belgique), Stutzer (station agricole de Bonn), Wagner (station agronomique de Darmstadt), Grandeau (*Etudes agronomiques*) on a remarqué que le maximum d'effet utile des scories avait lieu dans les sols sablonneux, sans qu'un excès de cet engrais pût être nuisible à la végétation.

Voici, d'après M. Grandeau, le résultat d'études comparatives sur cinq parcelles de 5 ares, dont chacune a reçu 260 kilogrammes de nitrate de soude correspondant à 31 kilogrammes d'azote. De plus, quatre de ces parcelles ont reçu diverses sortes de phosphates, de façon que chacune d'elles ait 150 kilogrammes d'acide phosphorique par hectare.

Parcelles	Engrais	Rendement en quintaux par hectare	
		Paille	Grains
1	Nitrate seul	15.00	3.20
2	Nitrate et superphosphate. . .	14.75	9.50
3	Nitrate et phosphate des Ardennes.	33.75	15.00
4	Phosphate surchauffé Bazin..	39.75	21.30
5	Scories Thomas.	31.25	20.00

Dans ses expériences, M. Petermann arrive, également, à des résultats fort intéressants et qui mettent bien en lumière l'effet fertilisant des scories phosphatées. Il a opéré en petit, dans des bocaux renfermant 4 kilogrammes de terre de composition variée.

L'avoine donne des résultats analogues. On voit que les terrains argilo-sableux sont les plus avantageux pour la culture et que dans les terrains sablonneux, comme nous l'avions dit plus haut, les scories phosphatées sont seules efficaces.

Nous n'insisterons pas sur ce sujet, qui est

Parcelles	Engrais	Nombre des épis	Paille et balles	Grains	Récolte totale
	Froment en sol argilo-sableux.				
1	Pas d'engrais.	6	7k,17	3.92	11.09
2	Nitrate de soude et chlorure de potassium.	16	27.24	13.28	40.61
3	Nitrate de soude, chlorure de potassium, scories phosphatées	19	36.91	16.54	53.43
	Froment en sol sablonneux.				
1	Pas d'engrais.	6	2.66	1.69	4.34
2	Nitrate de soude et chlorure de potassium.	6	2.79	1.89	4.68
3	Nitrate de soude, chlorure de potassium, scories phosphatées.	14	18.50	10.08	28.58

plutôt du domaine de l'agriculture que de celui de la métallurgie, mais on comprend quel avantage on peut retirer de ce sous-produit de la fabrication de l'acier ; nous renverrons pour plus de détails aux *Etudes agronomiques* de M. Grandeau.

Les perfectionnements, apportés à la déphosphoration Thomas, sont surtout relatifs à la régularité et à la marche économique des opérations. On est arrivé dans la plupart des usines, à faire une fonte assez uniforme, assez riche en manganèse et assez pauvre en silicium pour passer directement du haut fourneau au convertisseur.

Nous avons donné plus haut la composition des fontes Thomas, telles qu'on les produit à l'usine de Longwy.

Voici, d'après cette même Société, la classification des diverses nuances d'acier obtenues par la déphosphoration des fontes de Meurthe-et-Moselle. L'essai est fait sur un rond forgé de 100 millimètres de long et de 16 millimètres de diamètre. Mais l'usine donne, également, les essais sur des barreaux de 20 millimètres de diamètre et de 200 millimètres de longueur.

Aciers déphosphorés de Longwy. Ronds de 20 millimètres.

Echelle de dureté	Degré de trempe	Composition chimique			Résistance					Usages
		Manganèse	Carbone	Phosphore	Limite d'élasticité	Charge de rupture	Contraction de sect.	Allongement 0,0 sur 100	Allongement 0,0 sur 200	
1	Bien.	1 à 1.2	0.3 à 0.35	0.10	45k	77	8.60	9.50	8.50	Rails.
2	Bien.	0.85 à 1	0.26 à 0.30	0.10	40	66	47.5	23	18	Ressorts.
3	Assez bien.	0.7 à 0.85	0.22 à 0.26	0.10	40	61	46.0	25	19	Bandages.
4	Peu.	0.6 à 0.70	0.18 à 0.22	0.10	40	60	50.0	27	20	Bandages.
5	Peu.	0.5 à 0.6	0.15 à 0.18	0.10	30	52	50.0	30	28	Pioches.
6	Pas.	0.6 à 0.8	0.18 à 0.12	0.08 à 0.10	30	46	64.0	34	26	Tôles.
7	Pas.	0.4 à 0.6	0.09 à 0.10	0.08 à 0.10	30	44	65.0	37	27	Clous.
8	Pas.	0.25 à 0.4	0.08 à 0.09	0.05 à 0.8	28	41	65.0	37	28	Estampage.
9	Pas.	0.25 à 0.3	0.08	0.03 à 0.05	25	35	72.0	39	31	Fer de Suède

La *déphosphoration sur sole* a été plus lente à se développer que la déphosphoration au convertisseur. Si elle est un peu plus coûteuse, elle possède cependant plusieurs avantages.

Elle ne demande pas, comme le convertisseur basique, de matières premières d'une composition, sinon fixe, du moins comprise entre des limites étroites. Toute fonte, toute ferraille, qui

ne renferme pas trop de soufre, convient à ce procédé. Il n'y a pas lieu, en effet, de se préoccuper des éléments calorifiques de l'opération, puisqu'il y a un chauffage du bain ; et, s'il faut éviter les excès de silicium, pour ne pas attaquer le garnissage, celui-ci est facile à réparer après chaque charge, tandis qu'au convertisseur il faut laisser refroidir l'appareil, y faire pénétrer des ouvriers et la forme du vase se prête mal, d'ailleurs, à ce genre de réparations.

De plus, la déphosphoration au convertisseur est de fait, en Meurthe-et-Moselle, le monopole de deux sociétés, les aciéries de Longwy et celles de Jœuf. La déphosphoration sur sole, quand on n'emploie pas le garnissage en dolomie, peut être appliquée librement dans cette région. La déphosphoration au convertisseur peut bien, en dehors de ce département, être employée en s'entendant avec les inventeurs, mais l'avantage n'est plus aussi grand, puisque la fonte y est plus chère.

La déphosphoration sur sole est donc destinée à se développer dans toute la France, et spécialement, dans les endroits où l'on peut se procurer, dans des conditions économiques, des ferrailles et débris de fontes.

Il y a trois genres de soles employées dans la déphosphoration au four Martin-Siemens : 1° la sole en dolomie frittée, qui fait partie des brevets Thomas et qui est usitée de moins en moins; 2° la sole en magnésie, qui ne tombe sous le coup d'aucun brevet, mais qui coûte assez cher, tout en s'usant encore d'une manière notable ; 3° la sole neutre en fer chromé, imaginée par MM. Valton et Rémaury et qui, une fois établie, ne demande qu'un entretien insignifiant.

L'idée d'employer le fer chromé, comme matière première, date de 1867 et est due à un anglais, M. Pochin. Elle fut reprise en 1876 par M. Audoin, chimiste à la Compagnie parisienne du gaz, mais le mode d'agglomération qu'il avait proposé (l'alumine et l'argile) ne réussit pas.

MM. Valton et Remaury réunissent les blocs de fer chromé, dont ils composent leur sole et les murs de leur four, par un ciment de fer chromé en poudre et de chaux, qui résiste à l'action corrosive des scories ou des additions calcaires de l'opération. Une fois bien établie, la sole en fer chromé se comporte comme une sole en fonte et permet toutes les réactions sans s'attaquer ; ce qui, outre des avantages économiques incontestables, permet de calculer et de régler avec certitude les éléments de la scorie, dans la formation de laquelle le garnissage n'intervient pas. Le fer chromé, malgré son aspect demi-métallique, est très mauvais conducteur de la chaleur, ce qui permet de l'employer sous une faible épaisseur, 20 ou 25 centimètres seulement, par exemple.

Le silicium des fontes, comme le quartz des minerais, est sans action sur le fer chromé ; il suffit donc de neutraliser, par des additions convenables de carbonate de chaux, les éléments siliceux du lit de fusion et on peut alors traiter, sur une pareille sole, toutes les fontes modérément sulfureuses.

MM. Valton et Remaury conseillent également l'emploi du fer chromé en blocs, reliés par leur ciment calcaire, à d'autres fours que le four Martin-Siemens, notamment aux cubilots et fours à manche, aux convertisseurs et aux fours coulants pour la cuisson de la chaux. Le succès nous semble plus facile à assurer si l'on peut employer des briques de fer chromé ; car les blocs à joints incertains ont l'inconvénient de ne pas donner des surfaces unies ; il est donc à craindre que des vides ne se produisent, surtout dans les parties verticales ou inclinées. Si les briques de fer chromé se montrent de bonne qualité, l'industrie aura à sa disposition une matière réfractaire précieuse, dont l'avenir montrera toute l'importance.

Les produits obtenus par la déphosphoration peuvent atteindre une extrême douceur, comme on l'a vu par quelques analyses et quelques essais des aciéries de Longwy. L'usine du Boucau (forges de l'Adour), appartenant à la Compagnie des hauts-fourneaux, forges et aciéries de la Marine et des Chemins de fer, a exposé en 1889 des *fers fins fondus* obtenus, sur sole de magnésie, avec des fontes et aciers déjà purs, provenant des minerais de Bilbao et qui sont présentés comme pouvant remplacer les fers de Suède. En voici quelques analyses avec les résistances correspondantes :

Carbone	Manganèse		Charge de rupture	Allongem. p. 100 sur 200m/m
0.15	0.30	Le soufre, le phosphore et le silicium ne dépassent pas chacun 0,01.	36 k.	30.8
0.10	0.30		32	31
0.11	0.26		33	31
0.08	0.22		36	30
0.13	0.18		35	30
0.12	0.26		33	32

Les mêmes matières traitées au convertisseur acide donneraient des produits moins purs, comme le montrent les trois échantillons suivants correspondant aux aciers doux pour constructions navales.

Carbone	Manganèse	Silice	Phosphore	Soufre	Rendement	Allong. 0/0 sur 200m/m
0.28	0.33	0.02	0.08	0.01	46 k.	25
0.27	0.38	0.03	0.02	0.01	45	25
0.25	0.39	0.03	0.02	0.01	45	25

C'est, qu'en effet, les réactions oxydantes, qui permettent l'élimination du phosphore, favorisent également le départ du silicium et du manganèse et peuvent donner, finalement, des produits relativement purs en partant de matières qui ne le sont pas, et des produits extra-purs en partant de matières que l'on considérait, autrefois, comme pratiquement suffisantes.

Il en résulte que les aciers doux déphosphorés tendent à remplacer le fer fin, dans toutes les applications où la soudure n'est pas indispensable ; car, quelque soin que l'on prenne, le métal,

qui est passé par la fusion, est toujours d'un soudage délicat. C'est le point noir de la substitution complète de l'acier au fer.

Une usine étrangère (les aciéries d'Alexandrowski, près Saint-Pétersbourg), fondée par la Société française des fers et aciers par alliages de manganèse, et construite sur les plans de M. F. Valton, a exposé les produits de la déphosphoration sur sole en fer chromé.

Ces produits sont obtenus par l'emploi de fontes phosphoreuses :

Fontes Cleveland, { phosphore. . . . . 1.5 à 1.7 0/0 ; soufre. . . . . 0.2 à 0.45

Fontes d'Olonetz, phosphore. . . . . 0.6 à 1.0
Fontes de Finlande, phosphore. . . . . 1.2 à 1.5
Fontes de l'Oural, phosphore. . . . . 0.1 à 1.25

	Qualités			
	M M M	M M	M	P
Carbone	0.06 à 0.10	0.10 à 0.15	0.15 à 0.25	0.35 à 0.45
Phosphore	0.015 à 0.03	0.02 à 0.04	0.03 à 0.05	0.04 à 0.07
Manganèse	0.15 à 0.20	0.25 à 0.35	0.30 à 0.40	0.50 à 0.70
Soufre	0.02 à 0.03	0.02 à 0.05	0.04 à 0.06	0.05 à 0.10
Silicium	traces	traces	traces	traces
Résistance à la traction	30 à 34	34 à 42	32 à 47	50 à 60
Allongement p. 100 sur 200 millim.	34 à 25	30 à 25	25 à 20	18 à 15

Cette usine fait une grande quantité de moulages d'acier, par la méthode que la Compagnie de Terrenoire avait appliquée, dès 1876, et qui consiste dans l'emploi, sur sole acide, d'un bain de fonte manganésée pour éviter toute cause d'oxydation, avec addition finale de siliciure de manganèse.

Les moulages ordinaires de cette fabrication renferment :

Carbone. 0.35
Manganèse 0.80
Silicium. . . . . 0.35 à 0.45

Les moulages extra-doux ont la composition suivante :

Carbone. . . . . 0.18 à 0.25
Manganèse 0.45
Silicium. 0.30

Tous ces moulages subissent un recuit et les projectiles destinés à perforer des plaques de fer, sont trempés à l'huile.

Cette Société a exécuté, pour la marine russe, des étraves de cuirassés, des supports d'hélices, pesant jusqu'à 5 et 7,000 kilogrammes, et en acier doux sans soufflures. — F. G.

** **DÉROMPEUSE.** *T. de tiss.* On sait que le dérompage ou déraillage des tissus a pour but de rompre l'adhérence qu'ont produite entre les fils d'un tissu, soit les matières d'apprêt, soit le traitement sur les machines. On le pratique pour les tissus de coton et pour ceux de soie.

Le dérompage des étoffes de coton s'est longtemps pratiqué à la main, soit en tirant alternativement sur les lisières, soit en frottant la pièce transversalement avec un outil spécial, comme le font encore les tisseurs à la main pour donner meilleur aspect à leurs pièces. C'est à Tarare et en Alsace que l'on a commencé à faire le déraillage sur des rames par l'obliquité des bandes mélangées de bocages, de fonte brûlée, barreaux de grilles, etc., et auxquelles on associe tous les rebuts de la fabrication métallurgique du pays, ferrailles de toutes sortes, tournure, vieilles tôles de toiture, etc., donnent cependant de très bons résultats et, dans ces régions, la substitution de l'acier doux au fer est peut-être plus en progrès qu'en France et en Allemagne.

Voici les résultats donnés, pour les diverses qualités, par les essais à la traction :

portant les pinces : ce traitement sur les mousselines, nansouks, jaconas, produit le démariage des fils; le tissu se dépouille de la matière d'apprêt, c'est-à-dire que cette dernière s'attache aux fils et vide les interstices, ce qui donne une grande régularité; les tissus sont ensuite séchés sur les rames par la chaleur et la ventilation. Le séchage des rames avec dérompage peut être considéré comme l'apprêt par excellence : le plus généralement, on sèche les tissus après les avoir garnis de la matière d'apprêt et on complète l'apprêt par le dérompage sur d'autres machines. Le cylindrage et le calandrage sont aussi pratiqués pour cette opération, mais alors le tissu est écrasé, aminci, la plupart du temps il devient carteux et un dérompage doit encore être donné après. On emploie encore parfois la règle ou plusieurs règles en métal sur les angles desquelles on fait passer le tissu après l'avoir fortement embarré, le tissu est enroulé à l'arrière; l'action briseuse de ces barres s'exerce surtout sur les fils de chaîne, la trame conserve encore beaucoup de raideur, et l'effet produit est un bridage plutôt qu'un dérompage.

La machine construite par Ducommun, de Mulhouse, marque le premier pas des machines à dérompre les tissus de coton : elle se compose de deux cylindres à gorges, sur lesquels sont emmanchés des tubes en caoutchouc qui sont rapprochés de façon que les gorges de l'un emboîtant les saillies de l'autre, le tissu se trouve embouti suivant toutes les ondulations; il s'élargit donc tout en se dérompant. Cette machine a eu du succès au début, mais les tubes en caoutchouc coûtent cher et ont besoin d'être renouvelés assez souvent; elle est donc maintenant délaissée; les imitateurs qui sont venus ensuite n'ont fait que copier imparfaitement sans chercher à améliorer le système. M. Weber, de Winthertur, a eu l'heureuse

idée de remplacer le manchon en caoutchouc par des bagues rondes qui sont placées dans les gorges des cylindres un peu modifiées; le tissu, en circulant, trouve des points d'appui pour l'emboutissage et son élargissement n'est pas gêné par le frottement sur le caoutchouc, les déchirures sont moins fréquentes et l'ouvrier voit mieux ce qu'il fait. On emploie aussi la même machine sans manchons ni bagues de caoutchouc, l'élargissement et le dérompage sont alors moins considérables, mais le tissu est moins altéré.

Quant au dérompage des étoffes de soie, il s'est longtemps pratiqué à Lyon, à la main; l'esprit local des anciens patrons et des ouvriers était de croire qu'on ne pouvait remplacer le tour de main de l'ouvrier et que les machines abîmaient les étoffes; aujourd'hui, quoiqu'on ait un peu abandonné ces idées étroites, le progrès et les transformations sont encore lents. La première machine employée pour le dérompage de ces tissus est venue de Crefeld, elle est composée d'un cylindre garni de lames hélicoidales dans le genre des tondeuses, avec cette différence que le point de départ est au centre du cylindre et que les lames vont à droite et à gauche en triangle : ce cylindre tourne à une grande vitesse, et sa marche est inverse de celle du tissu qui s'enroule et se déroule en prenant une tension sur le cylindre à lames; les vides entre les lames et leur inclinaison forment des plans inclinés et des différences de tension des fils qui produisent le dérompage. Par leur vitesse et leur inclinaison les lames frottent sur le tissu transversalement comme on le faisait anciennement à la main : le résultat est relativement satisfaisant pour des tissus bien formés, mais sur des tissus légers de qualité médiocre, l'action des lames produit des déchirures sur les lisières et fait lever du duvet sur la surface du tissu.

Une autre machine employée aussi bien pour les soieries que pour les étoffes de coton est la dérompeuse de MM. Pierron et Dehaître. Cette machine est à deux et trois cylindres, montée sur des bâtis robustes avec des organes puissants. On peut y travailler sur une ou sur les deux faces du tissu, un cylindre d'un côté, un ou deux de l'autre; le contact des tissus fortement empesés est souvent suffisant pour produire le résultat demandé : le tissu est un peu élargi mais le toucher rugueux que donne la matière d'apprêt est modifié et il devient uni tout en conservant son grain. Cette machine possède assez d'éléments variables pour pouvoir y passer des tissus légers ou très forts.

Enfin, il y a lieu de mentionner la machine à dérompre de M. Garnier, de Lyon, employée surtout pour des articles légers. Cette machine est formée par deux bâtis parallèles convenablement entrecroisés, supportant les organes; à l'avant et à l'arrière sont deux rouleaux, le tissu à dérompre se trouve sur l'un et s'enroule sur l'autre après avoir passé entre les rouleaux dérompeurs. Les rouleaux enrouleurs reçoivent alternativement le mouvement pour produire plusieurs passages sous les travailleurs, le rouleau qui abandonne le tissu est muni d'un frein pour tenir le tissu tendu. Les cylindres dérompeurs sont en bois et montés sur des axes en fer, ils sont garnis de clous à tête ronde ou ovoïde comme ceux employés par les tapissiers pour la garniture des meubles; ces clous sont placés en spirales et à des distances indiquées par la pratique. Dix de ces rouleaux placés sur les traverses supérieures des bâtis, ont leurs coussinets fixes et tournent librement. Une autre série de onze rouleaux absolument semblables est montée sur un cadre mobile horizontal qui est soulevé ou abaissé à l'aide d'excentriques; au moyen d'une manivelle on peut amener les rouleaux du cadre mobile entre ceux qui sont montés sur le bâti et sur le même plan. Le tissu, qui était droit, se trouve ainsi ondulé par les emboutissages que produisent les têtes de clous dont il doit épouser toutes les formes; l'effet produit est le même que si on dérompait sur les lisières, avec cette différence toutefois que les efforts sont multipliés et les points de tirage réduits à la distance d'axe en axe des clous. Ce traitement élargit un peu le tissu; pour éviter les plis en longueur, chaque extrémité de la machine est munie avant l'enrouleur de deux cônes divergents dont le sommet commun est sur l'axe de la machine et dont les bases sont tournées vers les bâtis. Le tissu ainsi traité est souple, soyeux et conserve du maintien. — A. R.

• * **DÉSÉTAMAGE.** — V. FER BLANC.

• **DÉSINFECTION PAR L'ÉLECTRICITÉ.** Nos articles DÉSINFECTANT et DÉSINFECTION ont montré qu'il a été proposé de nombreux produits chimiques, dont les actions réelles peuvent se diviser en trois classes :

1° Les *désinfectants* proprement dits, qui agissent par oxydation en détruisant les matières organiques en putréfaction ; tels sont le chlore et les hypochlorites, les permanganates et les sels de fer;

2° Les *antiseptiques* qui arrêtent la putréfaction et qui tuent les organismes déjà formés ; tels sont l'acide phénique, la créosote et le goudron;

3° Les *masquants* qui suppriment seulement la mauvaise odeur ou la rendent plus supportable, mais laissent subsister le mal en entier.

A notre avis, les produits de la première classe sont les seuls ayant une utilité réelle, parce qu'ils suppriment le mal en détruisant absolument ses causes; dans certains cas les antiseptiques peuvent avoir une utilité locale, mais leur action cesse bientôt et la matière entre de nouveau en putréfaction. Quant aux derniers leur action est absolument anodine et sans effet utile. Malheureusement, l'emploi des produits désinfectants n'est pas pratiqué sur une grande échelle pour la désinfection complète, méthodique et constante des grands espaces à assainir, à cause du prix trop élevé de ces produits et de la difficulté de leur emploi.

Il s'en suit que l'hygiène publique n'est qu'en partie défendue des maladies épidémiques provenant, ainsi que cela a été trop souvent prouvé, de la fermentation putride des matières organi-

ques de toutes sortes qui sont le résultat forcé de l'agglomération des êtres vivants, hommes et animaux.

Ce qu'il faut faire à notre avis pour désinfecter complètement et constamment les villes et autres agglomérations d'habitants, c'est :

1° Enlever toutes les matières par quelque système que ce soit, vidange ou tout à l'égout;

2° Détruire complètement et méthodiquement les gaz et matières organiques, et les germes qui sont ou en dissolution ou en suspension dans les égouts ou dans les ruisseaux communaux.

Dans les grandes villes on désinfecte partiellement avec l'hypochlorite de chaux, le seul désinfectant actuel d'une efficacité absolue. Malheureusement il offre de graves inconvénients : 1° son prix élevé; 2° l'énorme résidu de chaux qu'il laisse après dissolution; 3° enfin, le carbonate de chaux qu'il abandonne sur tous les objets.

Comme tous les produits chimiques, l'hypochlorite de chaux n'est donc que d'un emploi restreint et exclusivement au moment des chaleurs.

Tous les procédés chimiques ayant été essayés, il était à prévoir qu'on réclamerait à l'électricité le moyen de résoudre ce problème de l'assainissement par une désinfection raisonnée et continue. De nombreux efforts ont été tentés dans cette voie, et ainsi que nous l'avons dit dans la description du blanchiment électro-chimique, un procédé a été couronné de succès.

M. Hermite, l'auteur de ce système, a employé ses électrolyseurs de blanchiment qui sont des appareils à grande circulation de liquide (environ 4 à 500 litres à la minute).

De même que pour le blanchiment, il décompose par l'action du courant électrique une dissolution aqueuse d'un chlorure, soit eau de mer (chlorure de sodium), chlorure de calcium ou de préférence chlorure de magnésium, ou en général tout chlorure peu coûteux.

Ce chlorure est décomposé en même temps que l'eau : au pôle positif il se forme un composé, oxygéné du chlore très instable et doué d'un grand pouvoir oxydant, et par suite désinfectant. Au pôle négatif il se forme un oxyde ayant le pouvoir de précipiter certaines matières organiques, et il vient s'y déposer la base de tous les sels métalliques qui pouvaient se trouver en dissolution dans le liquide soumis à l'électrolyse.

On obtient donc dans ces conditions par l'électrolyse un liquide doué des propriétés suivantes :

1° Détruire complètement les matières organiques résultant de la putréfaction et aussi les gaz tels que l'acide sulfhydrique, le sulfhydrate d'ammoniaque, les carbures d'hydrogène et aussi les germes ou microbes;

2° De précipiter certaines matières, telles que les matières albuminoïdes, et par conséquent de clarifier les eaux.

L'application de ce procédé de désinfection électrolytique peut se faire, suivant les cas, de deux façons : 1° par action directe; 2° par action indirecte.

a) L'action directe consiste à électrolyser le liquide à désinfecter qu'on a préalablement additionné d'une certaine quantité d'un des chlorures précités. Sous l'action du courant électrique, ce chlorure est décomposé et l'oxygène naissant produit se combine avec le chlore libéré pour former des composés oxygénés du chlore, dont le pouvoir oxydant et par suite désinfectant, est d'environ cinq fois celui de l'hypochlorite de chaux. Leur action est immédiate sur les gaz, sur la matière organique et sur les germes (microbes, etc.) contenus dans la matière à désinfecter.

Selon la rapidité du passage de cette matière dans les électrolyseurs, et selon l'intensité du courant, on peut, à volonté : soit désinfecter complètement en détruisant la matière organique transformée en acide carbonique, les gaz odorants étant brûlés par oxydation; soit simplement désodoriser en transformant seulement les gaz et en respectant les matières organiques. Dans les deux cas les microbes sont détruits.

Le maximum de rendement du système est obtenu dans ces conditions, le composé désinfectant agissant immédiatement.

Il n'y a aucune perte, le liquide entre infecté par un côté de l'électrolyseur et en sort de l'autre complètement désinfecté; le tout se résume donc en un passage plus ou moins rapide du liquide dans les électrolyseurs, suivant les matières à désinfecter.

b) *Par action indirecte.* Dans ce cas on fait passer dans les électrolyseurs une solution d'un chlorure que l'on électrolyse jusqu'à ce qu'elle arrive au titre que l'on veut obtenir en composés chlorés (désinfectants), on la mélange ensuite avec le liquide à désinfecter, ou on l'emploie pour le lavage des égouts ou des ruisseaux à assainir. L'application de ce procédé ne nécessite donc pour un emploi régulier qu'une somme de force motrice relativement faible, puisqu'un seul électrolyseur absorbant dix chevaux peut désinfecter, suivant les matières bien entendu, de 50 à 500 mètres cubes par jour et cela avec l'emploi exclusif d'une faible quantité d'un chlorure de valeur insignifiante.

Les appareils employés pour ce procédé sont les mêmes que ceux que nous avons décrits à BLANCHIMENT ÉLECTRIQUE, nous ne croyons donc pas devoir en faire à nouveau la description.

Les applications sanitaires de ce système peuvent être considérables, soit par la méthode d'action directe, soit par l'action indirecte.

Pour les navires, les ports de mer, les villes maritimes, il suffit de faire circuler de l'eau de mer dans les électrolyseurs et de s'en servir pour le lavage des ponts, des cales, des ruisseaux, des égouts, etc.; en un mot de tous les endroits pouvant être la source d'émanations dangereuses pour la santé publique.

Dans ces conditions, il n'y a plus d'inconvénient à employer le système du tout à l'égout, puisque la matière est désinfectée en arrivant à l'égout où circule le liquide électrolysé.

Pour les villes autres que les ports de mer, il est nécessaire d'ajouter à l'eau douce devant servir

au lavage, une petite quantité de sel marin ou de tout autre chlorure et d'utiliser cette solution après l'avoir électrolysée.

Enfin, parmi les applications les plus intéressantes de ce procédé, il nous reste à parler de celles faites à la désinfection des résidus de féculeries et des amidonneries et de celles de la désinfection de la matière fécale provenant des fosses d'aisances.

Dans les féculeries et les amidonneries les résidus électrolysés sont entièrement désinfectés et blanchis, ce système permet d'extraire de résidus éminemment putrescibles et dont les fabricants ne savent se débarrasser, une matière d'une qualité et d'une valeur réelle.

Dans la plupart des grandes villes la matière fécale, mélangée à une grande quantité d'eau, est pompée par des systèmes divers dans des tonneaux en fer ou en bois et enlevée pour faire des engrais ou pour produire de l'ammoniaque. Par le procédé Hermite, on désinfecte complètement la matière fécale pour en tirer ensuite l'ammoniaque sans difficulté et sans odeur. Il suffit d'avoir une usine pourvue simplement de force motrice, de dynamos et d'électrolyseurs.

Les voitures-tonneaux de vidange sont mises en communication avec les électrolyseurs au moyen de tubes, puis on ajoute dans le tonneau une certaine quantité (5 kilogrammes par mètre cube) de sel marin, de chlorure de calcium ou de tout autre chlorure bon marché; enfin en ouvrant la valve on fait passer la matière dans les électrolyseurs à une vitesse calculée, suivant leur importance. Le liquide sortant des électrolyseurs est complètement limpide et désinfecté et peut être distillé avec la chaux pour en retirer de l'ammoniaque pure, ou être envoyé à la rivière sans aucun inconvénient.

En dehors de ces applications industrielles, ce procédé se prête éminemment à l'assainissement de tous les endroits où des agglomérations d'habitants, d'animaux ou de matières organiques peuvent provoquer des émanations putrides ou infectieuses. Nous ne nous étendrons pas plus longuement sur ce sujet et nous nous bornerons seulement à montrer que, dans les grandes villes, les hôpitaux, les grands hôtels, les halles, les gares, les entrepôts, etc., possédant presque tous de la force motrice, peuvent employer facilement et économiquement ce procédé de désinfection. — A. H.

***DÉSULFURATION.** La déphosphoration, sous ses différentes formes, permettant désormais d'obtenir des produits de qualité avec des matières premières délaissées jusqu'alors et faisant servir les scories de cette fabrication à l'enrichissement de l'agriculture, devenait un bienfait pour l'humanité. La question du *phosphore* n'existait plus pour le métallurgiste, mais il restait encore celle du *soufre*.

En général, la vraie manière d'éliminer le soufre, c'est d'agir, au fourneau, sur le minerai lui-même. Nous avons vu que, pour la production de la fonte Thomas, on avait été conduit à éviter la présence du soufre au moyen d'une addition de manganèse.

M. Rollet, ancien ingénieur du Creusot, a imaginé une *épuration de la fonte au cubilot*, qui est appliquée couramment aux aciéries de Firminy et donne de bons résultats. Le principe est de passer dans un cubilot à garnissage acide ordinaire la fonte à épurer, avec un excès de coke, du minerai de fer, du spath fluor et du carbonate de chaux. Avec un garnissage basique, on pourrait assurer l'élimination d'une grande quantité de phosphore.

A Firminy, on opère sur des fontes déjà pures et on obtient les résultats suivants :

	Fonte épurée	Fonte impure	Fer puddlé avec fonte épurée
Carbone.	3.5	2.6	0.15
Silicium.	0.7	0.06	0.00
Manganèse . .	1.5	0.60	0.10
Phosphore. . . .	0.07	0.004	0.01
Soufre.	0.06	0	0.00

On voit que l'élimination du silicium, du phosphore et du soufre est relativement complète. Le métal retient encore assez de carbone pour pouvoir être traité au puddlage et donner d'excellent fer. Malheureusement, les frais de cette opération sont relativement élevés et peuvent s'élever à 15 ou 16 francs par tonne. Il faut compter, en effet, une consommation de 20 0/0 de coke, 15 0/0 de minerai et 6 à 7 0/0 de spath fluor. Avec un cubilot de dimensions moyennes, on peut épurer 60 tonnes de fonte par jour.

Le cubilot Rollet est aussi employé par la maison Holtzer, de Firminy, pour l'épuration des matières premières destinées à ses fabrications les plus fines. — F. G.

* **DÉTIREUSE.** *T. de tiss.* Au cours des opérations de blanchiment et de teinture, les tissus de lin ou de coton se présentent sous forme de boyau tordu et ont une tendance à augmenter de longueur sous des efforts de traction continuelle, au détriment de leur largeur d'écru. Il est donc nécessaire, pour les ramener à cette largeur initiale, d'exercer sur leurs lisières un effort de traction soit à la main, soit à la mécanique, en d'autres termes de les *détirer* ou élargir.

Lorsque l'opération se fait à la main, on déploie le tissu sur une table et on le déroule lentement en tirant les lisières par saccades avec la paume de chaque main et en s'aidant de patins en bois. Ce mode d'opérer est très lent, a l'inconvénient de chiffonner l'étoffe, d'onduler la lisière et de ne l'élargir que dans des proportions fort restreintes. Aussi a-t-on inventé, pour remplacer la main-d'œuvre, des machines dites *détireuses* ou *élargisseuses*, qui donnent généralement de meilleurs résultats.

Nous avons décrit au mot Elargisseur (*Dictionnaire*) les principales machines usitées et construites en Angleterre, en Allemagne et en Amérique.

En France, la détireuse la plus employée est celle de M. Mercadier, fondée sur un autre principe et imitant mieux le travail à la main. Elle se compose d'un frein qui permet de conduire le tissu et de le tendre à volonté; de deux mâchoires ou plutôt deux mordaches, qui pincent l'étoffe près des lisières, s'écartent pour produire l'élargissage, puis s'ouvrent en abandonnant le tissu; enfin d'un rouleau d'appel qui fait avancer la pièce d'une quantité convenable pendant qu'elle est abandonnée par les mâchoires. Ces dernières, dont l'une est en cuir, l'autre en cuivre rouge uni reposant sur un coussin de bourre, peuvent, suivant les besoins, donner un serrage plus ou moins énergique: il est facile de régler leur position au départ et leur écartement maximum d'après la largeur du tissu et de l'élargissage à obtenir. On peut aussi faire avancer l'étoffe soit d'une longueur de mâchoire, soit d'une quantité moindre, de telle sorte que chaque partie de l'étoffe soit abandonnée après le premier coup ou reprise plusieurs fois. — A. R.

DISTILLATION. L'industrie de la fabrication des alcools a déjà atteint un état de perfection assez élevé. Les méthodes de travail sont bonnes, les appareils logiquement conçus sont parfaitement construits. On peut donc dire qu'en moyenne la distillation est très honorablement placée parmi les industries qui ont marché à la tête du progrès. Cependant, quand on compare les résultats obtenus à ceux qu'indique la théorie, on voit qu'il y a encore un écart parfois considérable, entre ce qu'on obtient et ce qu'on peut obtenir.

Ainsi, d'après la formule de M. Pasteur, 100 kilogrammes de sucre de canne (saccharose) donnent par fermentation 50k,500 d'alcool pur à 100° ou 63 litres 600 centimètres cubes. Or en pratique on n'obtient que 60 à 61 litres dans les meilleures conditions. L'écart est bien plus grand quand le sucre n'est pas tout formé dans la matière première, quand on doit transformer en sucre fermentescible une substance telle que l'amidon, la cellulose et quelques glucosides. Chacune de ces transformations, amidon en sucre, sucre en alcool, amène des déperditions de diverses natures. Nous ne parlons pas des pertes matérielles inhérentes à toutes les manipulations industrielles; mais des actions chimiques ou biologiques incomplètes et des pertes causées par des transformations secondaires. L'amidon devant être transformé en sucre, puis en alcool, ne donne dans les opérations considérées comme très satisfaisantes, que 59 à 60 litres au maximum d'alcool par 100 kilogrammes d'amidon. Théoriquement on devrait en obtenir 66 litres 800 centimètres cubes.

Il était relativement facile d'atténuer les pertes résultant d'actions physiques; en opérant la fermentation à la température la moins élevée possible; en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter toute évaporation pendant la distillation, la rectification, etc., etc. Mais il n'en était pas de même pour les pertes amenées par les actions chimiques ou biologiques secondaires. On se trouvait en face de problèmes extrêmement complexes, les milieux favorables à une réaction ou à un acte recherchés, étaient en même temps quelquefois favorables à l'acte qu'on voulait éviter. C'est de ce côté que se sont dirigés depuis quelques années, tous les efforts des savants, quelques-unes de leurs découvertes sont déjà entrées dans le domaine industriel; les autres, en éclairant la voie, ont préparé des solutions prochaines.

L'alcool étant produit par la dissociation des éléments du sucre sous l'influence de ferments déterminés, l'amidon se transformant en sucre (maltose, dextrose) par une fermentation diastasique; il est évident que le rendement total en alcool et en sucre, ne sera obtenu que si aucun ferment autre que le ferment alcoolique, aucune action chimique ne consomme une partie du sucre pour le transformer en produits autres que l'alcool. De même la diastase ne transformera tout l'amidon en sucre fermentescible que si son action n'est entravée par aucun obstacle, par aucune réaction étrangère.

En principe donc, l'emploi des ferments purs et la conservation de leur pureté s'impose si on veut obtenir le maximum de quantité et de qualité d'alcool. Il n'y a pas lieu d'entreprendre ici l'étude et la description des nombreux ferments qui peuvent produire la fermentation alcoolique ou entraver son action. L'action des ferments, leurs conditions d'existence ont été déterminées par l'illustre Pasteur, la voie qu'il avait ouverte a été suivie par de nombreux savants en France et à l'étranger. M. Duclaux, membre de l'Institut, continuateur de Pasteur, a résumé cette étude dans un ouvrage magistral (*Chimie biologique et chimie physiologique*).

Le nombre des ferment reconnus s'accroît tous les jours, la levure de bière (*mycoderma cerevisiæ*), la levure ellipsoïdale du vin, ne sont pas les seules pouvant provoquer la fermentation alcoolique. Mais enfin ce sont celles qui paraissent avoir la plus grande activité, ce sont en tous cas celles que l'industrie a actuellement à sa disposition en quantité suffisante. Ces ferments ne décomposent que le sucre et ne transforment ni la dextrine ni l'amidon en alcool. M. Gayon a reconnu un mucor qui faisait fermenter alcooliquement la dextrine, et même l'amidon en empois.

Dans un temps rapproché peut-être, la science biologique des ferments, les méthodes de multiplication qu'on possède, permettront d'établir des fabriques de levures pures, spéciales aux divers emplois qu'on leur demandera. Les unes conviendront mieux à telle ou telle matière première, à tel ou tel milieu; elles seront choisies non seulement suivant la matière première, mais suivant aussi les aromes plus ou moins stables, plus ou moins spéciaux, qu'elles développeront.

Mais à côté de ces ferments utiles, il y en a un grand nombre qui troublent la fermentation, qu altèrent comme quantité et qualité les produits qu'on recherche. Les uns transforment une plus ou moins grande quantité de sucre en acides et

occasionnent ainsi une perte dans le rendement alcoolique. Les ferments lactique, butyrique sont de cette nature. D'autres agissent sur l'alcool lui-même en dissolution dans le liquide en fermentation, le transforment en acide acétique, en aldéhydes. Enfin ces acides peuvent former à l'état naissant des éthers avec l'alcool, c'est là probablement la principale origine des éthers composés qui se trouvent dans les alcools bruts.

M. Jacquemin a obtenu directement par fermentation mixte avec des ferments alcooliques, butyrique et lactique, des butyrates et lactates d'éthyle (éthers butyrique et lactique).

Ne nous occupant ici que de l'application des enseignements de la science biologique à l'industrie, nous devons nous borner à un court résumé de la marche qu'ont suivie les applications entreprises par divers savants. Pasteur, le premier, utilisant les observations qu'il avait faites sur la vie des ferments, avait indiqué une méthode de purification des levures. Les ferments alcooliques ont une résistance considérable et peuvent vivre dans un milieu fortement acide; ils sont en outre aerobies. Les ferments lactique et butyrique ne vivent bien que dans un milieu neutre ou à l'abri du contact de l'air. Il suffisait donc de soumettre le ferment à purifier à l'action de l'acidité et de l'air dans une solution sucrée nutritive, pour empêcher le développement et détruire les germes des ferments lactique et butyrique. En répétant deux ou trois fois cette opération, on parvenait à purifier le ferment et n'avoir plus que des globules de ferment alcoolique en vie.

Mais les ferments alcooliques sont eux-mêmes divers et ils n'ont tous ni la même résistance ni la même puissance; après la purification Pasteur, on n'avait pas isolé un ferment, mais bien un certain nombre de ferments alcooliques de familles différentes. M. Kayser, chef des travaux du laboratoire de l'institut agronomique, avec les conseils de M. Duclaux, a serré de plus près la question. Il a reconnu l'existence d'un grand nombre de ferments alcooliques dans le seul jus de pomme fermenté, il les a séparés non pas individuellement, mais en groupes, dont les individus se rapprochaient par leurs propriétés, suivant leur résistance à divers agents. Chacun de ces groupes avait sa valeur propre, une activité particulière et développait des produits secondaires d'un arome spécial.

Il devenait évident que pour arriver à un résultat absolu, scientifique, pour obtenir un ferment toujours semblable à lui-même dans toutes les circonstances et dans tous les milieux, les méthodes de purification étaient à elles seules insuffisantes. Elles avaient une grande valeur première d'élimination, mais il fallait ensuite cultiver un globule du ferment choisi, le faire multiplier peu à peu et finalement en obtenir des quantités industrielles. Aux débuts de la science biologique des ferments, on avait surtout défini leur nature par leurs fonctions chimiques, les ferments alcooliques étaient des *saccharomyces*; l'étude botanique de ces ferments a démontré qu'il existait de nombreuses familles de saccharomyces (*cerevisiæ*, *ellipsoïdus*, *Pastorianus*, *etc.*). Les bactéries étaient considérées comme le grand ennemi, c'est encore vrai, mais elles ne sont pas le seul et en tous cas, à chaque variété convient un milieu, un climat.

Hansen, savant danois, a mis en lumière ces différents faits et a créé, dans son magnifique laboratoire de Carlsberg, des méthodes de culture industrielle des levures pures. Il suit les prescriptions du maître illustre qui a créé en France la science biologique, c'est par les méthodes Pasteur qu'il procède. Dans des ballons soigneusement stérilisés, contenant une solution ou un bouillon de gélatine chauffé à 30°, on fait arriver un ou deux globules de ferment. Le bouillon de gélatine prenant par le refroidissement une certaine consistance, les germes restent en suspension et en se multipliant forment une colonie. Cette colonie est analysée au microscope et si tous les globules qui le composent sont de même famille, on les multiplie dans des solutions stérilisées de plus en plus volumineuses et finalement on obtient ainsi une fabrication industrielle d'un ferment déterminé. Il est intéressant de connaître la manière de procéder de Hansen pour ne faire arriver dans la solution gélatinisée que très peu de globules (un ou quelques-uns seulement). La levure à multiplier est mise en suspension par agitation dans un volume d'eau relativement considérable calculé de telle façon qu'une goutte de ce liquide doit en moyenne contenir un globule. C'est cette goutte qu'on introduit dans le ballon à culture, on agite vigoureusement pour séparer les globules qui pourraient être accolés l'un à l'autre de manière à ce que chaque colonie, s'il s'en forme plusieurs, n'ait qu'un globule pour origine. On fait la même opération dans un certain nombre de ballons de culture; on néglige les colonies de ferments autres que ceux qu'on veut développer, et on ne fait multiplier que celles qui ont tous les caractères des ferments qu'on veut définitivement cultiver en grand.

Hansen a établi à Carlsberg une véritable fabrique de levure de bière pure, et dans plusieurs distilleries déjà ses appareils fonctionnent industriellement. Ils se composent en principal de deux cylindres de cuivre nickelé, d'une capacité de deux, trois, quatre cents litres, etc., etc., suivant l'importance de la fabrication. L'un des cylindres contient le liquide nourricier stérilisé deux fois, la première pour tuer les germes, la seconde, vingt-quatre heures après pour détruire les germes nouveaux provenant des spores non tués à la première stérilisation (chauffage à 120° T.). Le second cylindre dans lequel s'opère la fermentation et la multiplication, contient un certain volume de levure d'une opération précédente; on y fait passer par pression d'air stérilisé, la solution nutritive et après quelques jours on peut récolter une quantité suffisante de levure pour les besoins industriels.

Bien entendu, toutes ces opérations de culture en petit et en grand sont entourées de toutes les précautions nécessaires pour empêcher toute contamination. Il serait inutile d'indiquer tous les moyens de stérilisation employés, on les trouve

dans les ouvrages spéciaux et chacun peut les varier à sa convenance en s'appuyant sur les principes absolus de Pasteur.

On a donc de la levure pure, mais aussitôt sortie des appareils de culture, la levure est introduite dans des moûts non stérilisés ou incomplètement stérilisés par les chauffages préalables qu'ils ont subis; en tous cas ces moûts sont renfermés dans des cuves qui n'ont pu être stérilisées et fermentent exposés à tous les germes qui flottent dans l'air. La levure pure à l'origine ne peut nécessairement se conserver dans cet état et peu à peu, sous ces diverses influences, la fermentation dégénère. Cette dégénérescence est plus ou moins rapide, suivant le soin qu'apporte le distillateur à maintenir sa cuverie, bâtiments et cuves, dans un état de propreté scrupuleuse; et, suivant aussi la nature des matières premières employées et le système de préparation des moûts.

En tous cas, il en est de la multiplication des levures dans les cuves pendant la fermentation, comme des récoltes dans les champs. Les mauvaises herbes sont étouffées par une végétation vigoureuse et touffue de la plante semée ou bien les récoltes faibles et grêles sont étouffées par les mauvaises herbes. L'abondance initiale d'une levure saine et vigoureuse entrave le développement des ferments étrangers dangereux. Malgré la durée limitée de la pureté absolue de la levure, il y a donc toujours avantage à employer un premier ferment pur.

Mais enfin, une propreté scrupuleuse des bâtiments de la cuverie, des appareils et ustensiles est rigoureusement nécessaire à un bon travail. La dégénérescence est, a-t-on dit, plus ou moins rapide, suivant la nature des matières premières employées. Les unes, le grain saccharifié par le malt par exemple, offrent un milieu fertile pour tous les ferments, qu'ils soient favorables ou dangereux. L'action de la diastase qui doit se continuer pendant la fermentation, sur les dextrines non transformées en maltose par la saccharification, exige une faible acidité; tous les ferments, lactique, butyrique, etc., etc., peuvent s'y développer en toute liberté. Ce moût donc n'offre pas un milieu favorable à la longue conservation de la pureté du levain. Il n'en est pas de même des moûts préparés par les acides, du jus de betteraves, des mélasses, etc.; on peut opérer la fermentation dans un milieu très acide qui s'oppose à la multiplication des ferments ne vivant que dans un milieu à peu près neutre. Lorsqu'on fait fermenter des moûts acides, on se trouve en un mot à peu près dans les conditions dans lesquelles se mettait Pasteur pour purifier les levures impures. La dégénérescence de la fermentation peut donc être très rapide ou très lente suivant les milieux et suivant les températures d'activité maximum des diverses espèces de ferments.

Lorsque la fermentation alcoolique cesse d'être pure, le rendement n'est pas seulement diminué, mais la pureté de l'alcool est aussi amoindrie. C'est absolument naturel; les impuretés des alcools bruts non rectifiés sont en très faibles proportions dans tous les cas, même les moins favorables, cinq, six, sept millièmes au maximum. Mais ces quantités, si faibles en réalité, suffisent pour donner, quand la fermentation a été défectueuse, des goûts désagréables, pour rendre invendables le quart ou le tiers de l'alcool et pour laisser même des traces de défectuosité dans l'alcool de cœur de rectification. Or il suffit de bien peu d'acides formés pour donner naissance à des aldéhydes, des éthers, des alcools butylique et amylique, etc., et pour laisser des traces dans la qualité de l'alcool.

Il y a pour le choix des levures à employer bien des opinions, les unes sont, peut-être, imprudemment encore, trop affirmatives, mais enfin les savants les plus autorisés, les plus réservés reconnaissent que les diverses levures peuvent donner des sous-produits, plus ou moins spéciaux. MM. Romier, Jacquemin, Martineaud, Rietsch, Kayser, etc., ont obtenu des aromes de vin, de cidre, en faisant fermenter des solutions sucrées avec des levures de vins de divers crus, avec des levures de cidre. Une certaine partie du bouquet spécial aux vins et cidres qui avaient formé ces levures, se retrouvaient dans les produits fermentés; l'alcool qu'on en retirait par une première distillation avait lui-même un certain arome, particulier aux eaux-de-vie de vin et de cidre. Mais de là à conclure qu'en faisant fermenter des solutions sucrées, des moûts de diverses natures avec des levures de vin, on obtiendra des alcools de vin, ce serait s'aventurer beaucoup. Chaque matière première a sa composition particulière qui influe sur la composition et les proportions relatives des divers produits volatils qui accompagnent l'alcool. Les levures donnent ou peuvent donner quelques aromes particuliers à chacune d'elles, mais ces aromes sont peu stables et ne forment qu'une petite partie de l'ensemble des éthers, alcools supérieurs, qui constituent les qualités ou les défauts originaires, spéciaux à la matière première mise en fermentation. Nous avons fait la preuve expérimentale de ce fait.

Il est très probable que chaque espèce botanique de levure a sa vie propre et élabore des principes qui lui sont propres. Il est possible aussi que les ferments secrètent des bases analogues aux leucomaïnes et aux ptomaïnes, variables avec leur espèce. Mais il serait dangereux d'admettre sans preuves positives et répétées, que ces produits d'élaboration sont les seules sources des impuretés, des aromes, des produits fermentés et des alcools qu'on en retire.

On a vu que dans le travail industriel, tout le sucre fermentescible n'était pas converti en alcool d'après l'équivalence établie par Pasteur, qu'une partie plus ou moins notable était transformée en acides et peut-être en d'autres produits encore indéterminés. On a vu aussi que, soit par des actions biologiques des ferments, soit par des actions chimiques, une plus ou moins grande quantité de produits volatils, aldéhydes, éthers, alcools supérieurs, accompagnaient l'alcool éthylique. Les pertes de rendement et les quantités d'impuretés croissaient avec l'amoindrissement

de puissance, la dégénérescence et l'impureté des levures.

L'expérience industrielle avait appris depuis longtemps que la levure alcoolique résistait parfaitement dans un moût fortement acidifié et que les levures lactique et butyrique étaient tuées ou du moins paralysées par cette même acidité. En la maintenant scrupuleusement, on pouvait faire fermenter presque indéfiniment en fermentation continue, sans renouvellement du levain, les jus de betteraves, des moûts de grains par les acides, les solutions mixtes de mélasses et de grains ou autres matières pouvant fournir à la levure une alimentation suffisante. N'y a-t-il aucune dégénérescence, théoriquement on ne peut le prétendre, car il y a plusieurs familles botaniques de saccharomyces qui peuvent se trouver représentées dans le levain initial et finalement, suivant l'ordre de leur résistance, certaines d'entre elles peuvent prendre une prédominance. Mais enfin, pratiquement, les résultats paraissent bons, ils seront sans doute meilleurs quand on aura reconnu quelle est la famille la plus productive et quand on l'emploiera uniquement.

Mais tous les soins nécessaires pour conserver l'acidité exactement utile, pour éviter certaines contaminations, ne sont ni toujours observés, ni toujours faciles à observer dans un important travail continu. En outre, il y a des matières premières, des procédés de travail qui ne supportent pas l'emploi des acides minéraux ; la transformation de l'amidon par le malt, la fermentation des moûts maltés sont de ce nombre. On ne peut non plus songer à employer des acides minéraux en proportions appréciables pour les produits fermentés qui sont consommés directement, tels que les bières, les cidres, les vins. Il y a donc des cas nombreux où la conservation du ferment alcoolique, la paralysie de l'action des ferments nuisibles, sont impossibles par l'emploi des acides minéraux (sulfurique ou chlorhydrique).

On a songé à employer dans ces cas un antiseptique pour atténuer ou arrêter l'invasion des bactéries, sans nuire au ferment dont on désirait maintenir l'activité. Duclaux, dans son si remarquable et savant *Traité de chimie biologique*, cite les expériences de Jalan de la Croix et classe les antiseptiques, dans l'ordre de leur action sur les microbes de l'altération des bouillons ; il les résume dans le tableau suivant :

Antiseptiques. Corps purs	A Doses qui		B Doses qui		C Doses qui	
	I empêchent	II n'empêchent pas	I arrêtent	II n'arrêtent pas	I stérilisent	II ne stérilisent pas
Sublimé corrosif.	40	20	170	154	80	66
Chlore.	33	26	44	33	2.320	2.170
Chlorure de chaux à 98° . . .	90	76	268	224	5.880	3.875
Acide sulfureux.	155	117	500	200	5.265	3.660
Acide sulfurique.	170	120	500	300	8.620	4.900
Brome.	155	126	392	250	2.975	1.820
Iode	200	150	646	500	2.440	1.960
Acétate d'alumine.	235	184	2.350	1.200	15.620	10.870
Essence de moutarde	300	175	1.690	1.220	35.700	25 000
Acide benzoïque.	350	250	2.440	1.960	8.265	4.760
Borosalicylate de soude. . . .	350	264	15.890	9.090	33.330	20.000
Acide picrique.	500	330	1.000	700	6.600	5.000
Thymol	715	450	9.175	4.715	50.000	27.780
Acide salycilique	1.000	893	16.660	12.820	»	28.570
Permanganate de potasse. . .	1.000	700	6.660	5.000	6.600	5.000
Acide phénique	1.500	1.000	45.450	23.810	376.000	250.000
Chloroforme.	11.000	8.980	8.930	7.160	»	1.250.000
Borax..	16.140	12.990	20.830	14.500	»	83.350
Alcool.	47.620	28.570	227.300	166.600	»	847.500
Essence d'eucalyptus.	71.400	50.000	8.900	4.800	»	171.500

Les nombres qu'il contient sont évalués en 1/100,000 des volumes du liquide, c'est-à-dire qu'ils représentent le nombre de milligrammes de chaque substance à employer par litre de liquide pour obtenir le résultat signalé.

La première colonne donne les doses qui empêchent (I) ou qui n'empêchent pas (II) l'invasion du bouillon A ensemencé directement avec quelques gouttes de bouillon déjà envahi.

La deuxième colonne B donne les doses qui arrêtent (I) ou n'arrêtent pas (II) le développement des bactéries dans le bouillon B additionné d'antiseptique lorsqu'il est en pleine fermentation.

La troisième colonne donne les doses d'antiseptique qui stérilisent définitivement (I) ou ne stérilisent pas (II) le même bouillou B. On a partout arrondi les chiffres donnés par Jalan de la Croix. Il est, en effet, inutile de mettre dans le compte-rendu des expériences plus de précision que les expériences n'en comportent.

Il convient de n'attacher à ces nombres qu'une valeur très relative, ce tableau n'a été cité que comme indication des antiseptiques étudiés. De plus, il est absolument certain qu'aux doses stérilisant les bactéries, la levure alcoolique aurait été elle-même stérilisée, et conséquemment ces antiseptiques ne seraient en presque totalité d'aucun secours si on voulait les employer pour laisser vivre la levure alcoolique et paralyser les bactéries en cas de mélange de ces ferments dans les

moûts sucrés. Enfin, la plupart d'entre eux sont inapplicables industriellement soit par leur prix élevé, soit par les goûts étrangers qu'ils donneraient à l'alcool.

Cependant cette question vient de faire un pas considérable, une substance, l'acide fluorhydrique, qui jusqu'à ces derniers temps n'avait pas été connue comme antiseptique, a été employée avec grand succès par M. Effront, chimiste attaché à la Compagnie générale de maltose à Bruxelles. Cette société s'est réservée l'exploitation de ce procédé par brevets pris dans les divers pays industriels. M. Effront, ayant à lutter contre l'acidification et la fermentation lactique et butyrique de certains sirops fort altérables, a essayé l'emploi de très faibles quantités d'acide fluorhydrique, sur lequel son attention avait été attirée par un mémoire médical recommandant les inhalations fluorhydriques contre le développement du microbe de la tuberculose. L'altération des sirops a cessé, ils ne se sont plus acidifiés et n'ont plus moussé. Un jour cependant, malgré l'acide fluorhydrique, un sirop a présenté les symptômes de la fermentation. M. Effront a reconnu, à son grand étonnement, que cette fermentation avait absolument changé de nature; au lieu d'être lactique et butyrique, elle se trouvait être alcoolique. Il ressortait de ce fait que l'acide fluorhydrique avait une influence très différente sur les divers ferments, que son action paralysante ou destructive sur les bactéries, ne l'était pas aux mêmes doses sur le ferment alcoolique.

Cette introduction, à l'explication de l'effet de l'acide fluorhydrique, hydrofluosilicique et des fluorures, n'est pas inutile pour faire remarquer que ce n'est pas un hasard qui a fait découvrir leur influence. Les inventions ne naissent pas spontanément, elles sont toujours les conséquences d'intelligentes observations.

Cette action différente de ces nouveaux antiseptiques sur les divers ferments a conduit M. Effront à les appliquer aux opérations de la fermentation industrielle en distillerie.

Les moûts les plus altérables, transformation des matières amylacées en sucre, la fermentation de ces moûts pendant laquelle la diastase doit continuer à agir pour compléter son action sur les dextrines non saccharifiées, ont été d'abord l'objet du traitement à l'acide fluorhydrique et à ses dérivés.

Pendant la saccharification des matières amylacées par le malt, plusieurs circonstances peuvent entraver l'action si délicate de la diastase; les ferments lactique et butyrique en acidifiant le moût diminuent le pouvoir de cette diastase. C'est pour cela que les chimistes les plus autorisés qui s'étaient occupés de cette question, Dubrunfaut, O. Sullivan, Mœrker, Delbruck, etc., etc., avaient indiqué que la température la plus favorable à la transformation de l'amidon en maltose par la diastase était d'environ 55° centigrades. Ils avaient raison en apparence, car à cette température, l'influence des ferments figurés est fortement amoindrie. Mais en réalité ce n'était qu'indirectement que cette température était celle du maximum d'action, car si on empêche, comme l'a fait M. Effront, l'acidification par les ferments figurés, on voit que le maximum d'action de la diastase se trouve vers 40° centigrades. En fait, si on rapproche l'action industrielle des ferments de cette action dans les phénomènes naturels de la végétation, qui sont en majeure partie des phénomènes de fermentation diastasique et de fermentation figurée, les cellules jouant le rôle de globules de ferment, il est logique de penser que le maximum d'action doit se trouver dans les limites de température que supportent les plantes.

Après la période d'essais de laboratoire nécessaire, l'application de l'acide fluorhydrique et de ses dérivés à la saccharification des grains par le malt et à la fermentation des moûts qui en proviennent, a été faite dans l'industrie. Immédiatement les rendements en alcool se sont élevés de quatre à cinq litres par 100 kilogrammes d'amidon. Lorsqu'on alternait l'emploi et la cessation de l'acide fluorhydrique, les rendements montaient ou descendaient. On avait remarqué aussi que si les rendements en alcool montaient brusquement par l'emploi, ils s'affaiblissaient progressivement seulement par la cessation. Ce phénomène provenait de l'assainissement général opéré par l'acide fluorhydrique. Si nous nous étendons sur ce sujet c'est parce que cette découverte toute récente est féconde, elle peut devenir classique dans la pratique industrielle. Nous ne pouvons cependant entrer dans de grands détails, les lecteurs liront avec un vif intérêt les mémoires publiés par M. Effront dans le *Moniteur scientifique* du docteur Quesneville, auxquels nous empruntons quelques tableaux. Cette étude est en cours de publication encore et les citations qui en seront faites seront donc incomplètes.

Comparant l'action de l'acide sulfurique et chlorhydrique (employés, comme on l'a dit, pour arrêter les fermentations lactique et butyrique) avec celle de l'acide fluorhydrique, M. Effront établit que 250 milligrammes d'acide fluorhydrique par litre arrêtent toute fermentation lactique alors qu'il faut 2,000 milligrammes d'acide chlorhydrique et 3,000 d'acide sulfurique pour obtenir le même résultat.

Dans le cas d'une fermentation lactique et butyrique simultanée, 100 milligrammes par litre d'acide fluorhydrique produisent le même effet que 1,000 milligrammes d'acide chlorhydrique ou sulfurique.

L'acide fluorhydrique a une influence favorable sur la conservation du pouvoir de la diastase. Une solution de diastase pure a perdu presque tout son pouvoir saccharifiant de l'amidon le quatrième jour, et complètement le septième. La même solution avec 70 milligrammes d'acide fluorhydrique par litre avait encore le quatrième jour 80 0/0 de son pouvoir et 40 0/0 le septième jour. Il a fallu 250 milligrammes pour détruire ce pouvoir le quatrième jour, mais d'autre part la solution de diastase à des doses inférieures augmentait de puissance par l'addition de 50 à 70 milligrammes d'acide fluorhydrique par litre

Les acides sulfurique et chlorhydrique, à doses relativement faibles, excitent le pouvoir de la diastase, mais leur action ne se continue pas ou devient bientôt nuisible.

En résumé, par l'emploi des acides minéraux dans la fermentation diastasique et alcoolique des matières amylacées on empêche le développement des ferments lactique et butyrique nuisibles à la diastase et fonctionnant parallèlement à la levure alcoolique. Les quantités d'acide sulfurique ou chlorhydrique qui pourraient arrêter ces fermentations dangereuses, arrêtent en même temps l'action de la diastase, tandis qu'on peut préserver en grande partie le moût d'altération, sans détruire la diastase par de faibles doses d'acide fluorhydrique. On a pu ainsi obtenir une conversion presque complète (96 0/0) de l'amidon en maltose.

L'auteur recherche ensuite si l'action favorable due à l'acide fluorhydrique est due seulement à l'acide et si les fluorures ne jouissaient pas des mêmes propriétés.

Nous empruntons au mémoire de M. Effront, publié dans le *Moniteur scientifique* du docteur Quesneville, un certain nombre de tableaux.

Influences des fluorures sur la conservation de la diastase à la température de 30°.

Numéros	Quantités pour 100 centimèt. cubes		1er jour		2e jour		3e jour			4e jour		
			Maltose p. 100 matières sèches	Pouvoir saccharifiant de la diastase	Maltose p. 100 matières sèches	Pouvoir saccharifiant de la diastase	Maltose p. 100 matières sèches	Pouvoir saccharifiant de la diastase	Acide	Maltose p. 100 matières sèches	Pouvoir saccharifiant de la diastase	Acide
1		0	65.00	100.00	44.11	67.86	14.11	21.70	7.3	0	0	8.8
2	Fluorure de potassium	1.5	67.64	104.06	42.05	64.84	13.23	20.35	7.5	0	0	8.2
3		3	66.17	101.08	56.47	86.87	25.58	39.35	4.8	9.41	14.47	7.3
4		7.5	67.60	104.06	48.23	74.20	32.65	49.30	6.0	11.17	17.53	7.6
5		15	67.60	104.06	53.63	82.35	45.58	70.12	4.5	21.17	32.57	5.0
6		20	66.80	102.77	55.40	85.23	46.90	72.15	4.0	31.20	48.00	5.0
7		30	66.17	101.08	63.52	97.72	48.23	74.20	4.0	40.58	62.43	4.9
8		60	67.64	104.06	67.60	104.00	30.00	92.30	3.5	38.82	59.72	3.5
9	Fluorure d'ammonium	1	67.64	104.06	45.00	69.23	17.35	26.69	7.0	0	0	6.7
10		2	66.17	101.08	45.00	69.23	37.05	57.00	5.8	5.58	8.58	6.5
11		5	67.64	104.06	53.53	82.35	49.40	76.00	5.7	9.41	14.47	6.5
12		10	68.82	105.97	54.41	83.70	50.88	78.27	4.9	38.82	59.72	5.0
13		15	68.80	105.90	59.30	91.20	50.60	77.84	4.8	39.90	61.38	5.0
14		20	67.64	104.06	62.35	95.92	51.76	76.00	3.0	47.05	72.38	3.1
15		40	66.17	101.08	62.30	95.90	10.00	92.30	3.2	53.53	82.35	3.2

En examinant ce tableau on voit : 1° que sans fluorures, le pouvoir de la diastase avait diminué le deuxième jour de 100 à 67.86, tandis qu'avec l'addition des fluorures de potassium ou d'ammonium, le pouvoir de la diastase était exalté et longtemps conservé ; 2° que l'action du fluorure d'ammonium est plus puissante que celle du fluorure de potassium ; 3° que l'excès du fluorure ne produit pas l'effet suspensif de l'excès d'acide fluorhydrique. Ces observations sont confirmées par le tableau ci-contre.

L'acide fluorhydrique à dose un peu élevée, exerce une influence néfaste sur la fermentation à la dose de 55 milligrammes par litre, elle l'arrête tandis que 55 milligrammes de fluorure de potassium lui donnent son maximum d'activité.

Si au lieu d'employer de l'eau distillée, on se sert d'eau ordinaire pour la solution sucrée, l'effet suspensif de l'acide fluorhydrique s'atténue et se rapproche de celui des fluorures. Evidemment ce sont les sels de chaux qui, se combinant avec l'acide fluorhydrique, forment des fluorures ; on remarque aussi une action favorable sur l'atténuation de la densité (échantillons 1 et 12).

L'acide fluorhydrique et les fluorures agissent différemment dans les milieux pauvres ou riches en matières nutritives de la levure ; plus le milieu est riche en matières alimentaires, plus la dose

Influence de l'acide fluorhydrique et des fluorures sur la diastase à la température de 60°.

Numéros des échantillons	Noms des substances	Quantités par 100 c. c. de liquide	Maltose p. 100 matières sèches	Pouvoir saccharifiant de la diastase
		milligr.		
1	Acide fluorhydrique.	0	56.04	100.00
2	—	1	56.04	100.00
3	—	3	51.37	91.66
4	—	6	42.30	75.48
5	—	9	24.36	43.46
6	—	10	23.90	42.64
7	—	15	3.29	5.69
8	Fluorure de potassium.	15	56.00	99.93
9	—	120	56.01	99.95
10	—	150	51.37	91.66
11	Fluorure d'ammonium.	50	56.04	100.00
12	—	100	55.90	99.75

d'acide ou de fluorure peut être forte. Ainsi dans le tableau précédent, 100 milligrammes de fluorure de potassium par litre entravent la fermentation d'une manière sensible tandis que 300, 400, 500 milligrammes la rendent plus active et meilleure dans un moût nutritif (V. le tableau de la page 685).

Le résumé des travaux de M. Effront, déjà bien long, ne peut embrasser tous les détails des expé-

Fermentation d'une solution de sucre de canne dans l'eau distillée.

Numéros des échantillons	Quantités pour 100 c. c. de moût		Densité des liquides							
			2 heures	4 heures	6 heures	8 heures	24 heures	32 heures	48 heures	3 jours
	milligr.									
1		0	9.5	9.0	8.2	7.5	6.5	6.3	5.5	3.7
2	Acide fluorhydrique	½	9.7	9.7	9.5	9.2	8.6	7.8	6.3	3.8
3		1	9.8	9.8	9.8	9.6	8.9	8.5	7.0	4.0
4		1 ½	10.0	9.8	9.8	9.8	9.4	9.0	7.5	5.9
5		3	10.0	9.9	9.9	9.8	9.5	9.2	8.0	6.6
6		4	10.0	10.0	10.0	9.8	9.7	9.0	8.5	8.0
7		5	10.0	10.0	10.0	10.0	9.8	9.6	9.4	9.0
8		5 ½	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
9		0	9.5	9.0	8.5	7.4	6.5	6.4	5.0	3.8
10	Fluorure de potassium	2	9.7	9.0	8.4	7.4	6.4	6.2	5.5	3.5
11		3	9.7	8.8	8.3	7.2	6.5	6.0	5.1	3.2
12		4	9.7	9.0	8.5	7.5	6.0	5.7	5.3	2.5
13		5 ½	9.8	9.2	8.5	7.6	6.4	6.0	5.8	2.1
14		7	10.0	9.5	9.2	8.5	7.0	6.5	5.0	3.9
15		10	10.0	9.7	9.2	8.5	7.2	7.0	7.0	6.0
16		12	10.0	9.9	9.5	8.8	8.0	7.7	7.6	7.0

Fermentation d'une solution de sucre de canne dans l'eau ordinaire.

Numéros des échantillons	Quantités pour 100 c. c. de moût		Densité des liquides							
			2 heures	4 heures	6 heures	8 heures	24 heures	32 heures	48 heures	3 jours
	milligr.									
1		0	9.5	9.0	8.0	7.0	6.5	5.9	3.2	2.5
2	Acide fluorhydrique	1	9.4	9.2	8.5	7.1	6.5	5.8	3.3	2.4
3		2	9.5	9.4	8.5	7.6	6.4	5.9	3.0	2.0
4		3	9.6	9.4	8.5	7.5	6.6	5.9	4.0	2.3
5		4	10.0	9.5	8.8	7.7	6.5	5.7	5.0	2.5
6		5 ½	10.0	9.7	9.0	8.0	7.0	6.5	5.5	3.0
7		7	10.0	9.7	9.3	8.0	7.5	6.7	6.0	3.2
8		10	10.0	9.9	9.7	9.6	9.0	7.0	6.8	4.0
9	Fluorure de potassium	2	9.5	8.5	7.4	6.2	6.0	6.0	3.1	2.5
10		3	9.5	8.5	7.4	6.2	6.0	6.0	3.0	2.4
11		4	9.6	8.3	7.4	6.1	5.7	5.8	2.8	2.0
12		5 ½	9.7	8.1	7.5	6.0	5.4	5.5	2.6	1.8
13		7	9.7	8.5	7.7	6.0	5.2	5.7	2.9	2.0
14		10	10.0	9.1	8.4	7.2	7.1	6.5	3.6	3.2
15		12	10.0	9.5	8.7	7.5	8.3	7.4	6.1	5.5

riences ; l'auteur, dans une dernière série d'essais, établit que si on varie les doses de levure dans la mise en fermentation d'un moût, la quantité d'alcool fourni, dans un temps déterminé, diminue dans le sens de la diminution de levure. Si on ajoute des fluorures, cette diminution est beaucoup moins sensible et la fermentation en outre se continue plus longtemps sans altération. En résumé, les fluorures augmentent sensiblement le pouvoir fermentescible de la levure quand celle-ci est en excès ; ils peuvent suppléer aussi à une insuffisance de levure.

Ces données théoriques ont conduit M. Effront à l'emploi industriel de ces procédés, brevetés au nom de la Société générale de maltose ; nous en avons cité un exemple au commencement de l'examen de ce système ; mais les études industrielles ne sont pas encore publiées et les personnes qui s'y intéressent pourront les suivre dans le *Moniteur scientifique* du docteur Quesneville.

La question biologique des ferments diastasiques et figurés est peut-être trop étendue, mais elle est absolument à l'ordre du jour et son importance, considérable au point de vue théorique, ne sera peut-être pas moindre dans l'avenir au point de vue industriel. Elle est encore un peu confuse aujourd'hui, on connaît beaucoup de faits, mais il n'a pas encore été possible de les dégager bien nettement, au milieu de toutes les circonstances qui les accompagnent. Mais on voit déjà que plusieurs théorèmes admis jusqu'ici ne peuvent plus s'affirmer, que chaque levure alcoolique, peut-être même chaque famille botanique de ce ferment, ne donne pas lieu aux mêmes productions d'acides, aux mêmes sous-produits. La haute valeur des savants, qui s'occupent de ces études si délicates et si complexes en France et à l'étranger, permet d'espérer que bientôt l'industrie aura à sa disposition des moyens d'obtenir des résultats plus complets et plus constants.

Certaines familles ont un pouvoir reproducteur beaucoup plus considérable que d'autres, ce pouvoir reproducteur ou multiplicateur de levure, n'est pas toujours parallèle à une production plus rapide ou plus grande d'alcool. Il faudra sélectionner et conserver pures les espèces choisies,

Action des fluorures et de l'acide fluorhydrique dans la fermentation d'un moût riche en matières nutritives pour la levure.

Numéros des échantillons	Noms des substances	Quantités pr 100 c. c. de moût	Densité Balling	Acidité	Alcool pour 100		
					Maximum	Minimum	Moyenne
		mill.					
1	Acide fluorhydrique.	0	7.5	5.24	7.6	6.8	7.1
2	—	2	6.0	4.8	8.3	7.7	7.9
3	—	4	5.4	4.3	8.5	8.0	8.2
4	—	6	5.0	4.0	8.6	8.1	8.5
5	—	8	4.0	4.0	9.6	9.0	9.3
6	—	10	3.7	3.9	9.5	9.2	9.4
7	—	12	3.8	4.1	9.4	9.1	9.3
8	Fluorure de potassium.	4	5.3	3.84	8.5	8.0	8.3
9	—	8	4.5	3.9	9.6	9.3	9.4
10	—	10	3.9	3.7	9.5	9.2	9.4
11	—	15	4.3	3.9	9.3	8.7	9.0
12	—	20	4.2	3.9	9.2	8.7	9.1
13	—	25	4.0	3.9	9.4	8.8	9.2
14	—	30	3.5	4.1	9.6	9.4	9.5
15	—	40	3.8	4.2	9.5	9.3	9.4
16	—	50	3.9	4.3	9.5	9.2	9.4

mais ces études avancent et ne sont pas au-dessus des forces de ceux qui les ont entreprises.

L'industrie a déjà beaucoup de moyens pratiques à sa disposition; les appareils Hansen, grands ou petits, ceux que le laboratoire de fermentation de l'institut agronomique de Paris, à la tête duquel se trouve M. Duclaux, pourrait mettre à la disposition de l'industrie, permettront d'apprécier la mesure de la multiplication de la levure. La méthode et l'appareil de M. François Billet, dont il a été question dans le *Dictionnaire*, pourront donner les indications utiles sur l'activité et la continuité d'effet des levures. L'industrie des alcools paraît donc devoir entrer prochainement dans une phase plus scientifique et l'application un peu routinière de recettes, encore assez répandue, surtout dans la distillerie agricole, aura fait son temps.

Depuis longtemps les chimistes qui avaient étudié la transformation des matières amylacées par l'ébullition en présence des acides, savaient que cette transformation est toujours ou incomplète ou dépassée; souvent même les deux défauts existent parallèlement. Ils avaient remarqué qu'un corps réduisant la liqueur de Fehling, ayant une rotation au polarimètre voisine de celle de la dextrine, se trouvait généralement dans la glucose du commerce. Dès 1865, nous avions nous-même retiré une assez grande quantité de ce corps à l'état de sirop presque solide par précipitation alcoolique. On considérait cette substance comme une des nombreuses dextrines qui existent, comme un produit de transition entre la dextrine et la glucose. On savait aussi que si la plus grande partie de l'amidon se transforme rapidement en glucose, le complément de la transformation est long et difficile. Au point de vue chimique, ces deux observations étaient difficilement explicables; en effet, la dextrine qui est le premier terme de la conversion de l'amidon en sucre, se transformait facilement en sucre au commencement de l'opération, pourquoi se serait-elle difficilement transformée à la fin? De plus cette désignation de produit transitoire ne signifie rien, pas plus que l'action catalytique. Lorsque l'amidon subit une série de transformations, chacune d'elles est un corps défini : nécessairement, si on n'est ni en présence d'une dextrine ou d'une glucose, le corps produit peut être inconnu, mais on ne peut se contenter de l'appeler produit transitoire. Dès 1850, M. Béchamp avait reconnu l'existence de cette pseudo-dextrine infermentescible, Anthon, Mohr, Neubauer l'étudièrent successivement, enfin Schmidt l'isola et la nomma *gallisine*. Il décrivit toutes ses propriétés, ses combinaisons et reconnut qu'elle pouvait se transformer en glucose.

Il est donc certain que si, dans la distillation des grains par les acides, on n'obtient pas un rendement aussi élevé que la théorie permettait d'en attendre, c'est en partie par suite de la formation de la gallisine infermentescible. Si par une action prolongée des acides, cette gallisine se transforme en glucose, cette action prolongée caramélise une partie des glucoses préexistantes et donne ainsi des produits caramélins, glucosanes, etc., également infermentescibles. L'expérience technique du distillateur doit donc tendre à rechercher les conditions dans lesquelles la gallisine peut se transformer en glucose avec le minimum de caramélisation.

Depuis quelques années, la richesse moyenne des betteraves s'est considérablement élevée; les racines pauvres d'autrefois ont complètement disparu, les plus riches de cette époque sont les plus pauvres aujourd'hui. Cette profonde modification culturale, commence à être suivie, dans les usines nouvelles, d'une modification dans l'outillage. La fermentation, la distillation du jus, etc., etc., n'ont pas d'autres perfectionnements à suivre que ceux qui résultent du progrès général et d'une plus complète éducation technique des industriels. Mais la betterave riche a une texture plus compacte, l'épuisement des pulpes, rapées et pressées en presses continues, est incomplet et plus difficile; aussi la diffusion de sucrerie est-elle destinée à remplacer l'ancien outillage.

Les jus de diffusion n'ont pas absolument la même nature que les jus de presses; ils contiennent moins de matières albuminoïdes, ils ne sont pas aérés. Aussi a-t-on vu quelquefois des fermentations peu actives; mais il suffit d'en connaître la cause pour pouvoir y remédier; d'autre part, il est d'une facilité extrême de régler le dosage de l'acidité. En résumé l'adoption de la diffusion est un important perfectionnement.

Il est inutile de donner la description des appareils de diffusion, ce sont absolument les mêmes qui sont employés en sucrerie, on en trouvera la description dans l'article Sucrerie du *Dictionnaire*.

La distillation des mélasses ne s'est pas modifiée.

On a vu que l'alcool brut contenait quelques millièmes de produits volatils, autres que l'alcool éthylique, on peut, en presque totalité, les rattacher aux trois alcools supérieurs principaux : propylique, butylique, amylique, à l'alcool allylique, et à quelques impuretés plutôt accidentelles que généralement existantes.

D'où proviennent ces impuretés? Sont-elles la résultante directe de fermentations par ferments spéciaux donnant de l'alcool propylique, butylique, amylique; ou bien ces alcools sont-ils formés par des actions chimiques? Il est possible que les deux causes concourent parallèlement, on connaît ou plutôt on a vu des ferments produire des aldéhydes et de l'alcool butylique; on peut avoir de l'alcool propylique par fermentation spéciale de la glycérine; mais on peut aussi admettre l'existence de réactions chimiques simples qui leur donneraient naissance.

Les principales impuretés sont :

Aldéhydes acétiques	dérivés de l'alcool éthylique.
Acide acétique	
Aldéhyde propionique (acétone)	produits propyliq.
Alcool propylique	
Acide lactique	
Aldéhyde butyrique	produits butyliques.
Alcool butylique	
Acide butyrique	
Aldéhyde valérique	produits amyliques.
Alcool amylique	
Acide valérianique	
Alcool allylique	suie allylique.
Aldéhyde allylique (acroléine)	

Par réaction chimique on peut comprendre l'existence de plusieurs de ces produits dans l'alcool éthylique brut. On connaît les ferments acétique, lactique, butyrique qui produisent les acides correspondants. La fermentation ayant toujours lieu dans un milieu réducteur, ces acides peuvent se transformer en aldéhydes et finalement en alcool.

Nous avons essayé nous-même si ces acides se transformeraient en aldéhydes par réduction; nous l'avons constaté, on sait que les aldéhydes elles-mêmes se transforment en alcool par cette même réduction. La réduction de l'acide acétique donne de l'aldéhyde acétique et finalement de l'alcool éthylique; l'acide lactique produit par réduction de l'acide propionique et successivement de l'aldéhyde propionique et de l'alcool propylique: il en est de même de l'acide butyrique. D'autre part nous avons constaté que l'absence complète d'air pendant la fermentation provoquait l'augmentation des impuretés acides et volatiles du moût; l'aération de la fermentation diminue l'acidité produite et donne des alcools plus purs. Il n'est donc pas trop téméraire d'attribuer aux actions chimiques une influence notable sur la production des impuretés immédiates de l'alcool; les ferments acides restant toujours la cause première la plus importante.

Il y a un axiome industriel : ayez de bonnes fermentations l'alcool sera bon. Pour avoir des fermentations absolument bonnes; il faut avoir d'abord de la levure pure ne contenant pas de germes lactiques butyriques, etc., etc. Il faut ensuite créer le milieu d'existence le plus favorable au ferment alcoolique et le plus nuisible aux ferments étrangers. Comme ces conditions théoriques ne peuvent être toutes remplies dans l'industrie, il importe de s'en rapprocher le plus possible. La levure pure est difficile à obtenir actuellement; en tous cas on ne peut la conserver pure dans nos cuveries ouvertes à toutes les émanations, à tous les germes flottants. On est maître du milieu, de l'aération; aussi est-ce de ce côté que doivent se porter tous les soins et toute l'attention du distillateur.

Quoi qu'il en soit de l'origine des diverses impuretés de l'alcool; comme elles existent il faut recourir aux appareils à rectifier l'alcool brut, pour séparer tous les produits volatils commercialement ou hygiéniquement nuisibles et obtenir de l'alcool pur, ou, comme on le dit, neutre.

Les appareils de distillation et de rectification ont été décrits déjà (V. *Dictionnaire*, DISTILLATION), tous nos grands constructeurs ont maintenu leur rang et leur réputation et ont continué à perfectionner leurs appareils. Savalle, Fontaine, Warcin et Defrance, constructeurs des colonnes à moût épais et des rectificateurs Collette, Egrot, etc. Il est inutile de revenir sur la description de ces divers appareils.

Les colonnes Collette ont pris en France et même à l'étranger la place des colonnes allemandes pour la distillation des moûts épais en grande industrie, les appareils à rectifier modifiés par Collette sont aussi des appareils excellents. Comme le *Supplément* du *Dictionnaire* n'a à traiter que des créations ou des perfectionnements nés depuis la publication de ce *Dictionnaire*, nous compléterons l'histoire du rectificateur continu de la maison Fontaine qui était encore à ses débuts et incomplet. Maintenant ce rectificateur remplit pleinement l'attente des inventeurs et fonctionne à l'entière satisfaction des distillateurs qui l'ont établi dans leur usine.

Avant d'entrer dans les détails des additions et perfectionnements apportés au rectificateur continu par M. Barbet, ingénieur de la maison Fontaine, il est utile d'établir quelques points de la théorie de la rectification qui ont inspiré M. Barbet.

1° La rectification, c'est-à-dire l'élévation du degré alcoolique et la séparation des impuretés, s'opère uniquement dans la colonne; l'analyseur des vapeurs alcooliques ou condenseur n'agit que faiblement au commencement et à la fin d'une rectification intermittente ou discontinue. Pendant toute la période de bon goût, conséquemment, le condenseur a un pouvoir d'analyse nul ou du moins absolument négligeable.

Lorsqu'un liquide alcoolique émet des vapeurs, ces vapeurs ont un titre alcoolique toujours supérieur à la richesse alcoolique du liquide en ébullition; la différence est considérable lorsque ces liquides ont une faible richesse, mais elle s'amoindrit avec l'élévation de leur richesse et devient extrêmement faible lorsqu'on arrive aux titres de 93, 94, 95°. Ainsi : un liquide alcoolique contenant 1 0/0 d'alcool émet des vapeurs à 15 0/0,

lorsqu'il en contient 20 0/0, les vapeurs ont 71 0/0 d'alcool; 50 0/0, richesse des vapeurs 85 0/0; 90 0/0 richesse des vapeurs 92,6. Vers 94 à 95°, il n'y a que des dixièmes de degré de différence entre la richesse alcoolique du liquide bouillant et celle de la vapeur qu'il émet.

Les vapeurs alcooliques sortant de la chaudière se condensent partiellement sur le plateau inférieur de la colonne, et forment un liquide alcoolique plus riche que celui que contient la chaudière. Ce liquide, à son tour, émet des vapeurs plus riches qu'il ne l'est lui-même; se condensant dans le plateau immédiatement supérieur, ces vapeurs forment une nouvelle couche plus alcoolique que celle du premier plateau et ainsi de suite jusqu'au haut de la colonne. Il s'en suit donc forcément que pour avoir un titre élevé de 96° environ et pour obtenir la sélection des impuretés par leur différence de point d'ébullition; la presque totalité des tronçons de colonne ne doit contenir que de l'alcool à haut degré, dont le point d'ébullition est minimum. Les derniers plateaux seulement sont recouverts d'alcool à degré relativement faible. On comprend du reste que l'alcool contenu dans la colonne est constamment et régulièrement déplacé avec rapidité pour redescendre dans la chaudière, puisque le volume des condensations renvoyées dans la colonne par le condenseur est de sept à huit fois plus considérable que celui de l'alcool recueilli à l'éprouvette.

L'analyse des vapeurs alcooliques faibles ne se fait donc qu'en passant par une série de condensations, avec ébullition nouvelle après chaque condensation; l'analyse directe des vapeurs par simple refroidissement ne donne pas de résultats. L'expérience confirme du reste cette théorie, le degré et la qualité de l'alcool coulant à l'éprouvette est le même, pendant toute la période de bon goût, que l'alcool condensé dans le condenseur analyseur retournant à la colonne. Au commencement et à la fin de l'opération seulement cette condensation est un peu inférieure. M. Barbet a encore confirmé ce fait en prenant des échantillons sur divers plateaux; sur les plateaux supérieurs le degré est le même qu'à l'éprouvette et l'affaiblissement est fort faible de plateau en plateau.

On a essayé un système de rectification à peu près sans colonne, mais avec plusieurs condenseurs maintenus à une température constante: le premier vers 85°, le deuxième à 80°, le troisième à 78°. On n'a pu obtenir ni élimination de mauvais goût, ni élévation de degré suffisante. Le résultat n'est devenu à peu près seulement sérieux que lorsqu'aux trois condenseurs on a ajouté une colonne d'un certain nombre de plateaux, il devenait de meilleur en meilleur au fur et à mesure qu'on augmentait le nombre des plateaux (appareil Galand).

Inversement M. Durin a fait un appareil sans condenseur qui donne les meilleurs résultats en petit, comme degré, quantité et qualité de bon goût. Cet appareil fonctionne parfaitement au laboratoire dans des dimensions semi-industrielles, rien ne s'oppose à ce qu'il soit étendu à une production importante.

2° Un autre point théorique a conduit M. Barbet à une importante modification dans l'appareil à rectifier continu. On sait que le mélange de produits volatils, bouillant à des températures différentes, ne se sépare pas nettement en ses divers composants, par le refroidissement des vapeurs au-dessous du point auquel chacun de ces produits entre en vapeur. Il y a des questions d'affinité, des questions de tension de vapeur qui font que ces différents produits émettent des vapeurs d'une tension proportionnelle à leur plus ou moins de voisinage de leur point d'ébullition. Ces vapeurs se dissolvent dans celle qui a résisté au refroidissement et en altèrent la pureté. En outre le point d'ébullition naturel de chacune de ces impuretés se modifie en présence de l'alcool et de l'eau; l'alcool à 100° a un point d'ébullition supérieur à celui de l'alcool à 95°, l'alcool propylique en présence de l'eau bout à neuf ou dix degrés au-dessous du point d'ébullition de l'alcool propylique pur. Enfin les alcools butylique et amylique, bouillant à une température bien supérieure à celle de l'eau pure, entrent en vapeur au-dessous de ce point en présence de l'eau, dans ces conditions, l'alcool amylique bouillant pur à 132°, entre en vapeur à 96° quand il est mélangé à au moins trois fois son volume d'eau.

Il en résulte qu'il est impossible que les produits de queue (huiles de fusil) retombent dans la chaudière ou sortent avec les vinasses ou eaux dans un appareil continu; lorsque la température de la vapeur sortant de la chaudière est supérieure à 96°, ce qui arrive à l'époque voisine de l'épuisement; ou lorsque dans un appareil continu le chauffage a lieu par barbottage dans le plateau inférieur où la température est de 102 à 103°. Les huiles de fusil se concentrent donc forcément dans les plateaux inférieurs de la colonne au-dessus des deux ou trois derniers qui ne contiennent que des liquides épuisés et ne peuvent descendre plus bas.

3° Lorsqu'on expose à l'air un mélange d'alcool et d'eau, l'alcool s'évapore seul pendant quelque temps, le titre alcoolique diminue, mais la quantité absolue d'eau ne diminue pas. Si on maintient ce mélange d'eau et d'alcool à des températures de plus en plus élevées, l'alcool disparaît plus vite, mais une proportion de plus en plus grande d'eau l'accompagne (proportionnellement à la tension de la vapeur d'eau à ces diverses températures). On a vu que les produits de tête étaient difficiles à séparer intégralement et que l'alcool même bien rectifié en conservait des traces; si on maintient chaud cet alcool, on provoque un nouveau départ de produits de tête plus volatils que l'alcool, mélangés à une proportion plus ou moins grande, à volonté, d'alcool pur.

Ces différents points théoriques ont motivé les modifications apportées par M. Barbet à la construction et au fonctionnement des appareils continus.

1° Au lieu de chercher à expulser les huiles de fusil avec les vinasses, il en fait une extraction

continue sur un des plateaux. L'inventeur a choisi pour cela le plateau où l'analyse lui a montré que le liquide atteignait le maximum d'impureté afin de perdre moins de bon alcool. Ce maximum est atteint sur le plateau où le liquide pèse de 40 à 50° Gay-Lussac. La régularité du degré alcoolique de cette extraction est un indice certain de la bonne marche de la rectification et de l'état normal de la colonne; elle est donc régulatrice en quelque sorte et sert de guide à l'ouvrier. Si l'on soutire une quantité de ce liquide telle que la somme des impuretés extraites, corresponde exactement à la quantité amenée par l'alimentation des flegmes, on conçoit que le bas du rectificateur se maintiendra toujours dans les mêmes conditions et qu'il ne se chargera pas de fusil. Ce n'est qu'ainsi que le rectificateur continu se trouvera placé dans la même situation que les rectificateurs ordinaires, et que la rétrogradation du condenseur suffira à empêcher les produits de queue d'arriver jusqu'à l'éprouvette.

2° On a vu que pendant une rectification normale, l'alcool retrogradé dans la colonne par le condenseur était semblable à celui qui est recueilli à l'éprouvette et que celui-ci retenait encore certaines proportions de produits de tête. M. Barbet a consacré deux ou trois des plateaux supérieurs de la colonne à l'ébullition vive de cette rétrogadation, les produits de tête, plus volatils, entrent en vapeur et arrivent seuls à l'éprouvette ancienne mélangée d'une plus ou moins grande quantité d'alcool, selon l'épuration qu'on veut produire, les diverses qualités d'alcool qu'on veut obtenir simultanément. L'alcool, épuré par cette ébullition, est soutiré à l'état liquide et arrive à un réfrigérant et à une éprouvette spéciaux. Cette opération ayant quelque analogie comme résultat avec celle que Pasteur appliquait aux vins pour les conserver et les vieillir, l'inventeur lui a donné le nom de *pasteurisation*.

Enfin, partant toujours de ce fait que la colonne ne peut faire de bons alcools, que si en grande partie, elle ne contient que des alcools purs à haut degré, que l'état de la colonne varie forcément si l'écoulement à l'éprouvette augmente et si conséquemment le volume de la rétrogradation diminue, M. Barbet a rendu par une disposition simple le débit de l'éprouvette constant. Si par suite de manque d'eau, d'excès de vapeur, le réfrigérant de l'appareil reçoit une quantité de vapeur alcoolique supérieure à son débit normal; l'excès de l'alcool condensé se joint à la rétrogradation, maintient ainsi la colonne en bon état et l'écoulement à l'éprouvette reste le même malgré les causes perturbatrices.

Cette disposition est applicable à tous les appareils à rectifier continus ou intermittents.

Résidus de la distillation. La concurrence a tellement amoindri les avantages procurés à l'industrie par la vente des produits principaux, que l'utilisation du résidu est devenue presque la seule source des bénéfices. Les pulpes de betteraves, les drèches de distillerie de grains, peuvent se dessécher, l'application en a été faite dans plusieurs usines. Le but principal de la dessiccation de ces résidus est de pouvoir les conserver et de les expédier à de grandes distances, leur poids sec étant le dixième environ de leur poids humide.

En réalité, au point de vue nutritif, les drèches ou pulpes sèches ont des avantages particuliers, la matière azotée, les matières grasses, ne se maintiennent pas intactes pendant la conservation en silos à l'état humide. De plus comme elles renferment de 88 à 90 0/0 d'eau, l'animal doit consommer une partie notable des éléments nutritifs de la pulpe pour produire la force et la chaleur nécessaire à l'élimination et à l'évaporation de cet excès d'eau.

Pulpe de betteraves. Les pulpes de diffusion pressées par presses Klusemann ou Bergreen, contiennent environ 88 0/0 d'eau et 12 0/0 de matières sèches. MM. Buttner et Meyer ont conçu un appareil de dessiccation de ces cossettes les amenant facilement et d'une façon continue à un état de siccité presque complet; en pratique on dessèche à 10 0/0 d'eau en moyenne.

« L'appareil se compose d'un bâti général en maçonnerie, renfermant trois étages de chambres également en maçonnerie, groupés deux par deux à chaque étage.

« Ces chambres surbaissées, de 1 mètre environ de largeur, sont de la longueur du four, 4 mètres environ. Chaque plancher a la forme cylindrique.

« Ceux du premier et du second rang n'occupent pas toute la longueur de la chambre. Les vides ainsi laissés sont placés en chicane; de cette façon ce qui tombe à la sortie du premier étage est reçu à la tête du second; ce qui tombe du second est reçu à la tête du troisième (le premier étage est l'étage supérieur).

« C'est-à-dire que ce qui entre dans l'appareil, cossettes et air chaud, parcourt les trois étages avant d'en sortir.

« Chaque chambre contient un tambour cylindrique longitudinal placé dans l'axe de la dite chambre et dans toute sa longueur.

« Ces cylindres sont munis longitudinalement de palettes ayant pour but, les unes de soulever les cossettes, de multiplier leurs points de contact avec l'air chaud; les autres de ralentir leur marche qui est sollicitée trop vivement par le courant d'air chaud marchant dans le même sens. Cet air chaud entraine avec lui toutes les cossettes qui ont acquis par la dessiccation une légèreté suffisante.

« A l'issue du couple inférieur des chambres, l'air chaud est appelé par le ventilateur qui l'expulse du système.

« On a reconnu qu'on obtenait une bonne marche dans ce procédé, quand l'air entrant en contact avec la cossette fraîche, avait une température de 450 à 500° et l'air sortant une température d'environ 90°; lorsque les agitateurs faisaient vingt tours et le ventilateur trois cents à trois cent cinquante tours. (Rapport de M. Jacquemart à la *Société des agriculteurs de France.*)

L'air chaud s'obtient par le passage de l'air sur une grille pleine de coke en combustion; l'air est appelé par le ventilateur dont nous avons parlé et la température réglée par un pyromètre. Si la température était trop élevée, on brûlerait les cossettes; suivant le besoin, on fait entrer, à l'aide d'ouvreaux pratiqués à droite et à gauche du foyer, de l'air frais qui, par son mélange avec le gaz de la combustion, procure la température voulue de 450 à 500°.

Une analyse de ces pulpes de diffusion desséchées indique la composition suivante :

	Desséchée	Fraîche
Eau	14.82	»
Protéine	6.97	0.854
Graisses	0.350	0.152
Matières non azotées	54.200	»
Cellulose	18.66	»
Cendres	5.00	»
	100.00	
Azote	1.116	0.1367

La pulpe desséchée a donc une valeur nutritive huit fois plus considérable que la pulpe sèche.

Il est à remarquer que la cossette est simplement desséchée sans altération et qu'en reprenant de l'eau par immersion, elle reprend sa forme, sa couleur, etc., etc. Il convient du reste de lui faire absorber environ trois fois son poids par immersion avant de le donner aux bêtes; sans cela on s'expose à un gonflement dangereux dans l'estomac et à l'étouffement du bétail. En partant de cette proportion de une partie pour huit, on a soumis à l'engraissement des animaux dont la moitié nourrie avec la pulpe desséchée, l'autre moitié avec la pulpe fraîche. Le résultat, c'est-à-dire l'accroissement de poids, a été le même dans les deux cas.

La pulpe desséchée se conserve indéfiniment intacte, la pulpe fraîche perd 33 0/0 de son poids en silos en divers éléments. Il y a donc de ce côté une surélévation de la valeur relative des deux produits.

Drèches de graines sèches. On a essayé de dessécher les drèches de distillerie dans ce même appareil de Buttner et Meyer; mais il paraît devoir donner de meilleurs résultats avec la drèche de brasserie qu'avec la drèche liquide de distillerie. Mais un autre appareil (Hencke, brevet exploité par MM. Venuleth et Ellenberger, à Darmstadt) est employé avec succès en Danemarck, en Allemagne et en France. Toute la drèche est desséchée intégralement, sans séparation préalable de la partie solide du liquide; la partie liquide renferme une certaine quantité de peptones qui sont les matières azotées les plus assimilables, et des phosphates utiles.

On évapore d'abord la drèche à la moitié de son volume primitif dans un appareil à double effet; au-dessus de cet état de concentration, la drèche serait trop compacte et s'attacherait aux tubes de chauffage de l'appareil. Au sortir du double effet la matière pâteuse tombe sur un cylindre de fort diamètre intérieurement chauffé; elle est étalée et comprimée sous une faible épaisseur par des rouleaux compresseurs, sur la surface de ce cylindre qui est animé d'un lent mouvement de rotation. Une première dessiccation assez avancée s'opère, des couteaux fixes détachent la croûte qui s'est collée sur la surface du cylindre. La dessiccation est achevée dans plusieurs larges rigoles hémicylindriques à double fond chauffé par circulation de vapeur ou d'air chaud. Un arbre armé de palettes disposées en hélice fixé longitudinalement dans l'axe de la rigole hémicylindrique, soulève la drèche chauffée et la laisse retomber sous un courant d'air naturel en la faisant avancer à chaque tour vers l'extrémité de la rigole. Quand elle est complètement sèche (à 10 à 11 0/0 d'eau) on la blute pour en séparer les parties pelotonnées qui sont remises en travail.

100 kilogrammes de maïs donnent environ 37 kilogrammes de cette drèche, dont voici la composition d'après les analyses de MM. Gayon, Delattre, Durin, et des Arts-et-Métiers.

Eau	9.59
Matières azotées	27.05
— grasses	9.24
— non azotées et cellulose	49.78
Cendres	4.34
	100.00

Si on compare la composition de cette drèche sèche à celle des diverses céréales on trouve :

	Son de froment	Seigle	Orge	Maïs	Avoine	Drèche de maïs desséchée
Eau	14.00	14.30	14.30	14.40	12.92	9.59
Matières azotées	13.30	11.00	10.00	10.00	11.53	27.05
Matières grasses	3.20	2.00	2.50	6.50	6.04	9.24
Matièr. non azotées et cellulose	64.30	70.90	71.00	67.60	66.26	49.78
Cendres	5.20	1.80	2.20	1.50	3.25	4.34

Cette grande richesse de la drèche desséchée s'explique parfaitement, elle contient en effet tous les éléments des céréales, moins l'amidon qui a été transformé en alcool. Si, à la suite d'un certain nombre de calculs faciles à faire et qu'il est inutile de reproduire en détail, on applique à ces grains et à la drèche le coefficient des éléments qui les composent, on trouve que 100 kilogrammes de drèche de maïs desséché équivalent à : 131 kilogrammes d'avoine; 135 kilogrammes de maïs; 149 kilogrammes d'orge; 151 kilogrammes de seigle; 135 kilogrammes de son de froment.

C'est donc un aliment d'une richesse extrême, facilement transportable, d'une conservation parfaite. On peut les employer comme l'avoine pour tous les animaux, chevaux, bêtes à cornes, moutons, porcs. Elles n'ont pas l'acidité des drèches fraîches, on ne perd pas une partie de leur valeur pour le travail d'élimination de l'eau.

Tourteaux et huiles provenant du travail du grain par les acides. Le procédé Boulet, Donard et Contamine comprend deux phases principales : la dessiccation sous vide des matières pâteuses obtenues par filtres-presses, et la séparation de l'huile par voie de déplacement au moyen d'un dissolvant avec récupération de celui-ci. En opérant la dessiccation par le vide, la matière devient plus poreuse qu'en la desséchant à la vapeur à l'air

libre et par suite l'épuisement par les dissolvants est plus facile, la température d'évaporation est plus basse et l'évaporation plus rapide, en outre les produits obtenus conservent leurs propriétés nutritives, ce qui était le but du mode de dessiccation ; au point de vue économique la dépense en charbon est plus faible que dans le cas d'évaporation à l'air libre.

Pour pouvoir faire la dessiccation, il faut d'abord amener les tourteaux à un grand état de division et autant que possible division régulière. Grâce à un appareil spécial « le hache viande américain » ou appareil granulateur, cette division régulière de quelque grosseur que l'on veuille l'obtenir se fait industriellement avec une très grande facilité. La matière granulée est alors amenée par une vis sans fin et une chaîne à godets, dans une trémie placée au-dessus de l'appareil à vide ; trémie pouvant contenir 2,500 kilogrammes de matières, quantité maximum qu'on puisse mettre en travail dans l'appareil.

Cet appareil est rotatif, il a $2^{m},50$ de diamètre et $2^{m},50$ de longueur, sa capacité est de 12 mètres cubes ; il renferme des tubes parallèles horizontaux reliés à deux chambres fermées qui se trouvent aux extrémités du cylindre, la vapeur entre d'un côté, par l'arbre formant axe qui est creux et divisé en deux parties, dans la première moitié de la première chambre, elle traverse la moitié des tubes pour passer dans la première moitié de la deuxième chambre et se rend ainsi que l'eau condensée dans la deuxième moitié de la seconde chambre, puis dans les autres tubes et passe dans l'autre partie du premier compartiment et de l'arbre creux. Une disposition spéciale de l'axe permet l'entrée de la vapeur et la sortie de l'eau condensée, un purgeur automatique retient la vapeur sous pression, non condensée. A son extrémité l'axe opposé à l'entrée de la vapeur et à la sortie de l'eau est également creux et communique avec l'intérieur de l'appareil où se trouve la matière à dessécher. Il est relié par une tuyauterie fixe à une pompe à vide à double effet, deux trous de charge permettent de vider et de remplir rapidement l'appareil.

Un détenteur de vapeur, une soupape de sûreté, un manomètre au mercure, un manomètre indicateur de pression, un thermomètre et une sonde facilitent la bonne marche de l'appareil et permettent de suivre le travail et de s'assurer si tout est en bon état de fonctionnement.

Lorsque la matière est mise dans l'appareil, et les trous de charge fermés, on ouvre la vapeur ; on le fait tourner, la pompe à vide est mise en marche en dix minutes, le vide est fait à quelques centimètres de mercure et l'évaporation commence. L'appareil fait trois tours à la minute, cette vitesse a été déterminée à la suite de nombreux essais qui ont démontré que le renouvellement des surfaces chauffées se trouvait ainsi dans les conditions les plus favorables à une dessiccation rapide.

On arrive ainsi à évaporer à une température ne dépassant jamais 50° et de nombreux essais ont prouvé que si 1 kilogramme de charbon vaporise 7 kilogrammes d'eau aux générateurs à 6 atmosphères, l'appareil à vide vaporise $6^{k},9$ à 7 kilogrammes d'eau à 50° par kilogramme de charbon (1). Quand la matière est suffisamment sèche, on la charge dans les appareils à extraction d'huile. Par suite de leur accouplement ils ont reçu le nom d'*appareil jumeau à déplacement*.

Leurs organes principaux sont deux chaudières et deux appareils à déplacement proprement dits, ces derniers sont placés au-dessus des chaudières, les différents récipients sont reliés entre eux par un double réfrigérant et une tuyauterie, les deux chaudières renferment alternativement l'eau, l'essence et l'huile provenant d'une opération précédente. Si on chauffe la chaudière contenant l'eau, l'essence et l'huile, l'essence distille d'abord et se condense, mais reste chaude à quelques degrés seulement au-dessous du point de condensation des vapeurs du dissolvant, sur un double serpentin refroidisseur placé à l'intérieur même et dans le haut de l'appareil à déplacement. L'essence ou le dissolvant chaud passe à travers la matière et entraîne l'huile, le mélange est refroidi par un réfrigérant et se rend dans la deuxième chaudière. Lorsque tout le dissolvant est distillé, ce que l'on voit facilement par l'inspection des thermomètres, l'eau distille à son tour et comme on a soin d'employer un dissolvant dont le point d'ébullition est inférieur à celui de l'eau, la vapeur d'eau déplace à son tour le dissolvant qui a déplacé l'huile. Le serpentin qui se trouve dans le haut de l'appareil à déplacement au lieu d'être alimenté par l'eau froide, est alors alimenté par de la vapeur à 6 atmosphères et surchauffe ainsi la vapeur d'eau venant de la chaudière, cette vapeur surchauffée chasse plus facilement le dissolvant en hydratant très peu la matière. Ainsi si on travaille une matière amylacée, le maïs concassé, par exemple, l'humidité dans le grain de 14 0/0 n'arrive qu'à 19 0/0 après épuisement de l'huile ; il ne se forme pas d'empois d'amidon malgré la température. S'il se formait de l'empois on ne pourrait pas chasser entièrement le dissolvant par la vapeur d'eau ; si on travaillait lentement avec de la vapeur d'eau non surchauffée, l'amidon se convertirait en empois.

Les appareils à déplacement sont aussi recouverts d'une enveloppe calorifuge en feutre qui empêche toute condensation. L'air chassé par l'essence de l'appareil en fonction passe à travers la matière qui se trouve dans le second appareil de déplacement et abandonne sur cette matière l'essence qu'il peut avoir entraînée, il passe ensuite par un réfrigérant pour se rendre dans un petit réservoir qui recueille les dernières traces d'essence ; le contenu de ce réservoir sert à complé-

(1) Cette quantité d'eau, 6 kil. 9 ou 7 kilogrammes vaporisée par kilogramme de charbon, peut paraître excessive, mais il faut remarquer que l'appareil à vide est entouré d'un calorifuge en feutre recouvert de bois, que par conséquent il y a peu de pertes de chaleur rayonnante. En outre, la dessiccation se faisant à 50°, il ne faut que 637 calories, moins 70 calories, soit 567 calories pour vaporiser un kilogramme d'eau de la matière si celle-ci était à 20° lorsqu'on l'a chargée (100 — 50 + 20 = 70) tandis que la vapeur vierge renfermait 637 calories, plus 17 calories ; si la pression était de 6 atmesphères, soit 654 calories, la différence entre 654 et 567, soit 87 colories, constitue la perte.

ter l'essence utile dans les chaudières lorsqu'après un grand nombre d'opérations il y a eu quelques pertes du dissolvant; tous les mois environ on remplace ainsi la quantité perdue.

La perte en essence est au maximum de 2 0/0 du poids de l'huile recueillie.

L'essence chaude déplace l'huile rapidement et comme la matière n'est pas baignée dans l'essence il faut une quantité faible de dissolvant pour opérer le déplacement, l'huile étant beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid.

Les résidus provenant du travail des grains par les acides renferment environ 30 0/0 d'huile, on arrive à ne laisser que 0.25 à 0.30 0/0 d'huile dans les tourteaux granulés sortant des appareils à déplacement après épuisement.

100 kilogrammes de maïs rendent 9 à 10 kilogrammes de tourteaux et 3.50 à 4 0/0 d'huile.

Avec les appareils à déplacement, la main-d'œuvre devient insignifiante car deux hommes et leurs deux aides suffisent pour faire le travail de 8 à 10,000 kilogrammes de résidus secs par jour, tant pour la dessiccation que pour l'extraction de l'huile.

Comme la matière épuisée se trouve à un état d'humidité supérieur à celui que demande le commerce, on en opère la dessiccation en mettant la matière en vrac et en la laissant s'échauffer et se dessécher spontanément; on arrive de la sorte en quelques semaines à avoir une matière qui renferme moins de 10 0/0 d'eau, de 30 à 35 qu'elle contenait primitivement.

La quantité d'azote augmente par le départ de l'excès d'eau (sans perte d'azote ni d'ammoniaque) mais la quantité de matières organiques non azotées diminue; des essais sont encore à l'étude et permettront sans doute de trouver la raison des dessiccations spontanées et de déterminer quelles sont les causes de l'élévation de température qui amène par suite l'évaporation de l'excès d'eau. — D.

° **DISTRIBUTION D'AIR COMPRIMÉ.** On trouvera à l'article Compression du *Dictionnaire*, les renseignements relatifs aux appareils de compression proprement dits et aux réservoirs, ainsi que quelques détails sur les dispositions adoptées pour les appareils de distribution. Toutefois, en raison de l'importance considérable prise par la *distribution de force motrice par l'air comprimé* provenant d'une ou plusieurs stations centrales et alimentant des ateliers répartis sur les divers points d'une grande ville, il a paru nécessaire de compléter les indications données dans l'article général.

L'air comprimé est entré d'ailleurs dans la pratique courante pour la transmission de la force soit dans les mines où l'échappement de la vapeur est impossible dans les travaux du fond, notamment aux mines de Blanzy, soit dans certaines grandes usines, comme celle de Terni (Italie), où une installation de 1,500 chevaux-vapeur est employée pour comprimer l'air nécessaire à la manœuvre des grues et de beaucoup d'autres machines, notamment d'un marteau-pilon de 100 tonnes. On n'a pas oublié non plus le remarquable usage qui en a été fait aux travaux du Mont-Cenis et du Gothard, pour actionner les perforatrices qui attaquaient les fronts de taille et pour concourir à la ventilation des galeries après l'explosion des mines. Nous nous contenterons de rappeler ces exemples et nous décrirons particulièrement la distribution faite à Paris d'après les procédés de M. Popp, par la Compagnie parisienne de l'air comprimé.

—Cette application avait été prévue et étudiée dès 1874 par M. Pochet, ingénieur en chef des ponts et chaussées, dans son livre sur la « Nouvelle mécanique industrielle » basée sur les principes de la thermodynamique.

En 1881, M. Victor Popp traita avec l'Administration municipale de Paris, pour l'établissement et l'entretien d'un réseau d'horloges pneumatiques dans un certain nombre d'arrondissements; la première usine, établie rue Sainte-Anne, ne tarda pas à devenir insuffisante et on dut établir rue Saint-Fargeau, près des Buttes Chaumont, une autre usine comportant une force de 80 chevaux portée ensuite à 120, pour la distribution de l'heure dans la capitale (V. *Dictionnaire*, Horlogerie, § *Horloges pneumatiques*). En 1886, M. Popp obtint le droit de poser dans les égouts des conduites d'air comprimé pour la distribution de la force motrice. L'usine centrale dut être augmentée dans des proportions considérables, et sa puissance motrice fut portée en 1887 à 2,500 chevaux; elle est actuellement (1890) de 5,000 chevaux et sera portée pour l'année 1891 à 15,000 chevaux dans une nouvelle station centrale, quai de la Gare, au bord de la Seine.

Usine centrale. Les machines motrices Compound à deux cylindres actionnent directement les compresseurs. Un groupe établi lors du premier agrandissement de l'usine Saint-Fargeau utilise la vapeur à 8 kilogrammes et marche à une vitesse de 38 tours par minute. Les compresseurs qu'il commande n'offrent rien de particulier. Un second groupe mis en fonctionnement à la fin de 1889 et fourni par la Société Cockerill, de Seraing, commande des compresseurs du système Dubois-François (fig. 438 à 440) permettant de livrer l'air comprimé aux réservoirs à une température relativement basse (40° en moyenne) et de travailler à une vitesse de piston de 120 mètres à la minute, correspondant à 50 tours par minute des moteurs, tandis que les premières machines ne font que 38 tours à la minute. Les soupapes de distribution BB ont un diamètre considérable (0^{m},185) par rapport à celui du cylindre (0^{m},660). Elles sont vivement ramenées sur leurs sièges à l'aide d'un petit cylindre F dans lequel s'engagent leurs tiges, et qui communique par un branchement avec un des réservoirs d'air comprimé. Les soupapes d'aspiration CC sont arrosées par un filet d'eau venant du tuyau D, qui maintient les cuirs en bonne condition. L'air est refroidi pendant la compression à l'aide du jet d'eau E, E, qui, à chaque coup de piston, distribue une petite quantité d'eau sous haute pression; le jet se produit contre un pulvérisateur qui fait la distribution par un orifice très petit. Les compresseurs et les chaudières ont été fournis par la Société Cockerill sous la garantie qu'ils livrent en travail courant, un kilogramme d'air comprimé à raison de 6 kilogrammes par centimètre carré,

avec une consommation de charbon n'excédant pas 80 grammes.

L'emmagasinement de l'air comprimé à une pression normale de 6 à 6,5 kilogrammes se fait dans de grands récipients en tôle, de 32^{m3},500 de capacité chacun. Ces récipients servent pour compenser autant que possible les pertes de pression, et pour éliminer l'eau de réfrigération entraînée par l'air. La déshydratation s'opère dans les récipients situés près des compresseurs, par la grande variation de vitesse imposée à l'air; dans ceux qui sont plus voisins de la conduite de distribution, elle est facilitée par des chicanes. Chaque récipient peut être isolé des autres au moyen d'une soupape de retenue; la conduite maîtresse peut aussi être alimentée directement par les compresseurs.

Distribution. La conduite principale se compose d'un tube en fonte de 0^{m},300 de diamètre et de 10 millimètres d'épaisseur. La plupart des

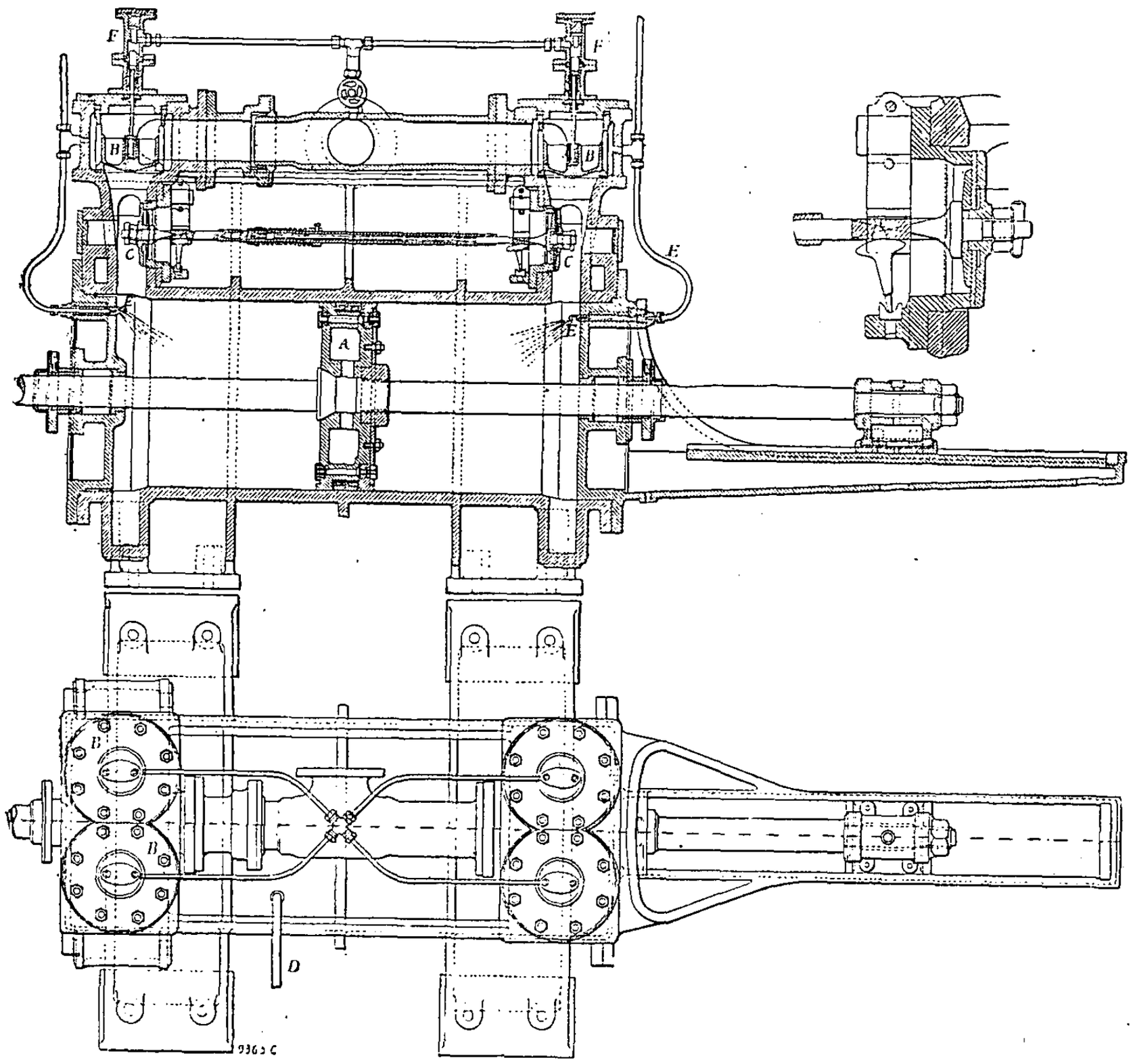


Fig 438 à 440. — Compresseurs d'air Dubois et François employés à l'usine Saint-Fargeau. Elévation. — Coupe et plan.

conduites sont posées dans les égouts à la voûte et par suite accessibles sur toute leur longueur. Les joints (fig. 441 et 442) sont disposés de la manière suivante : les tuyaux sont faits à bords plats non travaillés et s'ajustent les uns contre les autres. Au-dessus de chaque tuyau en avant et en arrière du point de raccord, sont placées deux bagues en caoutchouc *a,a*. Entre les bagues on interpose un anneau en fonte. Deux autres anneaux C, C, également en fonte, maintiennent à la fois les bagues *a* et l'anneau *b*. Des boulons passant dans les anneaux C serrent le tout et donnent un joint bien étanche. Ce mode de jonction est employé pour tous les diamètres des tuyaux. Outre l'avantage de son étanchéité, il possède celui d'un montage rapide, d'un remplacement facile, et ne s'oppose pas à la dilatation de la conduite. Celle-ci est pourvue de siphons de purge automatiques placés de 100 mètres en 100 mètres, et destinés à opérer l'évacuation de l'eau qui n'a pas été éliminée par les récipients à air de la station centrale. Cette évacuation d'eau est nécessaire, moins pour éviter la congélation dans les conduites, ce qui n'est pas à craindre avec la pose en égouts ou en tranchée, que pour empêcher l'eau de s'accumuler aux

points bas, ce qui produirait un rétrécissement dans la section transversale de la conduite, et surtout causerait du trouble dans le fonctionnement des moteurs les plus rapprochés. Chaque siphon consiste en un vase cylindrique fermé, branché sur la conduite; un flotteur relié à un robinet à couteau ouvre l'échappement de l'eau, chaque fois qu'elle s'élève au-dessus d'un niveau déterminé dans le vase cylindrique. Un tamis placé à la partie supérieure arrête les impuretés, qui pourraient empêcher le fonctionnement du robinet à couteau. Les siphons sont posés sur la conduite en arrière de chicanes qui facilitent la séparation de l'eau.

Les conduites maîtresses actuellement posées forment un circuit fermé. La première ligne suit au départ de l'usine, les rues Saint-Fargeau, Ménilmontant, des Pyrénées, de Belleville et du faubourg du Temple, puis elle traverse la place de la République et longe les grands boulevards jusqu'à la Madeleine ; dans la rue Royale elle s'unit, à l'extrémité de la seconde ligne. Cette dernière partant également de l'usine s'avance parallèlement à la première jusqu'à la rue des Pyrénées ; ensuite descendant la rue de Ménilmontant, elle suit les rues des Amandiers, du Chemin-Vert, le boulevard Richard-Lenoir, la place de la Bastille et la rue de Rivoli jusqu'à la place de la Concorde et la rue Royale. La longueur totale est de 22 kilomètres. Les deux conduites sont reliées de distance en distance par des conduites transversales de même diamètre qu'elles, permettant de diviser tout le réseau en autant de sections que possible et de mettre ainsi la région approvisionnée à l'abri des dangers d'interruption.

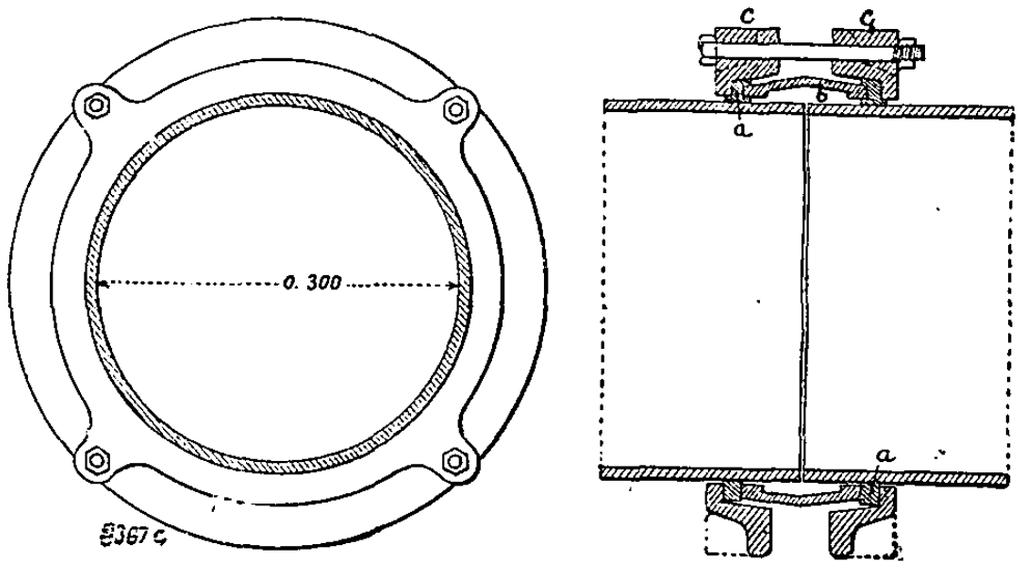


Fig. 441 et 442. — *Joints de la conduite principale.*

Les branchements pour la fourniture de l'air comprimé ont des diamètres variant de 4 à 10 centimètres. La conduite est pourvue de robinets d'arrêt de 100 en 100 mètres et à l'endroit des branchements, ce qui permet d'isoler les sections où on pose un branchement nouveau, afin d'éviter des déperditions. Le percement se fait comme pour les conduites du gaz.

A la sortie du branchement l'air passe d'abord dans un compteur, puis dans un régulateur de pression pour obtenir une pression uniforme dans la fourniture et enfin par un calorifère dont nous parlerons plus loin.

L'air est fourni aux consommateurs à la pression moyenne de 4,5 à 5 kilogrammes et au prix de 15 centimes par mètre cube d'air réduit à la pression atmosphérique. Sa vitesse dans les conduites principales est d'environ 8 mètres par seconde et la pression y varie de 5,5 à 6 kilogrammes. Les variations de pression sont indiquées d'une manière continue par des manomètres enregistreurs automatiques à la station centrale et aux points d'où partent les branchements les plus importants.

L'expérience a démontré que la consommation par vingt-quatre heures se répartit en trois services distincts : le premier dans le jour, pour la distribution de la force motrice aux petits et aux grands industriels ; le second le soir, pour la production nécessaire à l'éclairage électrique ; le troisième d'une façon continue pendant vingt-quatre heures, pour le fonctionnement des horloges pneumatiques. Le premier service dure environ dix heures, soit de 8 heures du matin à 6 heures du soir ; la durée du second varie suivant les saisons : en hiver, il commence vers 4 heures du soir et se continue jusqu'au lendemain matin. En été, il commence à 6 heures du soir et se termine vers 2 heures du matin.

Rendement mécanique. L'emploi de l'air comprimé a été longtemps arrêté par un inconvénient considérable, celui du froid produit par la détente. En effet, l'air sortant de l'usine centrale à une température de 30 à 40°, perd par le rayonnement dans une longue conduite cette température et arrive au moteur à la température ordinaire, soit 15°. Cet air travaillant dans un moteur ordinaire à 5 kilogrammes avec une détente complète donnerait une température finale de — 90°. Dans ces conditions, les particules liquides qu'il contient toujours, se transformeraient en glace, et il en serait de même de tous les lubrifiants des moteurs. Le fonctionnement de ceux-ci serait donc peu avantageux et gênant, et l'on était conduit à n'employer l'air qu'à pleine pression ou avec une détente très faible (1). On a eu alors l'idée de chauffer l'air et même d'y introduire l'eau à l'état de vapeur de manière à le saturer, et cela, avant son introduction dans le moteur. D'autre part, la réduction dans la densité de l'air, à la suite de ce procédé, permet d'économiser sur le poids d'air employé et par suite d'obtenir un rendement beaucoup plus élevé. M. Mékarski a, le premier, employé un dispositif spécial (la bouillotte) dans ce but sur sa locomotive à air comprimé (V. *Dict.*, MOTEUR A AIR COMPRIMÉ); dans la distribution parisienne M. Popp fait chauffer l'air à 150° et même à 170° par des calorifères cylindriques en fonte à double paroi : le cylindre intérieur porte des nervures sur lesquelles vient se chauffer l'air. Ces

(1) Cet inconvénient est évité dans les machines motrices qui servent en même temps à la production du froid en séparant complètement l'échappement et l'introduction de l'air comprimé dans le cylindre.

calorifères n'occupent que très peu de place, car pour un moteur de 40 chevaux, il suffit d'un cylindre de $0^m,75$ de hauteur et de $0^m,45$ de diamètre. Le chauffage se fait par une grille chargée de coke, dont on active le feu en dérivant de la conduite d'air comprimé un tuyau qui souffle dans celui d'échappement de la fumée. On peut aussi, pour les petites machines, chauffer au gaz l'air avant son entrée dans le moteur, mais cette disposition est relativement coûteuse, tandis que le prix du chauffage au coke n'est que de 1 centime par heure et par cheval pour les moteurs au-dessous de 10 chevaux et d'un demi-centime pour ceux de force supérieure.

M. Popp a également essayé, avec succès, au point de vue de l'augmentation de rendement, d'injecter de l'eau dans les calorifères de chauffage préalable. Cette injection s'effectue automatiquement à l'aide d'un réservoir à eau en communication constamment réglable avec la conduite à air, et d'où l'injection goutte à goutte de l'eau est également réglable. Les frais du chauffage qui devient plus actif restent encore très faibles (200 à 250 grammes de coke par cheval-heure) et la dépense d'eau n'est que 2 1/2 à 3 litres. Ces chiffres sont empruntés à un rapport de M. l'ingénieur François (de Seraing).

Pour les grandes machines on fait directement l'injection de vapeur dans le cylindre à raison de 300 grammes par cheval-heure, et on récupère une partie de la chaleur qui reste encore dans l'échappement au moyen d'aéro-condenseurs.

M. Pochet estimait comme suit le rendement mécanique total de l'air comprimé sans chauffage pour une longueur de conduite de 6 kilomètres au maximum :

$$0,75 \times 0,95 \times 0,60 \times 0,50 = 0,214$$

Coefficient de rendement du compresseur	Coefficient tenant compte d'une perte de charge de 5 0/0 dans la conduite	Coefficient de rendement du moteur	Coefficient d'utilisation à pleine pression pour une pression de 5 kilogr. dans la conduite	Coefficient de rendement total

Ce qui revient à dire que la consommation de houille étant de 1 kilogramme par cheval-heure à la station centrale, serait à domicile de :

$$\frac{1}{0,214} = 4,67 \text{ kilogrammes}$$

c'est-à-dire à peu près la même que pour les petits moteurs à vapeur à cette époque (1874).

Mais actuellement on peut, grâce à la séparation de l'échappement et de l'introduction, faire travailler l'air même sans être chauffé préalablement, avec une détente de $+20°$ à $-70°$. Dans ces conditions et grâce aux augmentations réalisées pour les rendements des compresseurs et des moteurs (nous ne parlons pour ces derniers, que des moteurs de 10 chevaux et au-dessus) on est arrivé à dépasser de beaucoup le rendement indiqué ci-dessus.

Les expériences qui viennent d'être faites (1890) à l'usine Popp à Saint-Fargeau par le professeur Gutermuth, d'Aix-la-Chapelle, ont établi qu'avec les nouveaux compresseurs Dubois-François, décrits plus haut, chaque mètre cube d'air aspiré exige, pour être comprimé à 6 kilogrammes, une force de 0,09 cheval-heure sur la machine motrice.

D'autre part la consommation d'air étant de :

1° 28 mètres cubes par cheval-heure sans chauffage préalable de l'air, la température initiale étant de $+17°$ et la température finale de $-60°$; chaque cheval-heure fourni exige $28 \times 0,09 = 2,52$ chevaux-vapeur à la machine motrice, ce qui correspond à un rendement de $\frac{1}{2,52} = 0,40$;

2° 16 mètres cubes avec chauffage préalable à 170° et refroidissement jusqu'à 8° ; chaque cheval fourni exige $16 \times 0,09 = 1,44$ chevaux-vapeur, soit un rendement de $\frac{1}{1.44} = 0,69$;

3° 13 mètres cubes avec chauffage préalable de l'air à 170° et injection de vapeur, puis détente à $-60°$. Chaque cheval fourni exige $13 \times 0,09 = 1,17$ cheval vapeur, soit un rendement de $\frac{1}{1,17} = 0,86$.

Ces chiffres s'appliquent à des moteurs de 10 chevaux et au delà ; ils se réduisent légèrement pour les grandes forces et augmentent sensiblement pour les petites. Il va sans dire qu'il s'agit toujours de la production d'air comprimé faite dans une usine centrale à l'aide de machines à grande puissance (500 chevaux et au delà).

En résumé, le prix du mètre cube d'air fourni étant, comme nous l'avons dit, de 0 fr. 015, les prix du cheval-heure s'établissent de la manière suivante pour les machines de puissance moyenne :

0 fr. 42 pour les machines sans chauffage (avec production de froid) ;

0 fr. 24 pour les machines avec chauffage ;

0 fr. 195 pour les machines avec chauffage et injection d'eau.

Pour les petits moteurs rotatifs de 3 à 24 kilogrammètres, avec lesquels on n'a pas d'avantage à chauffer l'air et injecter de l'eau, puisqu'ils travaillent sans détente, on peut compter sur une consommation moyenne de 40 mètres cubes, ce qui donne pour prix du cheval-heure 0 fr. 60.

Avec les moteurs rotatifs de 1/2 à 2 chevaux, on est arrivé, suivant les derniers perfectionnements, à une dépense moyenne de 25 mètres cubes d'air par cheval-heure, travaillant à détente avec de l'air chauffé préalablement à $+170°$.

Nous allons maintenant donner (fig. 443) le diagramme d'une installation de moteur à air comprimé, actionnant une dynamo. Le branchement présente d'abord un robinet d'arrêt A, pour couper la communication avec la conduite principale ; B est un siphon automatique pour la séparation de l'eau ; puis vient un compteur d'air C ; l'air traverse ensuite un détenteur D, pour obtenir une pression constante déterminée, et un réservoir pour amortir les chocs. De là l'air se rend dans le calorifère F avec ou sans injection d'eau. On supprime le calorifère quand on veut produire de l'air froid. L'échappement est conduit dans une chambre H, qui retient l'eau et l'huile de graissage entraînées ; l'air est évacué directement dans l'atmosphère qu'il permet de ventiler.

Les moteurs employés pour les forces supérieures à 20 chevaux, sont à deux cylindres et

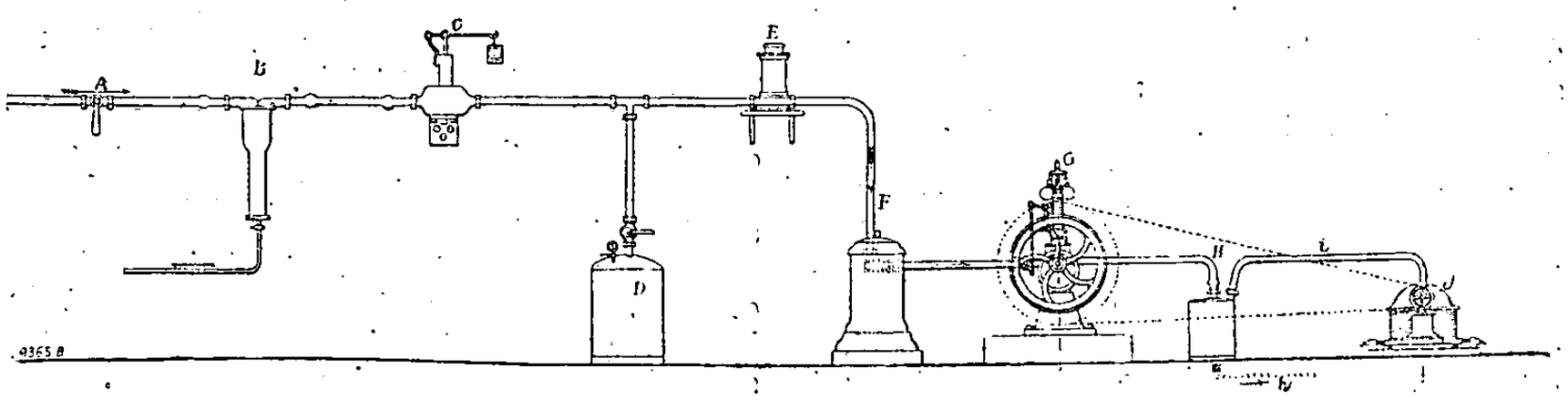


Fig. 443. — *Diagramme de l'installation d'un moteur à air comprimé actionnant une dynamo.*

ment qu'un seul cylindre. Le distributeur est à détente et le régulateur agit sur une coulisse.

Pour les forces allant de 2 chevaux à 3 kilogrammètres, on se sert des moteurs rotatifs système Popp. De la limite inférieure à un demi cheval on n'emploie pas de réglage automatique; au-delà, jusqu'à deux chevaux, un régulateur agit directement sur un distributeur à détente variable.

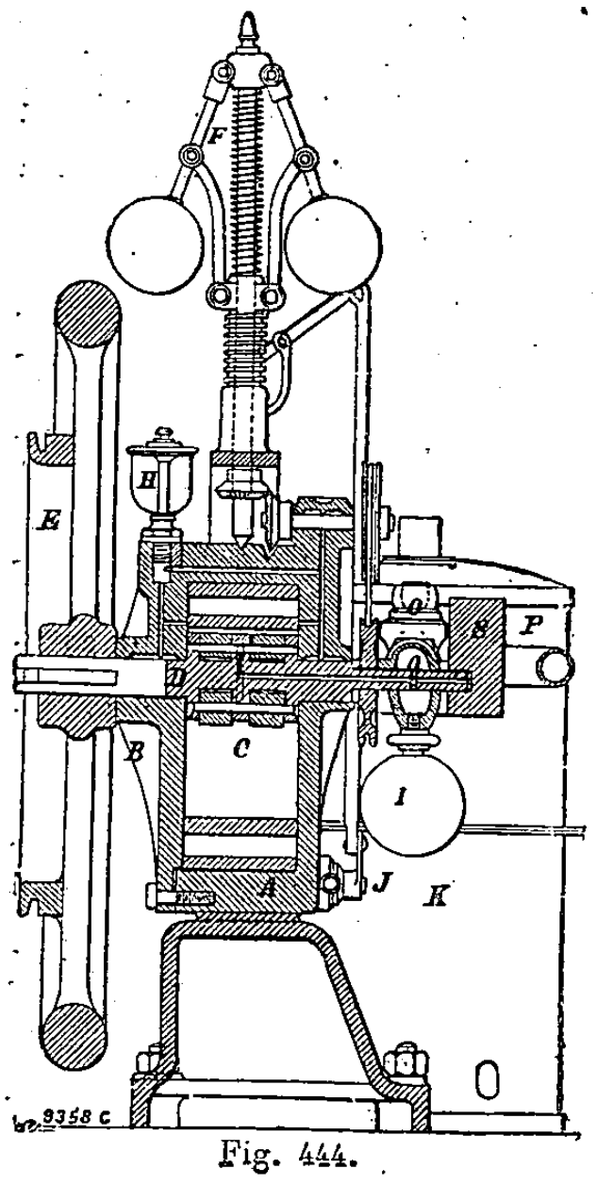


Fig. 444.

Les figures 444 à 446 indiquent les dispositions de ces moteurs rotatifs. L'arbre du volant traverse l'enveloppe dans une position excentrée; les figures 445 et 446 correspondent aux deux positions extrêmes du piston; il se compose de deux plaques recourbées l'une sur l'autre, et à la partie supérieure desquelles est fixé un bloc en fonte percé sur toute sa longueur d'une cavité cylindrique. Celle-ci contient un fort ressort à boudin, qui presse l'ensemble contre les parois de l'enveloppe. Les positions relatives des plaques changent donc constamment sous l'action du ressort pendant la rotation du piston. L'admission se fait par la lumière *b* et l'échappement par la lumière *b'*, que le piston découvre alternativement.

La figure 444 donne les dispositions générales de l'appareil : le cylindre A porte un couvercle B, qui donne passage à l'arbre D, sur lequel sont calés le volant et la poulie E. Le régulateur F ne

aualogues à ceux des machines à vapeur. Au-dessous de 20 chevaux on n'emploie ordinairement qu'un seul cylindre. Le distributeur est à détente et le régulateur agit sur une coulisse.

Pour les forces allant de 2 chevaux à 3 kilogrammètres, on se sert des moteurs rotatifs système Popp. De la limite inférieure à un demi cheval on n'emploie pas de réglage automatique; au-delà, jusqu'à deux chevaux, un régulateur agit directement sur un distributeur à détente variable.

Les figures 444 à 446 indiquent les dispositions de ces moteurs rotatifs. L'arbre du volant traverse l'enveloppe dans une position excentrée; les figures 445 et 446 correspondent aux deux positions extrêmes du piston; il se compose de deux plaques recourbées l'une sur l'autre, et à la partie supérieure desquelles est fixé un bloc en fonte percé sur toute sa longueur d'une cavité cylindrique. Celle-ci contient un fort ressort à boudin, qui presse l'ensemble contre les parois de l'enveloppe. Les positions relatives des plaques changent donc constamment sous l'action du ressort pendant la rotation du piston. L'admission se fait par la lumière *b* et l'échappement par la lumière *b'*, que le piston découvre alternativement.

La figure 444 donne les dispositions générales de l'appareil : le cylindre A porte un couvercle B, qui donne passage à l'arbre D, sur lequel sont calés le volant et la poulie E. Le régulateur F ne gouverne pas seulement l'admission et la détente de l'air dans le moteur, mais contrôle aussi l'intensité des jets de gaz, qui le chauffent dans le

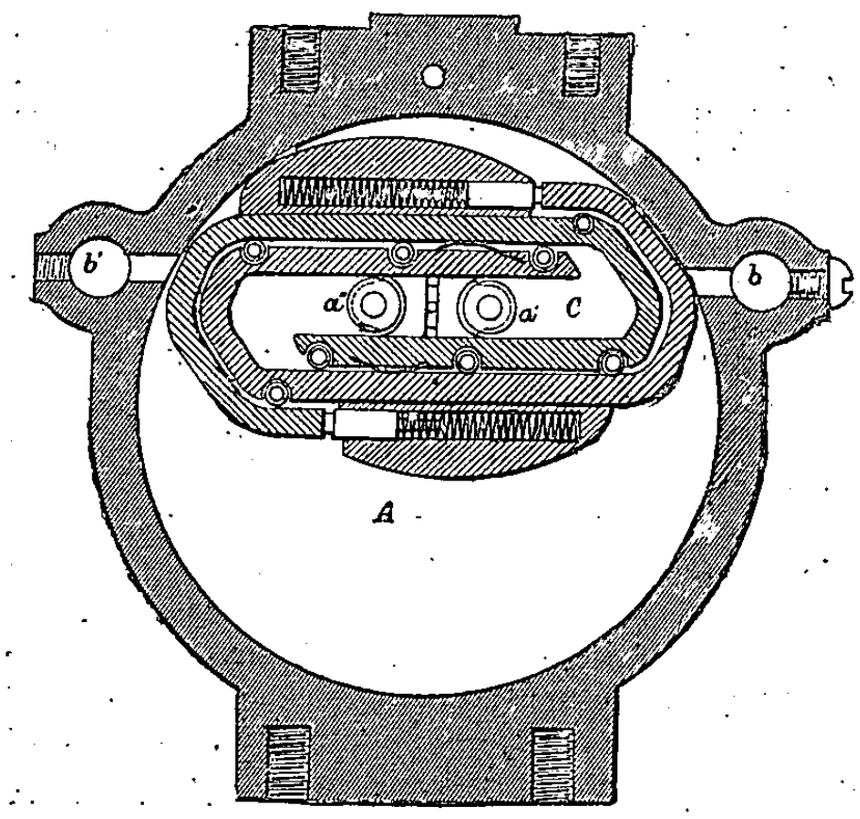


Fig. 445.

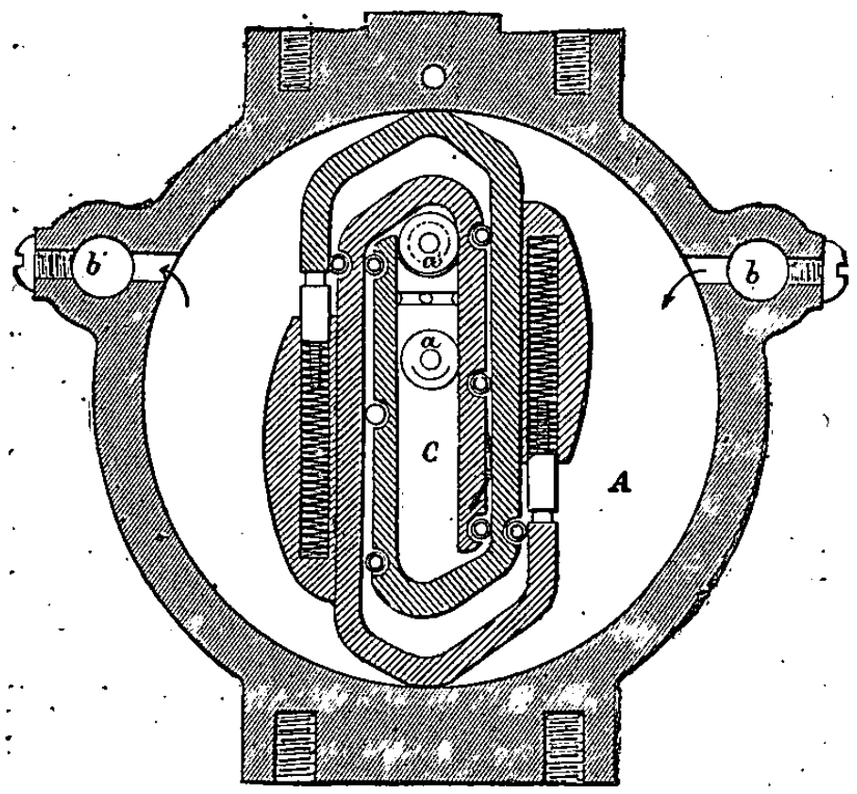


Fig. 446.

calorifère K. L'huile est distribuée automatiquement dans le moteur par le godet H en communication avec l'air comprimé. L'admission de l'air est réglée par le distributeur J qui est com-

mandé par le levier du régulateur. P est le tuyau d'échappement.

Applications industrielles. Les applications industrielles de l'air comprimé peuvent se classer sous deux chefs principaux : il peut être employé pour produire soit de la force motrice, soit de l'air froid sec et de la force.

Nous indiquerons en outre, sans nous y arrêter, quelques applications spéciales d'air comprimé telles que celle des horloges pneumatiques à Paris, celle qui fonctionne à la Banque de France et au Crédit Lyonnais pour une poste tubulaire, celle de l'Hôtel des Postes où l'air comprimé est employé à remonter les instruments d'impression télégraphique, celle de la Halle aux vins pour les transvasements des liquides, pour la vidange des fosses d'aisance, la commande des ascenseurs, tableaux d'appel, chalumeaux, etc...

Dans les appareils frigorifiques on utilise le froid produit par la détente de l'air. Cette application se rapporte à la conservation de la viande, à l'aération des caves, à la fabrication de la glace dans les restaurants, confiseries, etc. Mais elle présente dans ce cas un avantage spécial, c'est que le travail du moteur peut être en outre utilisé pour un effet utile quelconque, soit pour actionner une dynamo, soit commander d'autres appareils mécaniques. Dans ce cas il convient de ne pas chauffer préalablement l'air à une température trop élevée, pour qu'il puisse sortir du moteur vers 0°.

A la nouvelle Bourse du Commerce, il y a dans le sous-sol une installation de dix-huit chambres froides pour la conservation des viandes. Un aéromoteur de 100 chevaux actionne deux dynamos et travaille sans chauffage préalable. L'air sortant du moteur à —60° alimente ces chambres froides.

Il peut même arriver qu'on produise l'air froid à l'aide de moteurs à air sans avoir une utilisation immédiate de la force motrice. Dans ce cas on introduit l'air à une température déterminée de façon qu'il sorte du moteur à une température très basse. Le moteur actionne directement un compresseur d'air, qui aspire l'air ambiant et le renvoie dans la conduite d'alimentation. On peut ainsi récupérer environ 50 0/0 de la force dépensée.

Au point de vue de la production de la force motrice, l'air comprimé a l'avantage sur les machines à vapeur de supprimer les chaudières, le condenseur, les appareils d'alimentation d'eau. Les machines exigent donc beaucoup moins de place pour une même puissance et suppriment tous les dangers des moteurs à feu. Ils donnent une sécurité complète, contre les irrégularités du fonctionnement grâce aux réserves d'air que l'on peut faire dans une usine centrale.

Sur la distribution par eau sous pression, il possède l'avantage de l'échappement d'un gaz au lieu d'un liquide, de l'aération des locaux où sont installés les moteurs, de la réduction du prix des conduites.

Ce même point se retrouve également si l'on compare la transmission par l'air comprimé à la transmission électrique en raison du prix élevé des câbles; de plus l'air comprimé n'emploie que des récepteurs aussi simples que possible, au lieu de dynamos qu'on ne peut confier à tout le monde ou d'accumulateurs encombrants et d'un rendement relativement faible.

Quant à l'air raréfié, le principe même sur lequel il est fondé ne permet de l'employer avantageusement que pour les petites forces, égales au plus à 100 kilogrammètres.

Enfin les moteurs à gaz sont relativement encombrants pour les petites forces, dégagent de la chaleur et donnent à l'échappement des odeurs sinon dangereuses du moins désagréables.

Nous croyons donc que l'emploi de l'air comprimé recevra des applications de plus en plus considérables, et que sans arriver bien entendu à supprimer la machine à vapeur dans les grandes villes, il tendra de plus en plus à s'y substituer. — G. R.

****DISTRIBUTION D'AIR RARÉFIÉ.** Cette question traitée très sommairement à l'article Air raréfié, a sa place marquée ici, et nous soumettons au lecteur des détails intéressants empruntés au résumé très complet rédigé par M. H. Deschamps, professeur à l'Université de Liège, et publié par la *Revue universelle des sciences et de la métallurgie* (juin 1890).

La distribution de force motrice par l'air raréfié diffère de celle par l'air comprimé, en ce que le compresseur est remplacé par une pompe qui entretient un vide partiel dans une conduite communiquant avec le tuyau de décharge des machines réceptrices. La force motrice est donc la pression atmosphérique. A l'origine de la conduite se trouve un réservoir qui joue, au point de vue de la régularisation de la pression dans la conduite, un rôle analogue à celui des réservoirs d'air comprimé.

La pompe à faire le vide ne diffère d'un compresseur que parce que ce sont les clapets d'aspiration au lieu des soupapes de refoulement qui se trouvent dans les chapelles communiquant avec le réservoir et la conduite. La pompe aspire l'air du réservoir pendant une course entière; elle le comprime, puis le rejette dans l'atmosphère pendant la course suivante.

L'air doit donc être amené, par la compression, de la pression P_0 qui règne dans le réservoir, à la pression atmosphérique P_1, et le travail à appliquer exclusivement à la compression et à l'expulsion de l'air dépend des conditions dans lesquelles la pression s'effectue à température constante, c'est-à-dire suivant la loi de Mariotte ou bien avec échauffement de l'air, soit selon la loi adiabatique, soit suivant la loi résultant d'un refroidissement incomplet.

La première hypothèse est évidemment la plus favorable au rendement de l'appareil et par suite à l'économie. Il y a donc lieu de prendre, pour combattre l'échauffement pendant la compression, les mêmes mesures que dans les pompes à comprimer l'air. MM. Petit et Boudenoot qui ont installé la distribution de l'air raréfié à Paris ont adopté à cet effet des pompes avec injection d'eau

pulvérisée, et ils entretiennent dans la conduite une pression de 1/4 d'atmosphère.

Dans ces conditions le travail théorique pour aspirer, comprimer et expulser 1 mètre cube d'air, est donné par la formule :

$$T = 10{,}333^k \times P_0 V_0 \times \text{log. hyp.} \frac{P_1}{P_0}$$

qui devient :

$T = 10{,}333 \times$ log. hyp. $4 = 14{,}325$ kilogrammètres

et en admettant un rendement de 0,75 pour la pompe, le travail résistant effectif est :

$$T_1 = \frac{T}{0{,}75} = 19{,}100 \text{ kilogrammètres.}$$

Le travail dépensé doit en plus tenir compte des pertes de charge dans les conduites. Or en appliquant la formule de M. Stockalper établie pour l'air comprimé, et en admettant pour les conditions où se trouvent les conduites, les éléments suivants : diamètre $D = 0^m,20$, température $t = 15°$, vitesse de l'air $u = 20$ mètres et 30 mètres par seconde, cette dernière étant même inférieure à la réalité, on obtient pour diverses longueurs de conduites les résultats consignés dans le tableau ci-dessous :

Longueur L de la conduite en mètres	Perte de charge en atmosphères à l'extrémité de la conduite	$P_0 = 0{,}25$ atmosphère	
		$u = 20$ mètres	$u = 30$ mètres
100	J =	0.005	0.015
500	J =	0.035	0.090
1.000	J =	0.077	0.220
2 000	J =	0.182	0.750
3.000	J =	0.337	»
4.450	J =	0.750	»

On voit que pour $u = 20$ mètres la perte de charge annule complètement le vide à 4,450 mètres de la station centrale, et que le même résultat est atteint pour $L = 2{,}000$ mètres quand la vitesse est de 30 mètres par seconde.

Ces résultats montrent que l'air raréfié ne peut convenir que pour distribuer de petites forces dans un rayon très restreint. A Paris, la zone dans laquelle se trouve comprise la canalisation n'est que de 700 à 800 mètres, et on y a relevé expérimentalement une perte de charge de 91/20/0; la puissance des machines réceptrices les plus fortes ne dépasse pas 1 cheval et demi.

Le travail recueilli, calculé en tenant compte des pertes de charge et du rendement des récepteurs qui atteint et dépasse même 0,80, est donné par le tableau ci-dessous :

Longueur L de la conduite en mètres	Rendement pour $P_0 = 0{,}25$ atmosphère	
	$u = 20$ mètres	$u = 30$ mètres
100	0.58	0.57
500	0.54	0.46
1.000	0.48	0.39
2.000	0.36	0.00
3.000	0.18	»
4.450	0.00	»

Dans la pratique ces valeurs ne sont pas atteintes car elles supposent que l'air subit une détente isothermique complète, tandis qu'on n'emploie guère l'air qu'à pleine admission. Aussi ne compte-t-on pas sur un rendement net de plus de 0,45 pour la distribution de Paris, même en chauffant l'air atmosphérique à l'aide d'un bec de gaz, comme on le verra plus loin.

Distribution de Paris. Usine centrale. La station centrale a reçu des accroissements considérables depuis qu'a été écrit l'article du *Supplément* relatif à l'air raréfié. Elle comprend actuellement trois machines de 90 chevaux actionnant des cylindres à vide, et un moteur de 110 chevaux qui commande deux dynamos alimentant 1,200 ou 1,300 lampes du voisinage.

La force motrice est distribuée dans un rayon de 700 à 800 mètres autour de l'usine, par un réseau de conduites de 3,600 mètres de développement, à 150 moteurs dont la puissance varie de un demi-cheval à 1 cheval et demi. Les clients de la Société, au nombre de cent quarante environ, sont pour la plupart de petits industriels et des ouvriers en chambre; les moteurs actionnent principalement des petites machines-outils et des machines à coudre.

A l'usine centrale, les machines Corliss commandent directement les cylindres à air. Les clapets d'aspiration sont, comme on l'a dit, établis dans des chapelles qui communiquent avec le réservoir qui sert à régulariser la pression. Le piston est un bloc de fonte muni de rainures profondes et peu larges garnies de segments en bronze qui ont remplacé des lanières de caoutchouc durci employées précédemment. L'échauffement de l'air pendant la compression est combattu par une injection d'eau pulvérisée, qui se fait par les fonds du cylindre au moyen d'une petite pompe à double effet mue par le balancier de la pompe à air de la condensation.

Pour maintenir un vide constant au réservoir, il faut faire varier automatiquement la vitesse des machines, qui est normalement de 36 tours. Cela s'effectue à l'aide d'un régulateur à pendule conique de Watt, dont la douille reçoit l'action d'un levier relié au piston d'un cylindre à air communiquant avec le réservoir. Quand la pression varie dans ce dernier, l'effort exercé par le levier sur la douille change de valeur. Or à chaque valeur de cet effort correspond une vitesse d'équilibre du régulateur et par suite de la machine. Ce mode de régularisation, suffisant au début de l'entreprise, a dû être modifié, lorsque, en raison de l'augmentatien de la consommation à certaines heures, la vitesse d'écoulement dans les conduites s'est accrue et, en même temps qu'elle, les pertes de charge. Il n'a plus alors suffi de maintenir un vide constant à l'usine, et pour fournir au mécanicien les indications nécessaires au réglage de l'allure des machines suivant les besoins, on a imaginé un appareil appelé *manomètre de vide avertisseur*, dont M. Boudenoot a exposé le principe dans les termes suivants :

On a constaté d'une manière empirique quels sont les degrés de vide nécessaires à l'usine, pour

que, au bout de la canalisation, les machines fonctionnent bien aux différentes heures qui, assez régulièrement chaque jour, correspondent aux différentes phases du travail : maxima, grande, moyenne, petite, minima.

Un secteur gradué d'après ces indications porte une aiguille que l'on fixe au moment considéré sur la division convenable. A cette aiguille en est liée une autre, à deux bras, qui se meut sur un manomètre ordinaire, et dont les deux bras doivent toujours, pour une bonne marche, comprendre entre eux l'aiguille du manomètre.

Dès que le travail augmente ou diminue notablement chez les abonnés, l'aiguille du manomètre vient toucher l'un des deux bras; un contact électrique s'établit, et une sonnerie prévient le mécanicien qu'il y a lieu de passer d'une phase de travail à une autre, et de régler la marche des machines en conséquence. Il le fait aussitôt, soit en manœuvrant lui-même des régulateurs spéciaux dont l'action automatique n'est efficace que dans des limites restreintes, soit en mettant la deuxième ou la troisième machine en mouvement ou au repos.

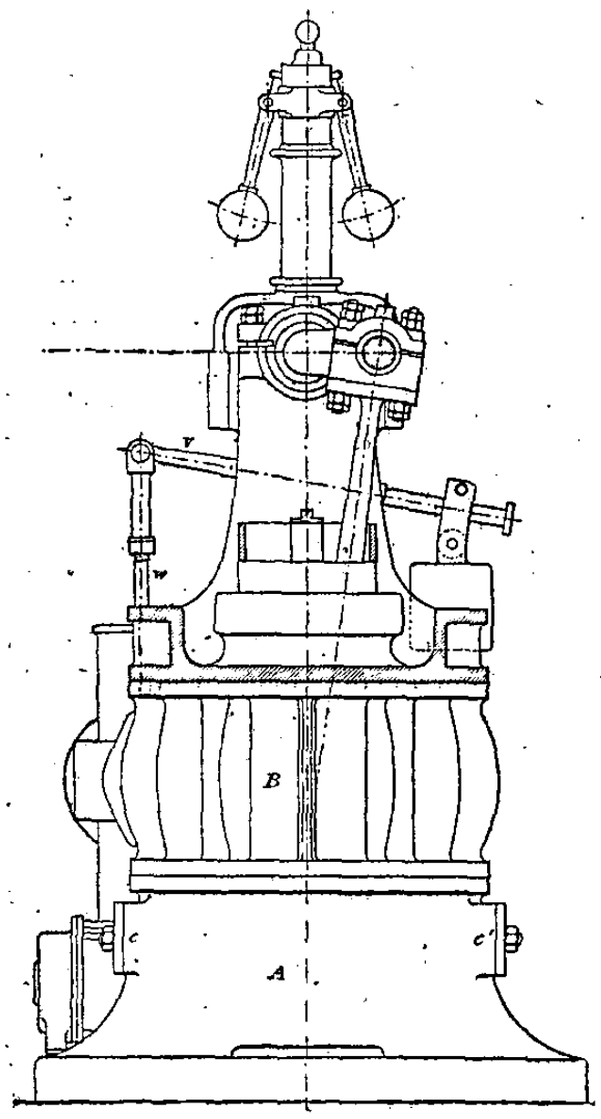


Fig. 447. — *Elévation.*

Canalisation. Les conduites sont installées en égout ou en tranchée. Elles sont formées de tuyaux en fonte dont le diamètre décroît à mesure qu'on s'éloigne de l'usine et passe de 0,25 à 0,20, 0,15 et 0m,10. Les joints sont recouverts par une bague, et l'étanchéité est obtenue au moyen de plomb coulé et matté après refroidissement. Les branchements pour le service des abonnés sont en plomb, leurs diamètres varient de 5 à 2 centimètres. Les divers tuyaux sont pourvus de robinets pour établir ou supprimer à volonté la communication entre les différentes sections de la conduite principale et les branchements. De distance en distance on a installé sur les conduites des *pneumographes* ou enregistreurs de vide.

Machines réceptrices. La Société n'emploie plus actuellement que des moteurs à fourreau. Ces moteurs construits par MM. Sarallier et Pradel sont représentés dans les figures 447 à 453. Ils comprennent quatre parties essentielles : un bâti de fondation A, un cylindre B, un couvercle, avec lequel sont venus de

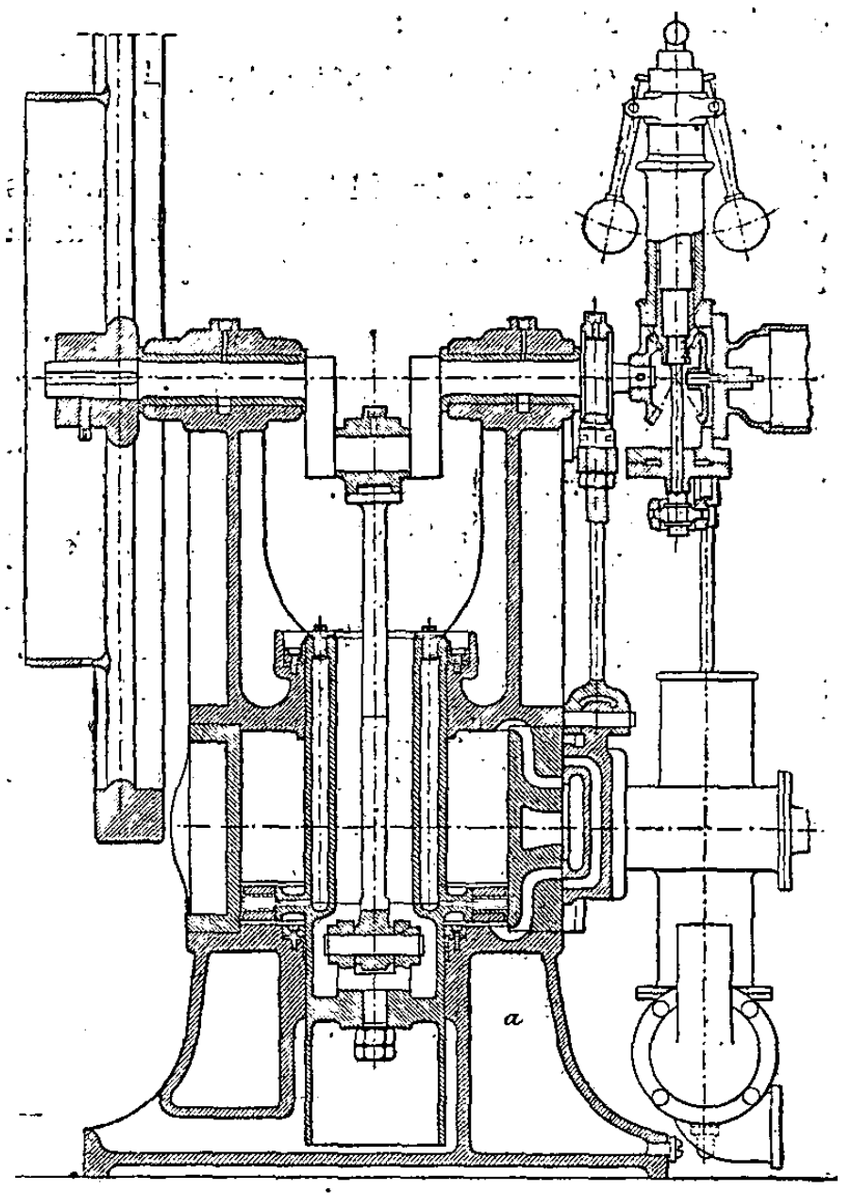


Fig. 448. — *Moteur à fourreau mû par l'air raréfié. Elévation, coupe verticale.*

fonte deux supports de l'arbre et un piston à fourreau. L'arbre est coudé, et porte d'un côté un volant et une poulie fondus d'une seule pièce,

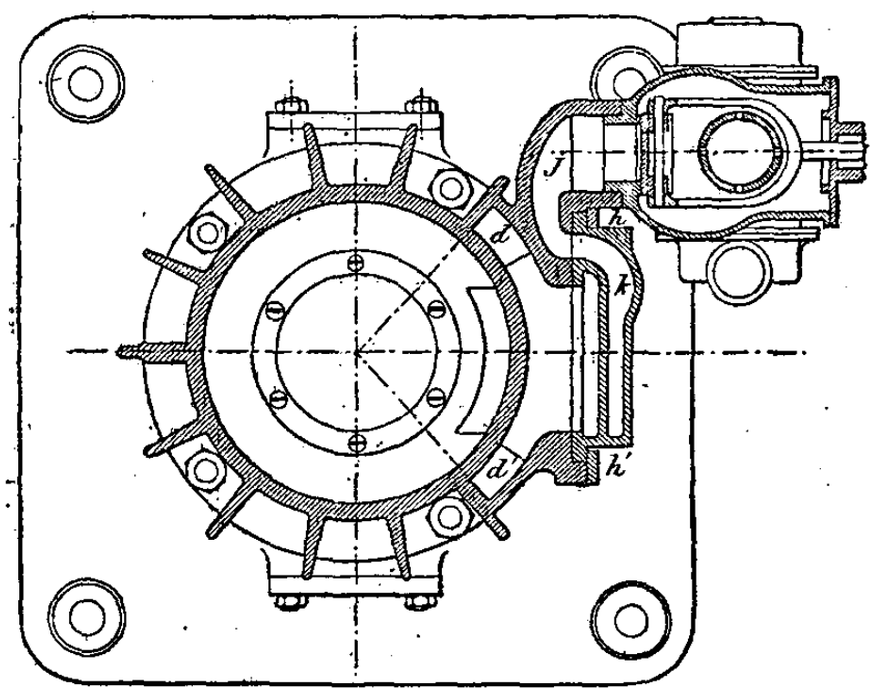


Fig. 449. — *Coupe horizontale.*

et de l'autre un excentrique pour la distribution, et une roue d'angle commandant un régulateur.

Le piston est muni d'une garniture formée de deux cuirs emboutis. Le fourreau traverse le fond et le couvercle, et, de chaque côté, l'étanchéité des joints, est assurée au moyen de cuirs. La

figure 448 montre que le fourreau est formé d'une double paroi. L'espace annulaire reçoit de l'huile que de petits canaux, ménagés à travers le piston, conduisent jusqu'à la surface du cylindre.

La distribution de l'air se fait au moyen d'un tiroir commandé par un excentrique. Ce tiroir

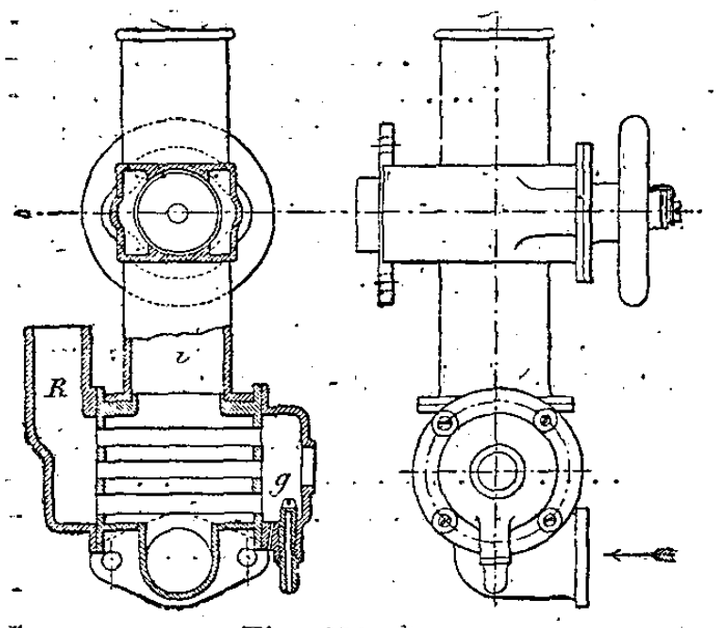


Fig. 450 et 451.

glisse sur une glace découverte et est guidé par deux nervures et maintenu par deux plaques *h h'* (fig. 449) fixées à ces dernières. D'ailleurs, la pression atmosphérique suffit à appliquer le tiroir contre la glace, quand la machine fonctionne. Le tiroir est muni d'un canal intérieur *k* qui communique constamment avec le conduit J, par lequel arrive l'air emprunté à l'atmosphère, et qui pénètre alternativement par chacune des lumières. Quand il est admis sur l'une des faces du piston, l'autre face est mise en communication avec la conduite d'air raréfié, par les conduits *d* et *d'* qui débouchent dans une chambre *a* (fig. 448 et 449), laquelle fait partie du bâti de fondation. Le tuyau d'évacuation de l'air vers la conduite peut être fixé à l'une des deux ouvertures *c* et *c'* (fig. 447). L'air pénètre par un tuyau vertical (fig. 450 à 452) à la partie inférieure duquel se trouve une chambre divisée en trois compartiments par deux cloisons parallèles. Ces cloisons sont percées de trous, qui reçoivent les tubes formant un faisceau qui fait communiquer constamment les deux compartiments extérieurs, et qui traverse le compartiment intermédiaire. Dans l'un des compartiments extérieurs se trouve un bec à gaz *g*; l'autre est pourvu d'une petite cheminée R. Les gaz chauds, pour être évacués, doivent, par suite, traverser le faisceau tubulaire. L'air frais, qui entre dans le compartiment intermédiaire, peut

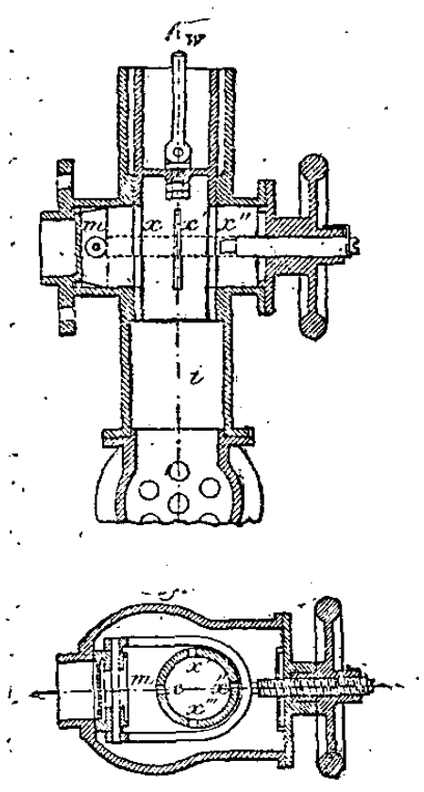


Fig. 452 et 453.

donc être chauffé avant d'être livré à la machine.

Le tuyau *i* porte une tubulure horizontale qui se fixe à l'orifice du conduit J, par lequel se fait l'introduction de l'air. A la hauteur de cette tubulure se trouve un cylindre creux, tourné extérieurement, et fermé à la partie supérieure. Il est relié au manchon du régulateur par une tige *w* et un levier *v*. Ce cylindre, qui fait fonction de valve modératrice, est percé de quatre fentes *x*, *x'*, *x''*, *x'''* (fig. 452 et 453), par lesquelles s'effectue le passage de l'air. Le modérateur proprement dit *m* suit immédiatement la valve cylindrique. Il est commandé par un étrier entourant cette dernière, par une tige filetée et un volant.

Il existe trois types de moteurs à fourreau, capables de développer, en marche normale 100 kilogrammètres, 50 kilogrammètres et 25 kilogrammètres. Ces moteurs ont un effet utile très élevé qui, d'après M. Boudenoot, atteint 81 0/0 en charge moyenne et va jusqu'à 88 0/0 en pleine charge.

Chaque machine porte un compteur de tours qui sert à la perception de la recette pour la location de force. Cet appareil n'enregistre pas le nombre de tours fait par la machine mais un nombre de tours proportionnel à la quantité d'air dépensée. Ce résultat est obtenu de la manière suivante : au régulateur est relié un galet qui actionne le plateau du compteur; si dans la position qu'il occupe lorsque la machine développe sa puissance normale, il fait faire au plateau 120 révolutions par minute, par exemple, comme lorsqu'il se déplace soit en s'élevant, soit en s'abaissant, sa distance au centre du plateau change, celui-ci fait un nombre de tours plus faible ou plus élevé. L'abonné ne paie donc que la quantité d'air réellement consommée.

La consommation d'air se paie par millier de tours. Le prix de l'abonnement par 1,000 tours varie suivant la puissance du moteur et le temps pendant lequel il fonctionne. Voici du reste quelques prix moyens demandés pour l'abonnement:

Force	Prix par 1,000 tours	Prix total par heure
6 kgm.	0 fr. 010	0 fr. 1525
12 —	0 fr. 014	0 fr. 1971
24 —	0 fr. 035	0 fr. 2680
40 —	0 fr. 055	0 fr. 4170
80 —	0 fr. 070	0 fr. 5310

Ces prix ne comprennent pas la location et l'entretien de la colonne montante, des branchements et des moteurs. Le client a également à payer l'achat de la conduite intérieure, de la plate-forme, du moteur et la transmission.

En résumé, le mode de distribution de force motrice par l'air raréfié donne d'excellents résultats pour les petites forces dans les ateliers domestiques, à une distance qui ne dépasse pas 700 a 800 mètres autour de l'usine centrale. Ces deux points le caractérisent, et en limitent l'emploi aux conditions indiquées ci-dessus.

DISTRIBUTION D'EAU. Une abondante distribution d'eau potable s'impose de jour en jour davantage aux municipalités soucieuses de satisfaire aux principes de l'hygiène et de la salubrité publiques. Cette influence bienfaisante d'une alimentation d'eau salubre a été souvent démontrée par les hygiénistes, et récemment encore, à l'occasion de l'adduction à Paris des sources de la Vigne et de Verneuil, dans la vallée de l'Avre, M. Gadaud, dans son rapport à la Chambre, rappelait ces paroles énergiques de son collègue, M. Martin Nadaud : « Nous n'aurons rien fait pour l'hygiène publique tant que tous les propriétaires de Paris ne seront pas obligés, de par la loi, d'avoir de l'eau dans leur maison et à tous les étages ».

La question de la distribution de l'eau a déjà été traitée longuement, au point de vue technique, dans le *Dictionnaire* (V. DISTRIBUTION D'EAU). Nous ajouterons seulement ici quelques considérations générales sur les modes d'évaluation adoptés pour déterminer les quantités d'eau à distribuer par jour, suivant le chiffre de la population. Les éléments de cette évaluation sont tellement variables qu'il est difficile d'établir des règles précises à cet égard ; on ne peut que donner des indications sommaires, avec lesquelles il faut faire entrer en ligne de compte les circonstances locales et particulières qui peuvent modifier les bases ordinaires de l'alimentation.

L'évaluation se fait généralement par *tête d'habitant*, en divisant la quantité d'eau disponible en vingt-quatre heures par le nombre total de la population agglomérée qui utilise les ressources de cette distribution d'eau. Les besoins auxquels l'alimentation doit satisfaire peuvent se diviser en trois genres de services :

Le *service particulier*, qui comprend la fourniture de l'eau aux maisons, pour tous les usages domestiques, la toilette, la cuisson des aliments, les jardins, les animaux, etc.

Le *service public*, comprenant le lavage des ruisseaux, l'arrosage des chaussées, l'entretien des jardins publics, le fonctionnement des bornes-fontaines, des jets d'eau, des bouches d'incendie.

Le *service industriel*, dont les éléments d'évaluation sont tout à fait différents selon qu'il s'agit de localités où les manufactures sont en plus ou moins grand nombre.

Service particulier. Darcy évaluait à 90 litres par jour et par habitant la quantité d'eau à consacrer aux besoins du service privé. En Angleterre MM. Haywood et Simon, en 1850, admettaient des limites variables depuis 15 jusqu'à 55 litres, et M. W. Humber, en 1876, dans son *Traité de la distribution d'eau*, donnait comme base le chiffre de 45 litres par tête. M. Rankine indique les bases de 40 à 70 litres. En Allemagne, MM. König et Poppe admettent 25 litres par habitant.

Pour le *service particulier* à Paris, les chiffres servant de base aux évaluations ont été fixés comme suit, par les arrêtés préfectoraux des 9 mars 1863 et 7 juin 1864 :

Par jour et par personne domiciliée		45 litres.
— par ouvrier		5 —
— par élève ou militaire		20 —
— par cheval		100 —
— par vache		100 —
— par voiture à 2 roues		40 —
— par voiture de luxe à 4 roues		150 —
— par voiture de louage à 4 roues		75 —
— par mètre carré d'allée ou cour		6 —
— par boutique		150 —
— par bain		300 —
— par mètre carré de jardin, ou gazon :		
de 1,000 à 2,000 mètres, par mètre		3 litres.
de 2,000 à 5,000 — —		2 —
de 5,000 à 10,000 — —		1 —

On applique assez généralement dans les villes de province, d'une moyenne importance, un tarif basé sur les évaluations ci-dessous :

Par personne habitant la maison		25 litres.
Par cheval		50 —
Par bœuf ou vache	50 à	70 —
Par voiture suspendue à deux roues		30 —
Par voiture suspendue à quatre roues		60 —
Par mètre carré de jardin, jusqu'à 500 mètres		1 —
Par mèt. carré de jard., au-dessus de 500 mèt.		0.50

Service public. Pour celui-ci, comme pour le service particulier, les éléments d'évaluation sont subordonnés en général aux conditions et aux convenances locales, et les opinions émises à ce sujet présentent naturellement de grandes divergences.

M. W. Humber, dont nous avons déjà cité le nom, n'estime qu'à 5 litres par tête les besoins d'un service public ; il ne fait pas assez large la part des fontaines ornementales ni de l'arrosage. M. Rankine évalue à 15 litres la base du service de lavage des rues, incendies et curages d'égouts, dans les villes anglaises. D'après une moyenne comprenant 80 villes importantes d'Allemagne, M. Grahn indique comme quantité distribuée la limite de 11 litres par tête. Aux Etats-Unis, M. Fanning estime que la moyenne n'excède pas 15 à 20 litres pour les fontaines de puisage ou d'ornement et pour les incendies, et elle atteint 45 litres pendant un tiers de l'année pour le lavage et l'arrosage des rues. Paris, on le voit, est beaucoup mieux doté sous ce rapport que les principales villes de l'étranger.

La dépense d'eau affectée au service public à Paris, est de 80 à 100 litres par tête. Pendant six mois de l'année on arrose les chaussées les plus fréquentées à raison de 6 à 7 litres par mètre carré et par jour.

Les *bouches de lavage* sont souvent réglées pour débiter 1l,67 par seconde, ce qui correspond à 100 litres par minute ; une *borne-fontaine* débite depuis un demi jusqu'à 1 litre par seconde ; une *bouche d'incendie* ordinaire débite de 2 à 5 litres, et celles pour les pompes à vapeur donnent de 10 à 30 litres par seconde.

Le service des fontaines monumentales à Paris, alimenté par l'eau de l'Ourcq, ne consomme pas moins de 18,000 à 20,000 mètres cubes par jour.

Service industriel. Les évaluations varient nécessairement suivant la nature des industries à alimenter, et les meilleures données seront four-

nies à cet égard par les industriels eux-mêmes, suivant leurs besoins. Nous ne donnerons donc ici que les chiffres qui s'appliquent à l'alimentation des machines à vapeur; on estime généralement que la consommation est de :

20 à 35 litres par cheval et par heure, sans condensation ;

200 à 800 litres par cheval et par heure, avec condensation.

Consommation totale. En résumé, Darcy estimait, en 1865, que l'ensemble des besoins d'un service d'eau bien établi correspondait à 150 litres par habitant. Mais il existe en France un grand nombre de villes où ce chiffre est loin d'être atteint, et très peu dans lesquelles il est dépassé. On en jugera par la liste suivante qui remonte à l'année 1878 :

Agen.	par habitant.	21	litres.
Angoulême.	—	35 à 40	—
Besançon.	—	246	—
Bordeaux.	—	170	—
Cette	—	106	—
Clermont-Ferrand. .	—	55	—
Dijon.	—	240	—
Grenoble	—	65	—
Havre (Le)	—	45	—
Lille.	—	200	—
Marseille.	—	186	—
Nantes	—	60	—
Paris.	—	100	—
Toulouse.	—	78	—
Vienne (Isère). . . .	—	65	—

A l'étranger on trouve peu de villes dont l'alimentation dépasse la limite indiquée par Darcy ; Rome seule, pourvue de 1,105 litres par tête, fait une remarquable exception, New-York a une alimentation de 310 litres par habitant. Londres n'a que 95 litres et Bruxelles 85 litres, mais un projet actuellement à l'étude augmentera considérablement ce dernier chiffre. M. W. Humber indique comme limites inférieures et supérieures des distributions d'eau dans les villes d'Angleterre des chiffres variant de 70 à 240 litres par tête. MM. König et Poppe s'accordent avec Darcy pour préconiser 150 litres, et M. Fanning, aux Etats-Unis, indique les limites de 140 à 250 litres pour satisfaire à tous les besoins des villes d'Amérique où l'usage de l'eau dans les maisons est plus répandu que chez nous.

Nous n'ajouterons rien à ce qui a été dit à l'article DISTRIBUTION D'EAU relativement à la nature des tuyaux et à l'installation des canalisations, des réservoirs et des appareils accessoires.

Nous terminerons cette note complémentaire par l'examen sommaire des divers moyens employés pour la recherche des fuites existant dans les canalisations.

Recherches des fuites. Il y a naturellement un grand intérêt à être renseigné sur l'existence des fuites qui existent dans le parcours des canalisations : les fuites abondantes se décèlent généralement d'elles-mêmes par infiltration dans le sol à la surface duquel elles se fraient ordinairement un passage qui signale immédiatement leur présence ; mais les plus difficiles et par conséquent les plus intéressantes à constater sont celles qui se répandent imperceptiblement dans le sol et qui peuvent donner lieu à des pertes continuelles d'autant plus préjudiciables qu'on en ignore l'existence. L'importance de ces fuites est généralement plus grande qu'on ne le supposerait, et M. Deacon, qui s'est occupé spécialement de l'étude de cette question en Angleterre, estime que, dans les villes anglaises, 100 litres distribués se répartissent en 35 litres perdus par les fuites imperceptibles, 35 litres par les pertes superficielles, et 30 litres seulement utilisés par la consommation. Ces chiffres nous paraissent dépasser de beaucoup ce que nous connaissons des résultats obtenus en France ; néanmoins on ne saurait trop s'intéresser à cette question et s'appliquer trop soigneusement à rechercher et à supprimer les fuites dans les canalisations d'eau.

Parmi les moyens employés pour la recherche des fuites citons d'abord l'emploi des *manomètres* installés sur divers points du réseau; on peut leur adjoindre une sonnerie d'alarme qui en fait de véritables *avertisseurs de fuites*. Un autre moyen permettant de reconnaître les fuites aux robinets de distribution est basé sur la perception du bruit que produit l'écoulement de l'eau, et qu'on entend distinctement en appliquant l'oreille contre la clé de manœuvre posée sur le chapeau du robinet où cette fuite existe ; la perception du son est rendue plus facile par l'emploi du *stéthoscope* ou du *microphone*.

M. Deacon, ingénieur du service des eaux de Liverpool, a inventé un appareil qu'il désigne sous le nom de *compteur des fuites*. Cet appareil s'interpose sur le parcours d'une conduite principale commandant une partie de canalisation complètement isolée du reste du réseau et, dans cette position, il enregistre tous les débits qui se font dans cette partie, et signale par conséquent les circonstances anormales qui peuvent se produire par suite de l'existence de pertes plus ou moins abondantes. L'emploi du compteur de fuites Deacon a permis de trouver et de supprimer à Liverpool une quantité considérable de fuites qui rendaient la canalisation insuffisante ; les applications faites à Glascow et à Boston ont produit des réductions de 30 à 35 0/0 sur le chiffre des fuites préexistantes. Mais cet appareil d'une graduation assez délicate est d'un usage encore très peu répandu. — G. J.

• **DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ.** Avec le développement des machines dynamo-électriques s'est présentée forcément la nécessité de transporter et de distribuer entre plusieurs consommateurs l'énergie électrique produite. La distribution de l'électricité comprend l'ensemble des moyens et procédés employés à cet effet.

Modes de distribution. Il n'y a que deux modes pratiques de distribution. La distribution en *série* ou à courant constant; la distribution en *dérivation* ou à potentiel constant. Dans le premier mode, les appareils récepteurs tels que lampes à arc, ou à incandescence, moteurs électriques, etc., sont embrochés en série dans un même conducteur. Le courant est donc forcément le même pour cha-

cun d'eux. Lorsqu'on veut arrêter le fonctionnement d'un appareil, il faut le mettre en *court-circuit*, afin que le courant ne soit pas interrompu. Mais la source de courant doit alors posséder des organes régulateurs qui réduisent sa force électro-motrice de la quantité qui était consommée par l'appareil retiré du circuit.

Dans la distribution en *dérivation*, au contraire, la force électro-motrice de la source est constante. Deux conducteurs principaux reliés à la source s'en éloignent parallèlement, et se ramifient de plus en plus, mais sans jamais avoir d'autre communication l'un avec l'autre que celle qui se produit à travers les appareils récepteurs. C'est alors le courant qui est variable, chaque récepteur consommant celui qui lui convient, mais toujours sous la force électro-motrice que la source maintient aux conducteurs principaux.

Nous allons maintenant examiner avec quelque détail les avantages et inconvénients de ces différents systèmes de distribution, ainsi que leurs variantes et perfectionnements.

Distribution en série. La distribution en série offre l'avantage de permettre l'emploi de hautes tensions et par conséquent d'un poids de conducteur modéré et d'un grand rayon d'action. Elle est appliquée d'une manière étendue aux distributions de lumière par lampes à arc, et de force motrice, par moteurs intercalés au besoin dans les mêmes circuits que les lampes à arc. Il suffit de citer les systèmes de Brush, de Thomson-Houston, et ceux plus récents de Sperry et de Heissler. On l'applique encore aux lampes incandescentes destinées à l'éclairage public (système municipal d'Edison). Enfin, le même mode de distribution est employé, par M. Bernstein, pour les lampes à incandescence d'éclairage domestique, mais ce dernier système ne s'est pas répandu jusqu'ici.

Ce procédé est admirablement propre aux installations qui fonctionnent à régime constant, ou peu variable. On peut élever la tension aux 2,000 ou 2,500 volts que l'on sait aujourd'hui canaliser avec sécurité, ce qui est d'autant plus facile que la plupart de ces applications sont réalisées par canalisations aériennes. Il suffit, comme précaution contre les extinctions, de faire en sorte que tout appareil qui s'arrête accidentellement soit mis automatiquement en court-circuit. Les autres ne sont pas affectés et l'organe régulateur ramène la machine à la force électro-motrice convenable. Il est alors nécessaire et convenable d'avoir une machine dynamo-électrique spéciale pour chaque circuit sur lequel on peut grouper un nombre d'appareils suffisant pour absorber la force électro-motrice engendrée. Les usines montées sur les systèmes Brush, Thomson-Houston, etc. sont ainsi établies.

Dans le système municipal Edison, destiné à l'éclairage public des petites localités, il a paru plus convenable de n'avoir qu'une seule dynamo d'où partaient plusieurs circuits. Lorsqu'une des lampes alimentées par l'un deux vient à se rompre, elle se met immédiatement en court-circuit : mais il faut alors, à l'usine même, intercaler dans le même circuit une lampe identique ou une résistance équivalente, afin que la force électro-motrice absorbée dans chaque branche reste égale pour toutes.

Ceci suffit à expliquer pour quelle raison le système Bernstein, pour l'éclairage domestique par lampes incandescentes en série, n'a pas pris de développement. Cet inconvénient principal se double de la complication résultant du grand nombre de circuits qui ont à partir isolés de l'usine. Le mode de distribution par dérivation est incomparablement plus important au moins en Europe.

Distribution en dérivation. Ce mode se prête à toutes les applications, puisque chaque appareil est indépendant et peut fonctionner sans entraîner, théoriquement, aucun trouble pour les autres appareils en circuit. De plus, il n'exige, toujours théoriquement, aucun réglage, car on peut faire en sorte que l'intensité débitée par la source soit exactement celle qui convient à la demande, et cela automatiquement, par le seul jeu des propriétés qu'on aura su donner à la source.

Supposons, en effet, que celle-ci soit une machine dynamo-électrique, alimentant n appareils, que pour plus de simplicité, nous supposerons identiques, et de résistance égale à r. Soient E la force électro-motrice et R la résistance intérieure de la source. L'équation du courant est :

$$I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$$

La condition requise est que I soit proportionnel à n et l'on voit que cela sera obtenu à deux conditions, savoir : que la résistance R soit négligeable devant la résistance $\frac{r}{n}$ même quand on porte n à son maximum, et que la force électro-motrice E soit indépendante de n.

Au point de vue de la machine proprement dite, les deux conditions sont identiques, et la première étant remplie, la seconde l'est aussi. Mais on ne peut toujours réaliser qu'une approximation ; en outre, la résistance des conducteurs reliant la source aux appareils d'utilisation doit intervenir dans le calcul. On comprend de suite que si chacun des appareils d'utilisation avait son fil spécial, la résistance de ce fil pourrait être comptée comme faisant partie fictivement de l'appareil, et tout se passerait au point de vue de la régulation comme s'il en était ainsi. La subdivision des circuits est donc l'un des bons moyens de réaliser l'automaticité du réglage, mais il n'est applicable que dans les installations peu étendues.

Dans tous les autres cas, cela ne sera pas pratiquement possible, et les conducteurs introduiront des pertes de charge variables.

Pour prendre un exemple, supposons qu'une machine dont la résistance est de 0,05, et qui développe environ 100 volts soit destinée à alimenter cent lampes ayant 200 ohms et con-

sommant par suite 0,5 ampère chacune. Pour obtenir des lampes la lumière normale, il faut que la différence de potentiels à leurs bornes soit de 100 volts. Quelle devra être la force électro-motrice de la machine pour que ce résultat soit obtenu, quel que soit le nombre des lampes allumées? Elle devra être égale à 100 volts, plus la quantité RI absorbée par la résistance intérieure, c'est-à-dire en somme, suivant qu'il y aura 1, 10, 100 lampes allumées, respectivement 100v,025, 100v,25, 102v,5. Le réglage automatique n'est donc pas parfait, mais on voit qu'en passant de zéro à pleine charge, la correction à apporter n'est que de 1 0/0 en plus ou en moins de la valeur moyenne.

Mais si nous supposons maintenant que les lampes soient réunies à la machine par un conducteur assez long, le résultat va changer. Nous avons deux manières de constituer ce conducteur. Nous pouvons donner à chaque lampe son fil spécial, et calculer ce fil de manière à ce que sa résistance soit la même, soit 5 ohms, pour toutes les lampes. Nous pouvons au contraire prendre un seul fil dont la section soit égale à celle de tous ces petits fils : sa résistance sera alors de 0,05 ohm.

Dans le premier cas, tout se passera comme si les lampes avaient 205 ohms au lieu de 200. La force électro-motrice de la machine devra seulement être plus élevée et varier de 102v,5 pour une lampe à 105 volts pour cent lampes. La variation relative est la même qu'avec les lampes seules.

Mais dans le cas du conducteur unique, tout se passe au contraire comme si la résistance s'ajoutait à celle de la dynamo R, qui est constante. Il est aisé de calculer que la force électro-motrice devra alors varier de 100 à 105 volts. La variation relative est doublée, et serait encore bien plus forte si la résistance de la ligne était proportionnellement beaucoup plus élevée, ainsi qu'il arrive souvent. Malgré cela, le réglage est encore possible, parce que nous avons implicitement supposé toutes les lampes groupées à l'extrémité du conducteur. S'il en est autrement et qu'elles soient réparties d'une manière quelconque sur sa longueur, le voltage devient différent pour chacune d'elles, et le réglage ne peut plus être qu'approximatif.

L'ensemble des procédés de distribution en dérivation est justement celui des moyens imaginés pour permettre de se rapprocher le plus dans l'application dos conditions théoriques que l'on sait être parfaites, mais irréalisables.

Distribution en ligne. Examinons d'abord le cas d'une ligne de lampes, que nous supposons identiques et équidistantes; et calculons les différentes valeurs des différences de potentiels aux bornes de ces lampes, ainsi que les volumes du conducteur, selon le mode de distribution que nous aurons adopté.

Soit (fig. 454) AB et CD les deux conducteurs sur lesquels sont raccordées les lampes *l l'*, etc. On peut supposer l'alimentation faite par A et par C, c'est-à-dire les points A et C reliés à la source; d'où un premier mode d'alimentation, que nous appellerons *parallèle*. On peut aussi rattacher à la source A et D, ce sera le cas d'alimentation *anti-parallèle*.

Enfin, en ce qui concerne la section des câbles, deux cas peuvent se présenter : on jugera plus

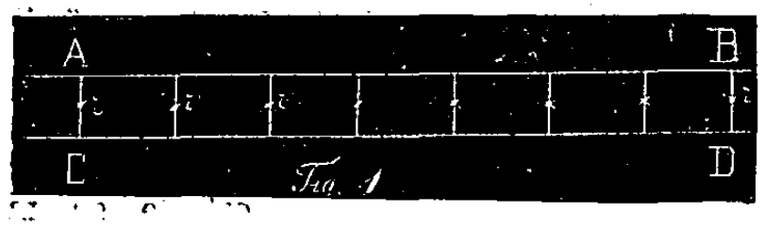


Fig. 454.

simple, par exemple, de se servir du même câble d'un bout à l'autre de la ligne ou bien, on préférera proportionner sa section à l'intensité du courant variable qui le parcourt, et employer un câble conique. Le premier cas se présentera s'il



Fig. 455 et 456.

s'agit de petites dérivations, et le second pour les dérivations importantes.

Les figures 455 à 458 représentent donc les quatre cas principaux.

Il est plus facile, pour obtenir la loi de répartition des différences de potentiel le long du câble, de supposer au lieu de lampes également espa-

Fig. 457 et 458.

cées, une dérivation continue uniforme, ce qui équivaut à supposer les lampes infiniment rapprochées.

Premier cas. Câbles cylindriques parallèles. Soit (fig. 459) V et v les potentiels de deux points en regard, où les courants sont $+i_1$ et $-i_2$ respectivement. V_0 et v_0 les potentiels à l'origine; R la

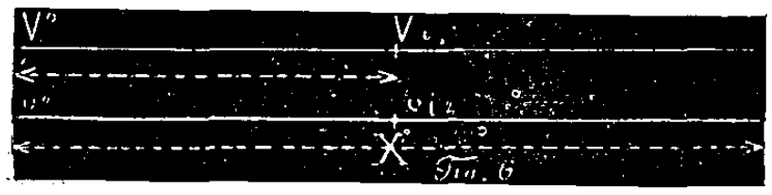


Fig. 459.

résistance par mètre du câble supposé uniforme; enfin, soit $k = -\frac{di}{dx}$ le coefficient de dérivation par mètre.

Aux points V et v, on a :

$$-dV = R\,dx\,.\,i_1$$
$$-dv = -R\,dx\,,i_2$$

posant $u = V - v$, et remarquant que $i_1 = -i_2$ on a l'équation :

$$\frac{du}{dx}=-2\mathrm{R}i,$$

qui, différenciée, donne à son tour :

$$\frac{d^2u}{dx_2}=-2\mathrm{R}\frac{di}{dx}=4k\mathrm{R}.$$

Cette dernière équation intégrée, donne facilement la relation finale :

$$u_0-u=2k\mathrm{R}(2\mathrm{X}x-x^2)$$

qui représente un arc de parabole dont le point B est le sommet (fig. 460).

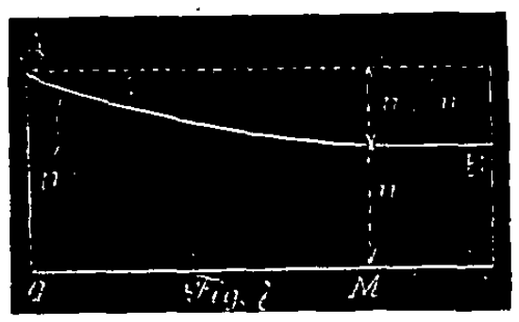


Fig. 460.

Les autres cas sont aussi faciles à traiter de la même manière : pour les câbles coniques, on supposera que l'on maintient constante la densité du courant. Les formules auxquelles on parvient sont alors les suivantes :

Deuxième cas. Câbles cylindriques antiparallèles. On arrive à la loi

$$u_0-u=2k\mathrm{R}(\mathrm{X}x-x^2)$$

représentant un arc de parabole dont le sommet est au milieu, Le potentiel est donc plus faible au milieu de la ligne qu'aux deux bouts, mais le maximum de baisse, $u-u_0$, est moitié moins élevé que dans le premier cas.

Troisième cas. Câbles coniques parallèles. On trouve pour ceux-ci :

$$u_0-u=2\mathrm{R}_0\mathrm{I}_0x$$

R_0 étant la résistance par mètre à l'origine du câble et I_0 le courant au même point.

C'est une droite assez fortement inclinée, le maximum (pratique) de u_0-u est au bout du câble, et double de celui que l'on obtenait avec les câbles cylindriques parallèles. Mais le poids total est réduit au tiers seulement de celui des câbles cylindriques, de sorte qu'à poids égal, ou à perte égale, l'avantage reste aux câbles coniques.

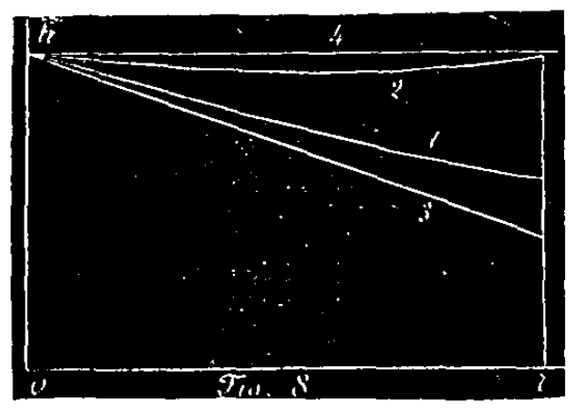


Fig. 461.

Quatrième cas. Câbles coniques antiparallèles. Ici on trouve simplement :

$$\mathrm{V}-v=\mathrm{V}_0-v_0=\text{constante}.$$

La répartition est parfaite, et toutes les lampes soumises à la même différence de potentiel.

Le tableau ci-dessous indique pour ces quatre cas les écarts extrêmes entre les potentiels des lampes, le poids relatif de cuivre, et l'énergie dépensée dans la canalisation, en supposant la même densité de courant à l'origine de tous les câbles. La figure 461 représente la répartition des différences de potentiel dans les mêmes hypothèses :

Câbles	*Différences* de potentiel	Poids du câble	Energie dépensée dans le câble
1er cas. . .	4	6	2
2e cas . . .	1	6	3
3e cas . . .	8	2	2
4e cas . . .	0	2	3

Il est facile de comprendre maintenant que s'il s'agit d'un éclairage à régime censtant, tel que celui des rues d'une ville, il sera facile de grouper les lampes en lignes droites ou brisées, peu importe, mais toujours telles que l'on soit assuré de la répartition absolument exacte des différences de potentiel. De plus, chacune des lignes ainsi constituée peut venir se rattacher, non à la source qui peut être très éloignée, mais bien à un conducteur principal qui serait lui-même calculé de la même manière. C'est ce que montre en principe la figure 462, où, par exemple, de la source M part un conducteur principal sur lequel on ne prend aucune lampe, mais qui reçoit les attaches de toutes les dérivations secondaires, telles que A et B.

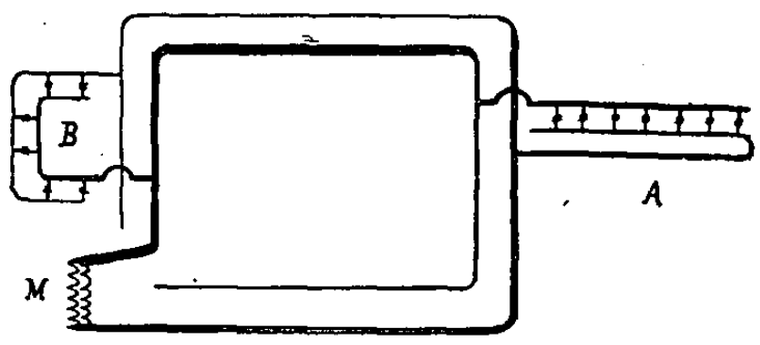


Fig. 462.

La distribution à un nombre quelconque de lampes réparties arbitrairement sur une surface donnée, peut donc toujours se réaliser d'une manière simple et exacte, et avec une grande économie de conducteur, pourvu que le régime soit constant. Cependant on comprend qu'une altération assez notable de la constance du régime peut se produire sans entraîner de conséquences graves, et en tous cas, avec beaucoup moins de conséquences que dans un système de distribution en série.

Mais si le régime variable est l'état normal de l'éclairage à fournir, comme lorsqu'il s'agit d'une distribution urbaine comprenant toute sorte de clientèle, on ne pourra plus recourir avec une sécurité suffisante à un système aussi simple que le précédent.

Distribution en réseau. Les procédés de distribution en réseau aujourd'hui universellement appliqués ont été indiqués et mis en service tout d'abord par Edison. Ils reposent sur les principes suivants :

Pour que les lampes desservies par un système

de conducteurs puissent être arbitrairement placées, allumées ou éteintes à volonté, sans que les différences de potentiel soient altérées par réaction mutuelle, en un mot, pour qu'il n'y ait aucun contrôle individuel à exercer sur elles, il faut que la résistance des conducteurs sur lesquels sont attachées les lampes soit négligeable par rapport à celle de l'ensemble des lampes.

C'est la condition que nous avons déjà eu l'occasion de définir précédemment par un exemple. Elle sera remplie approximativement et sans trop de dépense de conducteur, si l'on se borne à un périmètre très restreint autour de la source. On sait en effet qu'à perte égale, le poids du conducteur doit croître comme le carré de sa longueur.

Dans une ville, par exemple, on ne peut évidemment pas songer à multiplier outre mesure les usines : mais on peut créer des centres secondaires de distribution, qui sont alimentés par l'usine même, mais qui fonctionnent au point de vue du réseau comme une source. La manière la plus simple de créer des centres, est d'employer des conduites spéciales dites *artères* (ou *feeders*).

Les artères seront des conduites partant de la source et s'en éloignant sans avoir aucun contact avec le réseau avant leur extrémité même. Le point d'attache constitue le centre secondaire de distribution. La différence de potentiel devra y être maintenue constante et il y aura un nombre suffisant de ces artères pour que la surface que dessert chacun d'eux soit assez restreinte, et que la résistance des conducteurs du réseau y soit considérée comme négligeable.

On comprendra maintenant que si, comme on l'a supposé, aucune autre jonction n'existe entre le réseau et l'artère, il sera possible de consentir dans celle-ci une chute de potentiel très notable, pouvant s'élever, par exemple, à 10 ou 15 0/0 de la force électro-motrice produite. Cela ne présentera aucun inconvénient, pourvu que l'extrémité éloignée soit toujours tenue à la différence de potentiel constante convenable pour assurer l'éclat normal aux lampes.

C'est donc sur cette extrémité éloignée de l'usine que doit s'exercer le contrôle, et c'est d'après les indications relevées à cette extrémité qu'on pourra régler la marche des machines. Pour y parvenir, on emploie en général des fils fins spéciaux, longeant l'artère, et reliés d'une part à son extrémité éloignée, de l'autre au voltmètre de l'usine. Cet appareil indique bien alors la force électro-motrice existante sur le réseau, au point d'attache de l'artère.

On règle la résistance des différentes artères de manière qu'elle soit égale pour toutes de telle sorte que la perte y étant la même, les machines auront toutes à marcher à la même allure, et pourront être couplées en dérivation entre elles, ce qui constitue une condition de sécurité de marche.

La distribution directe la plus simple sera donc constituée par un nombre convenable d'artères s'éloignant de la source, et aboutissant en des points variables du réseau. Celui-ci est formé de câbles de section constante, parcourant toutes les rues et se soudant à lui-même à tous les croisements, de manière à constituer un véritable filet.

C'est ainsi que les premières distributions urbaines vraiment importantes ont été réalisées par les procédés Edison, notamment à New-York et à Milan. Mais malgré tous ces avantages, cette disposition ne peut pas s'appliquer dans toute sa simplicité à une étendue dépassant un ou deux kilomètres carrés. Au delà, les conducteurs doivent être tellement gros que la dépense d'établissement devient exagérée. Aussi a-t-on cherché à étendre le cercle d'action sans altérer les principes généraux sur lesquels repose la distribution en réseau.

Il est facile de comprendre que ce qui détermine la grosseur des câbles est surtout l'intensité du courant qui donne l'éclat normal à la lampe employée. On a donc tout d'abord intérêt à choisir une lampe de haut voltage consommant peu de courant.

On choisit donc de préférence des lampes de 100 volts, plutôt que de 70 par exemple, puisque leur consommation de courant est moindre. Mais il n'existe guère de lampes de plus de 100-120 volts, et pour pouvoir employer des câbles plus faibles, c'est-à-dire une tension plus élevée qu'en distribution directe, il faut recourir à des artifices ou à des moyens indirects. Les principaux de ces moyens sont : le système à trois fils ; le système des transformateurs ; les systèmes mixtes à accumulateurs.

Système à trois fils. Ce mode de faire, dû à Edison, donne une économie très considérable de fil et permet un rayon d'action à peu près double de celui d'une distribution simple. La figure 463 donne la représentation schématique du groupement de deux machines.

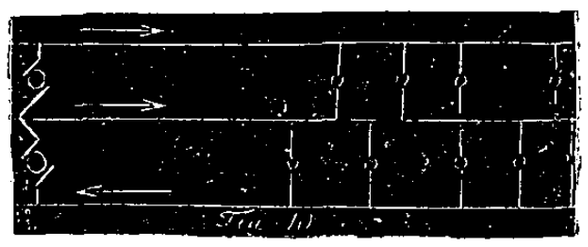


Fig. 463.

Si le fil du milieu n'existait pas, on aurait simplement deux machines en série actionnant deux groupes de lampes également en série. Mais ces groupes peuvent être inégaux, et en fait le sont toujours. Le fil intermédiaire sert alors à établir le retour à la source du courant de compensation, égal à la différence des deux autres. Chaque lampe conserve alors son indépendance : mais le matériel machine doit alors toujours fonctionner par groupe de deux machines.

L'économie résultante dans le poids du conducteur est considérable. Si l'on considère d'abord seuls les deux conducteurs extrêmes, on reconnaît que pour alimenter le même nombre de lampes, leur poids sera réduit au quart de celui des conducteurs de simple dérivation. En effet, il y a moitié moins de courant à transmettre, et un nombre double de volts absorbé par les conducteurs. Si l'on fait le conducteur intermédiaire égal aux deux autres, l'économie de poids est encore

des 5/8. Le plus souvent ce conducteur intermédiaire est pris plus fin que les principaux. Il ne faut pas exagérer dans ce sens, car il peut arriver que, même avec un nombre égal de lampes allumées sur chaque côté, ce conducteur ait à transmettre dans une partie de sa longueur le courant total (fig. 464).

Ceci pourra arriver si, par exemple, un côté d'une rue est desservi par l'une des machines et l'autre côté par l'autre.

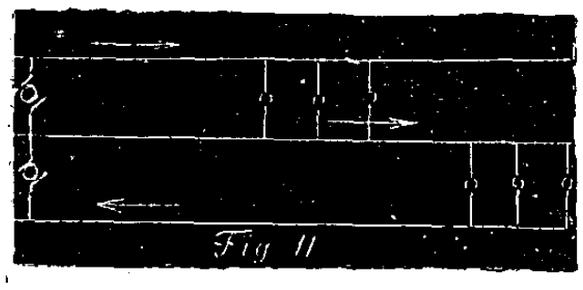


Fig. 464.

Mais si l'on peut conduire les trois fils de chaque côté des rues, et alimenter chaque installation par moitié sur chaque machine, on pourra réduire beaucoup l'importance du fil secondaire, les compensations se faisant beaucoup plus localement, et le courant de retour, qui représente la somme algébrique de toutes les compensations, étant faible dans une distribution bien faite.

Ce système de canalisation est aujourd'hui très largement employé. On a tenté de le généraliser, ce qui est facile en principe, et à le porter à quatre ou cinq fils, ce qui correspond à des marches de trois ou quatre machines à la fois. Ces tentatives n'ont eu aucune suite, car les inconvénients s'accroissent plus vite que les avantages ; en d'autres termes, la réduction très réelle et très importante du poids des conducteurs est plus que contrebalancée par la subdivision plus grande de ces conducteurs mêmes et du matériel machines, par la complication du service, et l'incertitude des compensations.

Il est bien évident que le système à 3 fils est parfaitement compatible avec le principe de la distribution, par artères et réseau, décrite ci-dessus. C'est sur ces données que sont exécutées les usines de la Compagnie continentale Edison à Paris.

Dans ce qui précède, on a supposé que la distribution était directe, c'est-à-dire que le courant produit à l'usine parvenait directement aux appareils d'utilisation. Les mêmes principes restent applicables, mais naturellement avec les modifications convenables aux distributions indirectes et mixtes, dont nous allons maintenant dire quelques mots

Distribution avec transformateurs. Pour pouvoir étendre plus loin encore le rayon d'action d'un centre de production de courant, on a été amené à l'application des *transformateurs* (V. ce mot). Nous rappellerons seulement que ce sont des appareils qui reçoivent une quantité d'énergie électrique donnée sous la forme EI, dans laquelle E est grand et I petit, et qui restituent une quantité un peu plus faible d'énergie, sous la forme E'I' où E' est la force électro-motrice qui convient aux appareils d'utilisation et I' le courant que détermine leur nombre.

Il existe alors deux réseaux : celui de haute tension, qui alimente les transformateurs, celui de basse tension qui est alimenté par eux. L'étude de la distribution est alors double, puisque les transformateurs sont des appareils de réception par rapport au premier, et sont au contraire des sources par rapport au second. Les principes généraux de la distribution en réseau sont toujours applicables. Cependant il peut arriver que les pertes sur le résean primaire soient si faibles, que l'on puisse se dispenser du système de réseau et artères, et que l'on puisse traiter ce cas de la manière la plus simple.

Les transformateurs à courant continu étant des machines en mouvement, sont toujours groupés dans des usines secondaires où la surveillance est facile, et où un certain réglage peut toujours s'effectuer. Lorsqu'il s'agit au contraire de courants alternatifs, les transformateurs, immobiles, sont logés chez l'abonné. Dans ce dernier cas, il peut être employé deux modes de faire : ou bien chaque transformateur n'alimente qu'un réseau distinct, de petite étendue, correspondant par exemple à un seul abonné, ou, au contraire, on peut avoir un réseau secondaire général, sur lequel sont branchés tous les transformateurs. Chacun de ceux-ci constituant une source, et celles-ci étant en nombre considérable, on comprend que dans ce dernier cas, l'équilibre du réseau secondaire est facilement obtenu, en même temps que son poids est réduit au strict nécessaire.

Il est à peine besoin de faire remarquer que les dispositions à trois fils sont également applicables à ces circuits. En général on ne les applique pas aux circuits primaires ; mais certains transformateurs ont le milieu de leur fil induit réuni à une borne spéciale, ce qui permet l'application de ce système aux distributions secondaires.

Distribution avec accumulateurs. Un certain nombre d'usines ont été montées avec accumulateurs, en raison des facilités qui résultent de leur emploi.

Si l'accumulateur était, comme le gazomètre, un réservoir parfait, on pourrait l'employer comme tel, et maintenir une indépendance absolue entre la production et la consommation de l'électricité. Ceci présenterait de nombreux et importants avantages. En effet, le matériel mécanique d'une usine centrale à distribution directe doit être d'une importance telle qu'il puisse satisfaire à la demande maximum, de si courte durée que puisse être cette demande. Or, il suffit de jeter les yeux sur une courbe de consommation relevée à l'ampèremètre enregistreur pour voir combien ce maximum est disproportionné avec la valeur moyenne. En général il est à peu près huit fois plus élevé.

La consommation pourrait donc être alimentée par un matériel quatre fois moindre, travaillant seulement 12 heures par jour si l'emmagasinement se faisait sans perte. De plus, les machines et chaudières pourraient être constamment utilisées à leur plein régime, qui est le plus favo-

rable à leur rendement. Enfin on pourrait éviter toute marche de nuit, ce qui contribuerait à faciliter le service et la surveillance.

Mais l'accumulateur est un réservoir qui met en jeu des actions chimiques, et son rendement n'est pas en général supérieur à 0.75. La destruction assez rapide qui provient de leur fonctionnement tend à en limiter l'emploi dans une assez grande mesure, et en outre, leur présence n'est pas sans causer quelques nouvelles difficultés relativement à la régulation.

Le rôle des accumulateurs est donc celui d'un réservoir temporaire, destiné à régulariser la production et il faut les employer avec mesure sous peine de rencontrer dans des inconvénients nouveaux une compensation de ceux qu'on aura évités. Les accumulateurs sont toujours groupés dans des stations secondaires où la présence d'un surveillant est nécessaire pour assurer la régulation. Le choix de l'emplacement de ces sous-stations et du système de canalisation à adopter reste entièrement soumis aux considérations développées plus haut.

En général, plusieurs de ces sous-stations sont groupées en série sur le conducteur de charge qui est unique. Ainsi quatre stations pourront être alimentées par une distribution primaire à 500 volts. D'où une notable économie de câble. Les conducteurs qui alimentent les lampes de ces stations, qu'on peut encore par extension appeler *secondaires*, peuvent alors présenter, avec la terre, des différences de potentiel qui atteignent toutes les valeurs entre 0 et 250 volts. Il en résulte que ces fils doivent être très isolés, et, qui plus est, posés avec un soin spécial afin d'éviter les chances de fuite et les accidents qui pourraient s'en suivre. C'est là une nouvelle contre-partie de l'économie sur le conducteur primaire et l'amélioration du service de l'usine.

La « Société anonyme pour la transmission de force » prévient en partie cet inconvénient, en intercalant entre le primaire et les accumulateurs, des transformateurs tournants. Les circuits secondaires sont alors soumis à des tensions moindres : la force électro-motrice primaire peut être plus élevée, mais il y a une forte augmentation de matériel et une diminution de rendement.

On voit par ce qui précède combien sont complexes les combinaisons auxquelles peut recourir l'ingénieur électricien, et aussi combien sont nombreuses les considérations dont il doit tenir compte. La meilleure solution dépend de l'appréciation exacte des conditions locales de l'exploitation. Elle est donc contingente et non absolue comme on le croit encore trop souvent.

Après cette rapide revue des modes de distribution, il convient d'envisager, plus proprement, la canalisation, c'est-à-dire les procédés employés pour la pose des conducteurs.

Canalisations aériennes. Les canalisations sont aériennes ou souterraines. Les canalisations aériennes pour les courants faibles jusqu'à 50 ampères environ peuvent se faire en suivant les procédés habituels de pose des conducteurs télégraphiques. On emploiera du fil en cuivre plus ou moins résistant mécaniquement, selon la résistance électrique que l'on pourra se permettre. On aura soin seulement de proportionner l'écartement et les points d'appui des supports aux conditions mécaniques du fil choisi.

La pose se fait sur isolateurs en porcelaine à double cloche, que l'expérience a prouvés efficaces jusqu'à des tensions de 2,500 volts. Toutefois on peut aussi employer avec succès les isolateurs en grès cérame à réservoir d'huile (fig. 465) qui ont aussi donné d'excellents résultats d'isolement par tous les temps. Lorsque l'intensité des courants exige l'emploi de véritables câbles, il faut alors séparer les fonctions mécanique et électrique ; et demander la résistance mécanique à un fil d'acier, auquel sera suspendu ou attaché le conducteur électrique qui sera alors en cuivre de la plus haute conductibilité. Il n'y a d'ailleurs rien de particulier dans la pose de ces lignes. On devra seulement avoir soin de faire les pénétrations dans les bâtiments par câbles remontant de bas en haut, pour éviter l'introduction de la pluie.



Fig. 465.

Canalisations souterraines. Celles-ci sont beaucoup plus délicates, en raison des chances de contact avec la terre, qui se multiplient considérablement.

Pour les basses tensions et les grands débits, on s'est fort bien trouvé, à Paris, de combiner en quelque sorte un système aérien sous terre. A cet effet, on a placé dans les tranchées des caniveaux en ciment, béton ou terre cuite, selon les dimensions, dans lesquels étaient scellés les supports d'isolateurs en porcelaine. Ceux-ci, d'un fort échantillon, sont surmontés d'une tête en fonte formant fourche, et où viennent s'engager un ou plusieurs câbles superposés. Des brides les y maintiennent en place. Les câbles sont nus ; et l'expérience a montré qu'ils étaient restés jusqu'ici inattaqués et parfaitement secs pourvu qu'on assure l'écoulement de l'eau qui, d'ailleurs, ne pénètre dans les caniveaux que par accident.

Les canalisations à haute tension nécessitent une isolation continue. Il faut se garantir contre plusieurs sortes d'accidents : d'abord, les coups de pioche ou de pelle, puis l'arrivée de l'eau au contact du conducteur, enfin les fuites qui pourraient se produire par la rupture du diélectrique, sous l'effort des tensions auxquelles il est soumis. Aujourd'hui que l'on parle de canalisations à 10,000 volts, cette dernière considération commence à prendre une importance qu'elle n'avait pas il y a seulement quelques années.

La protection contre les coups est assurée par une enveloppe extérieure qui sera soit le caniveau lui-même si on l'emploie, soit une armature en forts fils de fer recouvrant le câble, s'il est destiné à être posé en pleine terre.

L'étanchéité est assurée le plus souvent par une gaine de plomb, posée sur le câble, soit par étirage soit par fusion directe et compression à la

presse hydraulique. L'enveloppe de plomb est indispensable pour recouvrir tous les isolants fibreux, quelle que soit d'ailleurs l'imprégnation de matières isolantes qu'ils aient pu subir.

L'isolement électrique est assuré par une couche d'épaisseur convenable d'un diélectrique. On emploie la gutta-percha, le caoutchouc, et les matières fibreuses imprégnées de diverses substances isolantes telles que la paraffine, l'ozokérite, etc. La gutta-percha est rarement employée à cause de son ramollissement trop facile sous l'action d'une faible chaleur. Le caoutchouc est la matière isolante par excellence des conducteurs souterrains. Il n'a contre lui que son prix élevé, mais il dispense de la gaine de plomb.

Les matières fibreuses imprégnées d'isolant ont donné lieu à quelques mécomptes dont la cause n'a pu être établie avec certitude. Elles sont économiques, mais présentent assurément moins de garanties que le caoutchouc. On peut les employer pour les câbles à basse tension posés en pleine terre.

Branchements et raccords. Les branchements et raccords sont les points faibles de toute canalisation. Ils peuvent se faire par soudure directe ou par boîtes de branchement. La soudure directe nécessite pour les raccordements des différentes couches du câble des précautions très minutieuses. Facile à faire en atelier, elle est très délicate lorsqu'elle doit être faite sur les chantiers de pose et dans des conditions souvent très défavorables.

La boîte de jonction ou de branchement donne plus de sécurité mais coûte davantage. Elle devra être soigneusement séchée et remplie de matière isolante.

Isolement d'un réseau. La mesure de l'isolement d'un réseau est une de celles qui sont les plus importantes : si elle est effectuée régulièrement, elle permet de découvrir à temps les défauts qui peuvent se déclarer et souvent de les localiser au point d'en rendre la réparation très facile. On trouvera à l'article ISOLEMENT un exposé des méthodes de mesure et de recherche à employer dans ce but. Dans toutes les installations des mesures doivent être prises fréquemment ; et il est bon d'employer les appareils dits *indicateurs de terres* qui avertissent par un signal optique ou acoustique, de l'existence d'un défaut. — R.-V. P.

• **DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE.** La distribution de l'énergie à distance peut s'effectuer par huit systèmes différents, ou plutôt sous huit formes différentes selon la nature de l'agent producteur employé.

1° *Transmission de l'énergie développée par moteurs.* La force motrice développée par les moteurs quelconques, depuis le moteur animé jusqu'aux moteurs hydrauliques et à vapeur les plus puissants, se transmet, soit *directement* par des organes mécaniques tels que bielles, manivelles, engrenages, etc., soit *indirectement* par courroies pour de petites distances, et par câbles pour de plus grandes distances. Tous ces moyens sont connus et nous n'avons pas à les décrire ici Toutefois ils ne conviennent que pour une distribution confinée dans les limites d'une usine, d'un atelier ou d'un chantier, et ne peuvent constituer par conséquent un mode de distribution de l'énergie à toutes distances. Une des plus remarquables applications de la transmission par câbles télédynamiques a été réalisée avec succès à Belgrade, au lieu célèbre sous le nom de *Perte du Rhône*, où de nombreuses usines sont actionnées par les chutes puissantes que produit le fleuve en disparaissant dans le gouffre où il se perd pour reparaître plus loin.

2° *Distribution par la vapeur.* La transmission de l'énergie au moyen de la vapeur pour un travail mécanique ne se fait généralement que dans les limites d'une usine, ou, quand elle s'applique au chauffage, dans les limites d'un établissement ou d'un édifice quelconque.

On a essayé récemment à New-York une distribution de chaleur au moyen d'un réseau souterrain de conduites distribuant de la vapeur dans diverses directions et à grande distance. Mais on a bientôt reconnu de graves inconvénients causés par les condensations de vapeur, et par l'échauffement du sous-sol aux dépens de la chaleur transportée dans les canalisations souterraines. Cette perte de chaleur se traduisait par un échauffement considérable des caves et des conduites d'eau dans le voisinage desquelles passaient les tuyaux de vapeur. On ne recommencera sans doute pas une tentative qui paraît condamnée d'avance à un insuccès inévitable.

3° *Distribution par le gaz.* On connaît trop bien les conditions dans lesquelles se distribuent la lumière et la force motrice par le gaz pour que nous nous arrêtions sur ce système. Nous nous bornerons seulement à faire observer que c'est parmi les divers modes de distribution de l'énergie l'un des plus avantageux, des plus pratiques, et se prêtant le mieux à une grande multiplicité d'applications. C'est aussi un des plus économiques, un des meilleurs au point de vue du rendement du calorique transformé en force motrice. — V. MOTEUR A GAZ.

4° *Distribution par l'air comprimé.* Ce mode de distribution se fait au moyen de canalisations souterraines pour les transmissions à grandes distances, et reçoit en ce moment un développement considérable dans Paris, dans quelques grandes villes de l'étranger, bien qu'il soit peut-être l'un des moins économiques. La description de ce système est l'objet d'un article spécial qu'on trouvera dans ce volume sous le titre de DISTRIDE L'AIR COMPRIMÉ.

5° *Distribution par l'air raréfié.* Ce système n'est guère connu qu'à Paris, où il a été appliqué pour la transmission de la force motrice dans le quartier du Marais, au moyen d'une canalisation souterraine partant d'une usine centrale.

Les détails de cette installation sont décrits dans ce volume dans l'article spécial DISTRIBUTION DE LA FORCE MOTRICE PAR L'AIR RARÉFIÉ.

6° *Distribution par l'eau sous pression.* Nous arrivons ici à un mode de distribution dont les exemples sont déjà nombreux et qui peut être

susceptible d'applications importantes. Nous citerons, entre autres, la distribution de force motrice par l'eau sous pression établie à Genève sous la direction habile de M. Turettini ; la distribution de la ville de Verviers, où l'eau du barrage de la Vesdre sert à distribuer aux industriels la force motrice utilisée pour le travail des laines et la fabrication du drap ; la distribution de force motrice faite à Londres par la Hydraulic Power Company. Des projets du même genre ont été élaborés pour la ville de Bruxelles par M. Van Rysselberghe, et pour la ville de Saint-Etienne par M. Clermont. Ce dernier projet a été exposé avec tous ses détails par MM. Cernesson et Clermont dans un Rapport ayant pour titre *Utilisation des forces hydrauliques rendues disponibles par les travaux d'aménagement des eaux d'alimentation* de *Saint-Etienne*, publié en octobre 1889.

Divers genres de moteurs sont appliqués à la production de la force motrice par l'eau sous pression. — V. Moteur a eau.

Nous trouvons dans le *compte-rendu du service des eaux de la ville de Genève* pour l'année 1885 les renseignements suivants sur le coût de la force motrice par année et par cheval :

Chevaux	Coût en francs pour un nombre d'heures de marche de			
	10	11	12	14
	francs	francs	francs	francs
5	465 »	495 »	525 »	700 »
4	490 »	525 »	560 »	750 »
3	540 »	570 »	600 »	800 »
2	595 »	622 50	650 »	865 »
1	650 »	675 »	700 »	950 »

7° *Distribution par l'eau chaude.* Cette forme de distribution de l'énergie à l'état de calorique n'est généralement employée que pour chauffer des habitations, des édifices, des établissements industriels. On en a fait une application à Boston pour transmettre par une canalisation souterraine la chaleur à des maisons, à des ateliers et des machines à vapeur.

8° *Distribution de l'énergie par l'électricité.* Ce mode de distribution qui, a fait l'objet d'un article spécial (V. Distribution d'électricité), se prête parfaitement à une transmission à distance aussi bien pour l'éclairage que pour la force motrice et les actions électro-chimiques. Il y a là évidemment un vaste champ d'exploitation, et déjà un certain nombre de villes d'Amérique et du continent européen possèdent des distributions de force motrice par l'énergie électrique. La ville de Genève présente une intéressante application de ce système, comprenant plus de 170 moteurs électriques de 1 à 70 chevaux, répartis dans une zone d'environ 2 kilomètres de rayon autour de l'usine centrale située sur le Rhône à sa sortie du lac. Citons encore comme exemple d'une des plus importantes installations, l'utilisation des chutes du Niagara transmettant à Buffalo, à une distance de 32 kilomètres, une force motrice d'environ 10,000 chevaux au prix de revient de 76 fr. 50 par cheval et par an.

D'après l'*Institution of Mechanical engineers* de Londres, nous reproduisons ci-dessous deux tableaux qui donnent, le premier, les prix d'installation en francs pour des transmissions à des distances de 100, 1,000, 10,000 et 20,000 mètres ; et le second la comparaison des frais d'exploitation par cheval-heure, selon qu'on produit la force motrice par la vapeur ou par une chute d'eau.

Premier Tableau. — *Prix d'installation.*

Puissance à transmettre en chevaux	Système de distribution	Distance de transmission en mètres			
		100	1.000	10.000	20.0
5 chevaux.	Electrique	1f883	2f105	31693	5f461
	Hydraulique	1.065	2.522	15.865	33.292
	Pneumatique	1.898	5.461	28.351	53.579
	Par câbles	0.169	1.585	19.766	31.732
100 chevaux.	Electrique	0.832	0.909	1.534	2.263
	Hydraulique	0.364	0.728	4.266	8.062
	Pneumatique	0.775	0.884	2.834	4.971
	Par câbles	0.284	0.218	2.105	4.211

Deuxième Tableau. — *Frais d'exploitation.*

Puissance transmise	Système de distribution	Machine à vapeur Distance de transmission				Chute d'eau Distance de transmission			
		100	1.000	10.000	20 000	100	1.000	10.000	20.000
5 chevaux.	Electrique	0f224	0f240	0f328	0f518	0f034	0f039	0f051	0f082
	Hydraulique	0.249	0.314	1.048	1.897	0.047	0.047	0.246	0.478
	Pneumatique	0.269	0.329	0.252	1.668	0.040	0.057	0.240	0.444
	Par câbles	0.112	0.187	1.039	2.267	0.010	0.030	0.249	0.484
100 chevaux.	Electrique	0.178	0.190	0.263	0.408	0.019	0.023	0.031	0.048
	Hydraulique	0.161	0.177	0.414	0.682	0.015	0.019	0.072	0.013
	Pneumatique	0.199	0.208	0.310	0.448	0.021	0.023	0.047	0.032
	Par câbles	0.106	0.121	0.881	0.971	0.007	0.010	0.047	0.119

Ces chiffres peuvent n'être pas encore l'expression rigoureuse des résultats les plus avantageux, mais ils donnent des éléments de comparaison qu'il est intéressant de signaler dès à présent. — G. J.

DISTRIBUTION DU GAZ. Nous avons déjà traité dans le *Dictionnaire*, aux articles CANALISATION et GAZ D'ÉCLAIRAGE, les principales questions qui se rattachent à la distribution du gaz, la nature et les dimensions des tuyaux à employer, les pentes à observer, les siphons, l'essai des conduites, etc. Nous nous bornerons donc à ajouter ici quelques renseignements complémentaires sur la recherche des fuites dans les canalisations, et sur l'installation des branchements.

Recherche des fuites. On ne peut admettre qu'une canalisation, si bien posée qu'elle ait été dès le début, soit complètement exempte de fuites; les tassements du terrain sont une de leurs causes les plus fréquentes; les variations de température, les altérations des joints par les trépidations du sol, les ruptures des tuyaux par suite de chocs ou de fortes gelées, les défectuosités du raccordement des branchements, sont autant de causes qui contribuent à occasionner des pertes plus ou moins considérables dans les canalisations.

L'évaluation des fuites se fait généralement en tant pour cent du chiffre de la fabrication ou de la consommation; une bonne canalisation ne doit pas perdre plus de 8 à 10 0/0 de l'émission totale; quand les pertes dépassent la limite de 15 0/0, la canalisation doit être considérée comme réellement défectueuse, et le problème de la recherche et de la réduction des fuites s'impose à l'attention du directeur d'usine à gaz.

Cette question comprend deux éléments distincts : 1° *le sectionnement du réseau*, 2° *la détermination des points précis* où existent les fuites. Le sectionnement du réseau a pour objet de le diviser en un certain nombre de parties qu'on peut, à volonté, isoler et rendre indépendantes les unes des autres. On restreint ainsi l'étendue du périmètre dans lequel on doit rechercher l'existence des fuites, et quand on a ainsi opéré sur une section déterminée, il ne s'agit plus que de rechercher en quels points de cette section se trouvent les fuites dont on a constaté l'existence.

Parmi les moyens employés pour diviser un réseau de conduites en plusieurs sections indépendantes nous ne signalerons que les robinets-vannes, le *syphon isolateur* de M. Gibault, et les *robinets isolateurs hydrauliques* de M. G. Jouanne. Ces derniers appareils se plaçant à l'origine des ramifications principales des conduites, permettent de les isoler par portions aussi restreintes qu'on le désire. Pour constater l'existence des fuites et pour en déterminer l'importance, le mode d'opération est simple : quand on a établi la pression normale dans la section qu'on veut éprouver, on ferme les robinets isolateurs qui la mettent en communication avec le reste du réseau, puis on observe un manomètre branché directement sur la portion de conduite isolée; si le niveau de l'eau ne subit pas de variation, la section de conduite est étanche; si le niveau s'abaisse plus ou moins rapidement, on en conclut qu'il existe des fuites d'autant plus considérables que l'abaissement du niveau manométrique a été plus rapide.

Quand on a ainsi constaté l'existence de fuites dans une section, il s'agit de rechercher les points où elles existent. L'observation de la décroissance des pressions donne parfois une indication suffisante; mais le plus souvent on est obligé de recourir à des *sondages* pratiqués dans le sol, aussi près que possible des conduites, permettant de reconnaître, par l'odeur qu'elles dégagent, les fuites qui existent sous le sol des voies canalisées. Quelquefois on introduit un tube dans le trou de sonde et on perçoit l'odeur de gaz à son extrémité supérieure. On va même parfois jusqu'à essayer d'enflammer le gaz au bout du tube, mais c'est presque toujours une imprudence que nous conseillons bien de ne pas commettre. Un moyen ingénieux, mais délicat, a été signalé depuis quelques années par M. le Dr Bunte, en Allemagne, et rendu pratique par M. Schauffler en France : ce moyen est basé sur l'action réductrice qu'exerce l'oxyde de carbone contenu dans le gaz sur la solution de chlorure de palladium; le perfectionnement apporté par M. Schauffler à cette méthode consiste dans l'emploi d'un mélange de chlorure de palladium (PdCl), et pour augmenter la sensibilité du réactif, de chlore d'or (AuCl), dans les proportions suivantes :

$$\left.\begin{matrix} 3^{g},75 \text{ de PdCl} \\ 1^{g},25 \text{ de AuCl} \end{matrix}\right\} \text{pour 1 litre d'eau.}$$

Quand on soupçonne l'existence d'une fuite en un point déterminé, on pratique dans le sol un trou d'un diamètre convenable avec une sonde, et on introduit dans ce trou un tube en fer de 27 millimètres de diamètre contenant un tube en verre de 15 à 20 centimètres de long dans lequel on place une petite bande de papier (non collé) trempé dans la solution d'*or-palladium* : s'il y a fuite de gaz, l'oxyde de carbone (qui existe en plus ou moins grande quantité dans le gaz d'éclairage) brunit ou noircit la bande de papier; avec une certaine habitude on peut juger de l'importance de la fuite par la teinte de cette bande. Toutefois, pour que l'essai soit concluant, il faut s'assurer préalablement que la présence de l'oxyde de carbone dans le sol n'est pas due à une autre cause étrangère au gaz d'éclairage, telle que des émanations de fosses d'aisances, de fumiers, de fumées de cheminées, etc.

Dans les grandes villes où existe un réseau souterrain d'aqueducs spacieux, on installe assez fréquemment les conduites de gaz et d'eau dans ces aqueducs, ce qui rend la recherche des fuites et leur réparation toujours faciles.

Branchements. Les branchements destinés à alimenter les maisons où l'on fait usage du gaz sont généralement en plomb. Leurs dimensions doivent être en rapport avec le nombre de becs à éclairer, si l'on ne veut pas s'exposer à une insuffisance d'alimentation. On adopte généralement les proportions suivantes, dont la pratique a consacré l'usage :

Longueur de la conduite en mètres	Nombre de becs à 140 litres de consommation par heure pouvant être alimentés par les diamètres ci-dessous							
	10m m	12m m	16m m	20m/m	25m m	30m m	40m/m	55m m
4	3	8	16	25	50	100	150	320
6	2	6	13	20	40	80	120	260
8	2	5	10	15	32	64	100	220
10	1	4	8	13	25	50	80	180
15	1	3	5	9	20	40	60	155
20		2	5	8	17	35	55	132
25		1	4	7	15	30	50	120
30		1	4	6	12	25	45	112
35			3	5	11	22	40	103
40			2	4	10	20	35	96
45			2	4	9	19	30	88
50			1	3	8	17	28	80
60				3	7	16	26	70
70				2	6	15	24	65
80				2	5	14	22	60
90				1	4	13	20	55
100				1	3	12	18	50
150					2	9	15	43
200					1	8	13	36
250						7	12	30
300						6	11	25

Les tuyaux de distribution à l'intérieur des habitations doivent aussi être toujours proportionnés au nombre de becs à éclairer.

On adopte généralement les dimensions suivantes pour la distribution intérieure, à partir du tuyau du plafond :

Pour. 1 bec . . . . . 0m,010 à 0m,013
— 2 à 5 becs. . . . . 0m,016 à 0m,020
— 6 à 10 — 0m,027
— 11 à 20 — 0m,034
— 21 à 30 — 0m,040
— 30 à 50 — 0m,054

Il existe à Paris un règlement édicté par la Préfecture de police, dont les prescriptions peuvent servir de guide pour toutes les installations de ce genre. — G. J.

●***DUBRUNFAUT** (AUGUSTIN-PIERRE), chimiste, né à Lille en 1797, fut un des premiers à sentir l'importance de la chimie industrielle, et à l'enseigner. Professeur à l'école de commerce de Paris, il donna sa démission en 1833, pour mettre en pratique ses études, particulièrement ses théories sur les sucres de betteraves. Il a remporté plusieurs médailles à la Société d'agriculture et à la Société d'encouragement, et une médaille d'honneur à l'Exposition universelle de 1855. Il a écrit plusieurs volumes sur l'industrie sucrière : *De la fabrication du sucre de betteraves* (1822) ; *De l'art de la distillation* (1824) ; *La vigne remplacée par la betterave pour la production des alcools* (1845) ; *Sucrage des vendanges* (1854) ; *Notice historique sur la distillation des betteraves* (1856) ; *L'Osmose et ses applications industrielles* (1873) ; *Le sucre dans ses rapports avec la science, l'agriculture, l'industrie, le commerce, l'économie politique et administrative* (1873), etc. On lui doit encore, parmi ses autres applications de la chimie, la fabrication des acides par distillation à l'aide de la vapeur surchauffée, des procédés de fabrication de glucose et de prussiate, et la méthode d'analyse osmique. Il était chevalier de la Légion d'honneur depuis 1861.

●***DU MONCEL** (THÉODORE-ACHILLE-LOUIS, comte), physicien, né à Paris en 1821, s'occupa tout d'abord de voyages dans le récit desquels perçait néanmoins ses goûts scientifiques ; il a publié en 1846, *De Venise à Constantinople à travers la Grèce* avec de grandes planches ; il s'est presque constamment occupé d'archéologie ; il était un des rédacteurs des *Annales archéologiques*. Mais, dès les débuts de l'électricité industrielle, il s'est attaché à cette science et s'y est fait une brillante spécialité. Parmi les instruments qu'il a inventés ou perfectionnés, nous citerons l'anémographe électrique à calculateur, le moniteur électrique pour les trains en mouvement employé par toutes les compagnies de chemins de fer, un télégraphe imprimeur, le régulateur électro-automatique de la température, le mesureur électrique à distance. Ingénieur électricien des lignes télégraphiques, il a inventé encore de nombreuses améliorations de détail qui ont rendu des services inappréciables. Il a été un des premiers, et un des plus savants rédacteurs de notre *Dictionnaire de l'industrie et des arts industriels*. On lui doit, parmi ses nombreux ouvrages, que nous ne pouvons citer tous ici : *Exposé des applications de l'électricité* (1855), 3 vol. in-8°, ouvrage longtemps classique ; *Etude du magnétisme et de l'électro-magnétisme au point de vue des applications électriques* (1857) ; *Etude des lois des courants électriques au point de vue des applications électriques* (1860) ; *Mémoire sur les courants induits des machines magnéto-électriques* (1860) ; *Traité théorique et pratique de télégraphe électrique* (1864) ; *Notice sur le câble transatlantique* (1869) ; *Recherches sur les électro-aimants* (1871) ; *Origines de l'induction* (1873) ; *Des éléments de construction des électro-aimants* (1874) ; *Du rôle de la terre dans les transmissions télégraphiques* et plusieurs ouvrages de vulgarisation. Il avait été élu membre de l'Académie des sciences en 1874 en remplacement de Roulin, il était officier de la Légion d'honneur depuis 1866, et directeur perpétuel de la Société nationale des sciences naturelles de Cherbourg.

●***DUMONT** (AUGUSTIN-ALEXANDRE), sculpteur, né à Paris en 1801, mort en 1884, était fils du statuaire Jacques-Edme Dumont. Elève de Cartellier et de l'Ecole des Beaux-Arts, il partagea le premier prix de Rome avec Duret en 1823, il envoya de Rome *Jeune faune jouant de la flûte, Alexandre étudiant pendant la nuit*, placé au musée de Saint-Omer, l'*Amour tourmentant l'âme sous la forme d'un papillon*, au Luxembourg, *Leucothée et Bacchus*, enfin différents bustes de *Pierre Guérin*, pour l'école française de Rome, et plus tard pour Saint-Louis-des-Français et pour le Louvre. De retour en France en 1832, Dumont devint un des plus féconds parmi nos sculpteurs officiels. Nous citerons, parmi les commandes qu'il exécuta durant sa longue carrière : *la Justice*, pour la Chambre des députés ; *N. Poussin*, pour l'Institut ; le *Génie de la liberté*, placé au sommet de la colonne de

Juillet, une de ses œuvres les plus populaires ; *François Ier* et *Louis-Philippe*, pour le musée de Versailles ; *une Vierge*, pour N.-D. de Lorette ; *Sainte-Cécile*, pour la Madeleine ; *la Sagesse*, pour le tombeau de son maître Cartellier ; *Jeune femme*, étude, au Luxembourg ; le *maréchal Bugeaud*, pour son monument à Angers ; *le Commerce*, pour la Bourse de Paris ; le *Napoléon Ier* en empereur romain de la colonne Vendôme, et un grand nombre de bustes pour Versailles, pour la Bibliothèque nationale, ainsi que des groupes pour le nouveau Louvre : la *Gloire* et l'*Immortalité*, la *Guerre* et la *Paix*, la *Sculpture* et l'*Architecture*, et la *Prudence* et la *Vérité*, au nouveau Palais de Justice de Paris.

Après une première médaille en 1831, pour *Leucothée et Bacchus*, Dumont avait remporté la médaille d'honneur à l'Exposition universelle de 1855. Il était membre de l'Institut, où il avait remplacé Ramey en 1838, professeur à l'Ecole des Beaux-Arts dès sa réorganisation en 1863, et commandeur de la Légion d'honneur depuis 1870.

•* **DUPUY DE LÔME** (Stanislas-Charles-Henri-Laurent), ingénieur, né à Plœmeur (Morbihan), en 1816, était fils d'un ancien capitaine de vaisseau et fut destiné à la marine. Il y entra par l'Ecole polytechnique, en 1835. Déjà remarqué dans les bureaux du génie, on lui confia en 1845 une mission qui lui indiqua sa véritable voie ; il rapporta d'Angleterre des notes et des dessins sur les premiers navires en fer, et revint en France pour diriger dans le sens de ces travaux la reconstruction de notre flotte à Toulon. En même temps il s'occupait de la réorganisation de nos grands ports, afin de les mettre à même de suivre les nécessités des progrès maritimes. C'est ainsi qu'il agrandit les bassins et les ateliers de Toulon, et créa une seconde fois, pour ainsi dire, les chantiers de construction de la Ciotat. Dès 1853 il était ingénieur de première classe, et fut appelé depuis aux plus hautes fonctions administratives : chef de la direction du matériel au ministère, conseiller d'état, commissaire du gouvernement, etc.

Mais ce qui a créé surtout à Dupuy de Lôme une popularité, c'est la transformation, dès les premiers essais de blindage, de notre marine de guerre. Déjà son premier navire de guerre à grande vitesse, le *Napoléon*, avait fait grand bruit en se montrant supérieur aux meilleurs vaisseaux anglais (1852) ; mais son succès fut plus grand encore lors des essais de la frégate cuirassée *la Gloire ;* le retentissement fut énorme en Europe, l'Angleterre prit l'alarme, et pourtant ne put créer pendant bien longtemps un type supérieur au nôtre. C'est aussi Dupuy de Lôme qui donna le modèle des paquebots des *Messageries maritimes*, et en 1873 il soumit à l'Académie des sciences un projet de navire pouvant recevoir un train entier, qui parut alors une folie, et qui est cependant devenu d'une application courante. On lui doit encore un type de bateau à vapeur pour rivières. Il a publié en 1843 un ouvrage sur les constructions maritimes en fer.

Candidat officiel en 1869, élu député par la circonscription de Lorient, il n'avait cessé depuis de faire de la politique favorable aux idées impérialistes. Il fut en 1870 membre du comité de défense de Paris où il s'occupa beaucoup, mais inutilement, de la direction des ballons. Il fut élu en 1877 sénateur inamovible.

Il était membre de l'Académie des sciences depuis 1866, et grand officier de la Légion d'honneur depuis 1863.

•* **DURAND-CLAYE** (Alfred), ingénieur éminent, né à Paris en 1841, mort en 1888, entra à l'Ecole polytechnique en 1861 avec le numéro 1 et sortit également le premier de l'Ecole des ponts et chaussées en 1866. Il débuta, pendant qu'il était encore à cette Ecole, par établir une nouvelle méthode pour le tracé de la courbe des pressions et la vérification de la stabilité des voûtes. A cette époque on ne connaissait guère que la méthode de Méry, où le tracé de cette courbe se faisait en supposant connus son point de départ et son point d'arrivée. Durand-Claye aborda le problème en étudiant le champ où la ligne des pressions se meut lorsqu'on fait sur ses points de départ et d'arrivée toutes les hypothèses possibles ; et la méthode à laquelle il fut conduit est devenue classique. Les études purement scientifiques tinrent toujours une large place dans sa vie. C'est ainsi qu'il fut chargé en 1868 du cours de stéréotomie et en 1869 de celui de perspective à l'Ecole des Beaux-Arts. En 1880, il succéda à Hervé-Mangon, comme titulaire de la chaire d'agriculture et d'hydraulique agricole à l'Ecole des ponts et chaussées.

Mais l'œuvre capitale d'Alfred Durand-Claye, celle à laquelle il a consacré la plus grande partie de sa vie, c'est la projection à l'égout de toutes les matières usées connue sous le nom de *tout à l'égout* et l'épuration des eaux d'égout par le sol, appliqués à l'assainissement de Paris et de la Seine. M. Mille, alors ingénieur en chef de la Ville, ayant reconnu le succès des applications de ce second procédé à l'étranger, chargea Durand-Claye de préparer un projet d'irrigations à l'eau d'égouts d'un champ d'expériences situé dans la plaine de Gennevilliers. Dès 1869 on se mit à l'œuvre, et après des études nouvelles exécutées par Durand-Claye et destinées à assurer le fonctionnement des pompes centrifuges employées pour le relevage des eaux d'égout, on commença à envoyer dans le champ d'expériences un volume de 50,000 mètres cubes d'eau par jour.

Ces essais rencontrèrent de vives oppositions, mais le succès récompensa les efforts des initiateurs et des agriculteurs qui acceptèrent les eaux qu'on dut tout d'abord leur offrir. Alfred Durand-Claye complétait en même temps ses études par de nombreux voyages d'où il rapportait un ensemble considérable d'observations pour lui permettre de dresser un projet définitif d'assainissement de la métropole. En 1881, il avait étudié les aménagements de Dantzig, de Berlin et de Breslau, et constaté tout le bénéfice que recueillait l'hygiène publique de la suppression des fosses fixes. D'autre part, Londres, qu'il avait visité à diverses re-

prises et nòtamment en 1882, lui avait suggéré l'idée de l'envoi direct à l'égout avec l'aide d'abondantes chasses d'eau. Le programme adopté par lui fut le suivant: 1° en ce qui concerne l'habitation, supprimer les fosses fixes, et n'admettre qu'à titre transitoire les systèmes autres que l'évacuation directe à l'égout de toutes les déjections diluées dans un très grand volume d'eau; 2° en ce qui concerne la Ville, compléter au plus vite la canalisation souterraine destinée à l'écoulement des vidanges; distribuer plus largement l'eau qui doit leur servir de véhicule, et employer la totalité de cette eau en irrigations. La presqu'île de Gennevilliers étant insuffisante pour épurer la totalité des eaux, Alfred Durand-Claye proposa d'employer comme surface additionnelle une partie des terrains domaniaux d'Achères, sauf à prolonger la canalisation et les distributions à l'aval. Ce projet a reçu la sanction du Parlement et va être prochainement exécuté.

La réputation d'Alfred Durand-Claye comme ingénieur sanitaire était universelle; aussi lui demandait-on d'un grand nombre de villes de l'étranger des plans d'assainissement.

Outre un grand nombre de distinctions honorifiques étrangères, A. Durand-Claye avait été nommé chevalier de la Légion d'honneur en 1875, puis officier en 1885.

Alfred Durand-Claye s'était fait l'apôtre de la grande œuvre d'assainissement que la mort seule l'a empêché de poursuivre jusqu'au bout. Orateur abondant, écrivain précis et habile, travailleur acharné, toujours prêt à la lutte, et puisant ses arguments dans une science tenue au courant de toutes les expériences et de tous les travaux relatifs à la solution magistrale qu'il appelait de ses vœux, il a publié un nombre considérable d'ouvrages destinés à répandre la lumière sur l'amélioration de l'hygiène municipale et à réfuter les nombreux préjugés de ses contradicteurs. Il a également laissé des écrits intéressants sur les questions de stabilité des voûtes, et un cour d'hydraulique agricole publié après sa mort. — G. R.

* **DYNAMO.** — V. Machine dynamo-électrique.

DYNAMOMÈTRE. *T. de mécan.* Nous avons étudié à ce mot du *Dictionnaire* les principaux types d'appareils servant à mesurer ou à enregistrer la valeur d'un effort ou même d'un travail mécanique déterminé. Nous n'avons à revenir sur cet article que pour signaler divers perfectionnements apportés à des appareils connus, et nous y ajouterons également la description de quelques dispositions intéressantes.

Parmi les dynamomètres proprement dits, formant en quelque sorte balances automatiques, nous avons signalé la balance Dujour qui se met d'elle-même en équilibre avec la charge qu'on veut évaluer, et en donne ainsi la mesure; cette balance est très répandue aujourd'hui pour la pesée des colis qu'elle permet de réaliser très rapidement dans les chemins de fer, et on la trouve installée dans un grand nombre de gares importantes. D'autres types de balances automatiques se sont aussi fort généralisés, notamment la balance de M. Chameroy, et on pourrait mentionner enfin le balances automatiques qu'on rencontre aujourd'hui dans tous les endroits publics, et qui font la perception des frais de pesage en même temps qu'elles fournissent l'indication du poids demandé. — V. Bascule.

Parmi les dynamomètres enregistreurs des efforts et des travaux mécaniques, nous avons distingué les dynamomètres de traction et ceux de rotation fonctionnant par transmission et par absorption.

Parmi les appareils de traction, le plus curieux est le pendule dynamométrique de M. Desdouits dont nous avons donné la simple description en l'absence d'expériences publiées; depuis lors, M. Desdouits a pu faire avec cet appareil de nombreuses recherches, exécutées dans les conditions les plus variées, pour déterminer les efforts moteur et résistant développés dans la marche des trains. Il a pu étudier complètement les arrêts, les efforts de mise en marche, le ralentissement, etc.; toutes ces expériences se sont trouvées grandement facilitées avec le pendule dynamométrique, car elles avaient lieu sur des trains en service, dans les conditions mêmes de l'exploitation courante, et n'exigeaient aucune préparation préalable, ni installation spéciale. On trouvera dans la *Revue générale des chemins de fer*, n° de mai 1890 et suivants, le compte rendu complet de ces curieuses recherches que nous ne pouvons reproduire ici, elles montrent tout ce qu'on peut tirer du pendule dynamométrique pour l'étude de la marche des trains.

Parmi les appareils mesureurs du travail de rotation, nous mentionnerons les nouveaux dynamomètres de transmission de M. le capitaine Leneveu, le dynamomètre à ressort de M. Parkinson, celui de M. Matter dont on trouvera la description dans les intéressantes études publiées par M. Richard dans la *Lumière électrique* (nos du 10 mai 1885 et du 11 mai 1889).

On a construit également des dynamomètres fondés sur la mesure de la tension effective de la courroie de transmission, cette tension étant déterminée elle-même par la différence entre la tension motrice et la tension résistance; tel est par exemple le dynamomètre de M. Vernon-Boys. On a pu aussi obtenir une mesure approchée du travail en partant du retard de la poulie conduite par rapport à la poulie motrice, et M. A. G. Meeze a fondé sur ce principe un dynamomètre ingénieux dont on trouvera également la description dans les savantes études de M. G. Richard. Il faut observer toutefois que ce retard ne saurait pas être rigoureusement proportionnel au travail transmis, car ce phénomène du retard est en réalité fort complexe, et il se produit toujours des glissements inévitables de la courroie sur la poulie. Quoi qu'il en soit, M. Meeze a pu se servir de ce dynamomètre pour mesurer l'énergie électrique absorbée par une résistance déterminée, dans les mêmes conditions que l'énergie mécanique.

Comme dynamomètre de torsion, nous citerons celui de M. Nielsen, et surtout celui de Curie qui a recours aux procédés optiques pour évaluer la torsion de l'arbre employé. Cet arbre est creux,

il reçoit à ses deux extrémités les deux poulies, l'une motrice et l'autre résistante, et c'est par la torsion qu'il subit qu'on apprécie le travail transmis. Cette torsion est mesurée elle-même par la déviation que subit le plan de polarisation d'un rayon de lumière monochromatique polarisée qui est dirigé dans l'axe de l'arbre creux, en traversant deux lames de quartz taillées parallèlement à l'axe optique et disposées aux deux extrémités du tube ainsi formé. On sait, en effet, que le plan de polarisation subit une déviation qui dépend de l'angle formé par les axes optiques des deux lames de quartz, et on démontre même qu'elle a une valeur double de cet angle. Cette déviation est modifiée aussitôt que l'arbre éprouve une torsion, elle permet ainsi de la mesurer et on en déduit par expérience le travail correspondant. On a là, en un mot, un procédé de mesure fondé sur les phénomènes d'optique et qui donne une précision bien supérieure à celle qu'on peut obtenir avec les dynamomètres ordinaires, mais l'inconvénient principal résulte de la délicatesse de l'instrument et de la précision des mesures qu'il exige.

Les freins d'absorption qui forment le type le plus fréquemment employé ont reçu de leur côté des perfectionnements intéressants qu'il convient de signaler plus longuement.

Le point auquel il faut s'attacher avec ce type de freins, pour assurer l'exactitude des résultats, c'est évidemment d'obtenir un coefficient de frottement bien constant pendant toute la durée de l'essai, car autrement les résultats se trouvent faussés par les variations dues à l'échauffement inévitable résultant du serrage même du frein. On réussit bien à combattre cet échauffement et à maintenir la température constante par une circulation d'eau lorsque le travail à absorber est peu important, mais au-dessus de 20 chevaux par exemple, il est préférable de recourir à un méca-

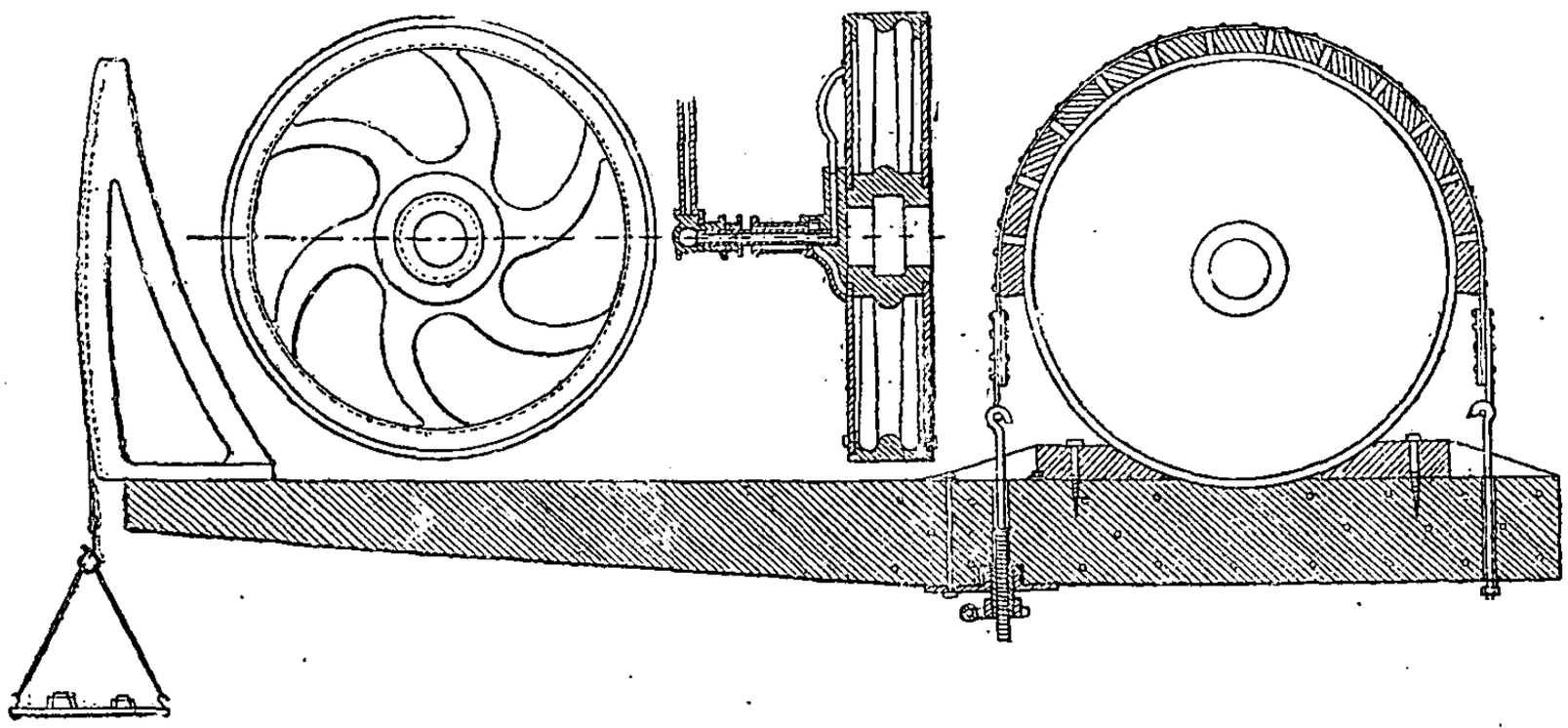


Fig. 466. — *Frein Weyher et Richmond. L'eau est amenée par un canal ménagé sur l'axe du frein, comme l'indique la coupe du milieu. Le bras de levier est terminé par un secteur qui en rend la longueur constante.*

nisme de compensation automatique capable de faire varier le serrage en sens inverse du coefficient de frottement.

Dans le frein de Prony, perfectionné par M. Thiébaud, on détermine une circulation d'eau constante dans des canaux ménagés à l'intérieur de la jante d'une poulie spéciale préparée à cet effet, et sur laquelle s'exerce l'action du frein.

Dans la disposition Weyher et Richmond, la poulie est munie de chaque côté de deux plaques de tôle, et on constitue ainsi une sorte de tambour à l'intérieur duquel s'établit la circulation de l'eau ; on arrive par suite, à prévenir toute projection qui serait de nature à modifier les conditions du frottement.

Le frein Weyher et Richmond qui est représenté dans la figure 466 comporte, en outre, comme on le voit, un bras de levier terminé par un secteur décrit de l'axe du frein comme centre, disposition qui rend ainsi la longueur du bras de levier sensiblement invariable malgré les oscillations.

M. Raffard combat les variations du coefficient de frottement au moyen de l'électricité en faisant porter, sur la jante du frein, l'armature d'un électro-aimant dont le courant varie en sens inverse du frottement.

La figure 467 représente le principe de cette disposition : le courant venant de la pile S traverse l'électro-aimant E dont les armatures forment les mâchoires du frein. Ces mâchoires sont reliées au balancier articulé *i* dont les oscillations sont déterminées d'après le serrage de ces mâchoires, et elles règlent ainsi elles-mêmes les variations du courant. Le balancier porte à cet effet la tige munie du plateau H qui oscille dans un cylindre vertical rempli de liquide, et le courant venant du fond *p* est transmis au plateau H, à travers une épaisseur variable de liquide. Un second cylindre K muni d'une seconde tige d'oscillation sert de cylindre amortisseur ; son action est aidée par un contrepoids.

On peut encore signaler un grand nombre de dispositions ayant pour but d'assurer le réglage automatique du frein, on les trouvera décrites dans les études de M. Richard déjà mentionnées,

et nous nous bornerons à citer quelques-unes des plus intéressantes.

Au lieu de se contenter de prendre deux sabots de frein comme dans la disposition de Prony, on peut employer une bande complète, formée de blocs de frein juxtaposés sans solution de continuité et faisant le tour entier de la poulie. Dans le frein Weyher et Richmond représenté plus haut, cette bande entoure la moitié du contour de la poulie. On obtient ainsi un frottement plus considérable qui permet de diminuer la longueur du bras de levier ou même de le supprimer tout à fait, en suspendant le poids de réglage sur la bande elle-même.

Cette disposition moins encombrante ne dispense pas toutefois du réglage pour les expériences un peu longues où on a à mesurer des efforts importants.

Les bandes du frein sont généralement en bois;

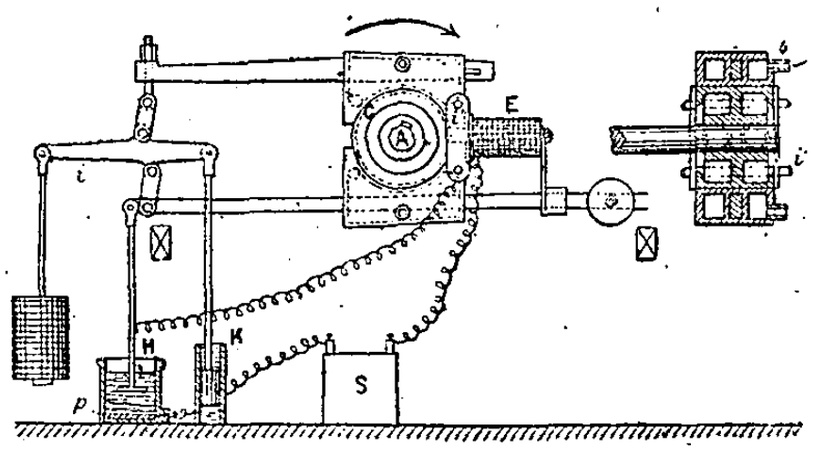


Fig. 467. — *Frein Raffard.*

E Electro-aimant servant à régler le serrage des freins 2, 3, autour de la poulie *A*. — *S* Pile motrice dont le courant traverse l'épaisseur variable de liquide comprise entre la plaque *p*, et le plateau de la tige *H*. — *K* Mécanisme de réglage automatique avec cylyndre amortisseur *K*.

mais comme le coefficient du bois varie par l'échauffement, il peut y avoir avantage à recouvrir ces blocs avec du cuir qui rend le frottement plus uniforme et plus doux, on pourrait même employer aussi, comme l'a proposé M. Byng, des blocs d'antifriction jointifs. On s'est servi également, pour la mesure des petits efforts, de cordes sèches enroulées autour de la poulie du frein, qui donnent ainsi un frottement bien régulier.

Comme frein d'absorption, il convient enfin de citer le frein Julian qui fonctionne par échauffement d'une masse d'eau déterminée, comme un véritable calorimètre. L'axe du frein porte, à cet effet, une série de palettes qui tournent dans un cylindre rempli d'eau et transforment ainsi en chaleur la résistance qu'elles rencontrent. Il faut avoir soin de régler le débit de l'eau de manière à ce que l'échauffement de la masse, renfermée dans le cylindre, ne dépasse pas une dizaine de degrés afin d'éviter les pertes par rayonnement; on peut modifier d'ailleurs la puissance du frein en faisant varier l'inclinaison des palettes.

Comme frein appliqué à la mesure de la puissance des machines électriques, nous citerons seulement l'appareil hydrostatique de M. Webb, où on opère, suivant l'idée émise par M. Desprez, sur une dynamo suspendue faisant ainsi elle-même équilibre, comme un frein, au couple résistant de son champ magnétique.

Dans le dynamomètre hydrostatique de M. Webb, qui est représenté figures 468 et 469, la dynamo est suspendue à deux flotteurs à compartiments étanches qui baignent dans des vases communiquants V V'. On ajoute au besoin des poids additionnels N sur le bâti de la dynamo, de façon à

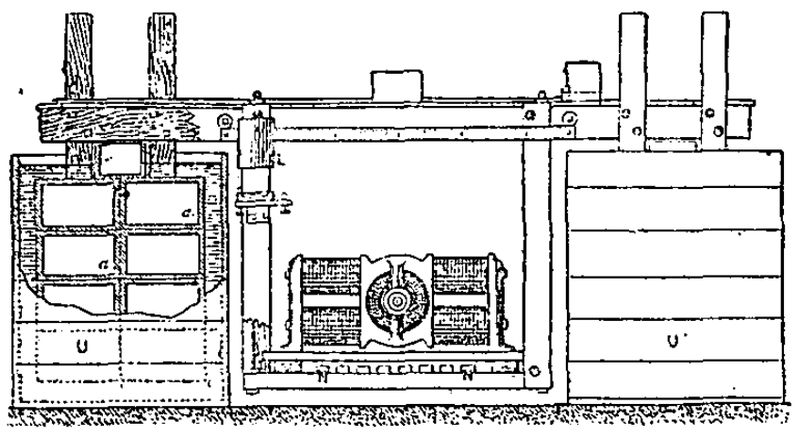


Fig. 468. — *Dynamomètre hydrostatique de Webb. Elévation.*

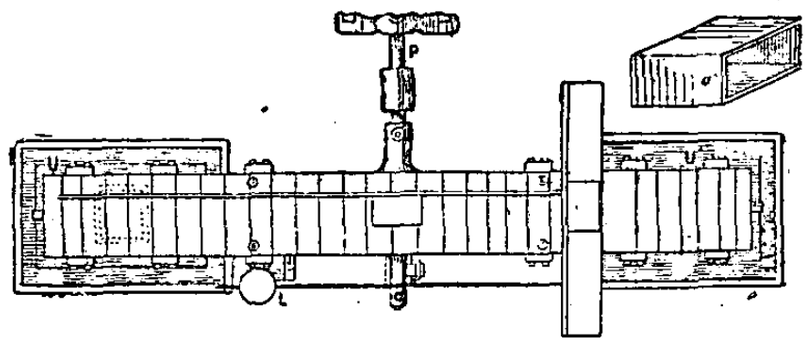


Fig. 469. — *Dynamomètre hydrostatique de Webb. Vue en plan.*

U U' Vases communiquants recevant les flotteurs *a* qui soutiennent la dynamo. — *N* Poids additionnels ajoutés au besoin sur le bâti de la dynamo. — *L* Curseur mobile sur l'échelle graduée servant à équilibrer le couple de rotation de la dynamo. — *P* Arbre de la dynamo.

conserver aux flotteurs un déplacement normal correspondant à la graduation de l'échelle. Les dénivellations qui se produisent sur les flotteurs au moment de la mise en marche de la dynamo indiquent la valeur du couple de rotation, et elles sont équilibrées en déplaçant un curseur L sur une échelle graduée, ce qui permet ainsi de mesurer la valeur de ce couple. L'échelle doit être évidemment placée bien horizontale lorsque la dynamo ne tourne pas.

Pour opérer avec cet appareil, on actionne habituellement la dynamo par son arbre même; mais si l'on veut l'actionner par une courroie, il faut avoir soin d'en neutraliser la traction par une armature suspendue spéciale (V. *Lumière électrique* du 24 mars 1888). — B.

E

***EAU OXYGÉNÉE.** L'eau oxygénée est actuellement employée en grande quantité dans l'industrie, aussi les propriétés de ce corps sont-elles mieux connues.

Propriétés. La stabilité de l'eau oxygénée pure et d'une concentration faible, 3 à 4 0/0 est assez grande. On peut conserver pendant plusieurs mois une solution à 3 0/0 sans qu'elle perde sensiblement de sa richesse. On peut même concentrer par la chaleur une solution plus étendue et l'amener sans perte notable à ce titre.

L'eau oxgénée est, en même temps qu'un oxydant, un réducteur assez énergique. Les deux atomes d'oxygène contenus dans la molécule d'eau oxygénée sont en même temps que fixés aux deux atomes d'hydrogène assez fortement liés entre eux, ce qui explique que dans certains cas la destruction de l'équilibre produit de l'eau et de l'oxygène qui se porte sur les corps avec lesquels il est capable de se combiner, et que dans d'autres cas cette destruction se fait avec mise en liberté de l'oxygène total de l'eau oxygénée, et action réductrice de l'hydrogène sur les corps mis en présence.

Ainsi l'eau oxygénée en liqueur alcaline ou neutre agit sur le protoxyde de manganèse pour donner du bioxyde ou un manganate manganeux. En liqueur acide, au contraire, l'eau oxygénée réduit le bioxyde de manganèse, en reformant du protoxyde qui se combine à l'acide de la liqueur et la totalité de l'oxygène se dégage suivant :

$$MnO^2 + H^2O^2 + SO^4H^2 = MnSO^4 + 2H^2O + O^2$$

En liqueur neutre ou alcaline le bioxyde de manganèse produit le dégagement de la moitié de l'oxygène contenu dans H^2O^2, sans subir lui-même aucun changement. Cette réduction peut s'expliquer de la façon suivante ; évidemment il s'est produit comme dans le milieu acide une réduction du bioxyde de manganèse en protoxyde avec mise en liberté de la totalité de l'oxygène. Mais ce protoxyde naissant restant libre a absorbé à nouveau la moitié de l'oxygène dégagé pour redonner du bioxyde.

C'est ce qui explique qu'un fragment de bioxyde de manganèse suffira à décomposer une quantité quelconque d'eau oxygénée.

Cette même réaction se produit avec d'autres oxydes métalliques, tels que ceux de fer et de chrome ; dans d'autres cas, au contraire, il y a formation d'un bioxyde métallique hydraté, tel est le cas nettement caractérisé pour le potassium, le sodium, le calcium, le baryum, le magnésium, etc. Or, comme ces hydrates de bioxyde sont peu stables, qu'ils donnent souvent avec un excès d'eau oxygénée des combinaisons encore plus instables, la présence d'oxydes métalliques dans l'eau oxygénée est-elle une cause de non stabilité. C'est pourquoi Thénard recommandait d'aciduler toujours ces solutions, car dans une liqueur neutre il existe toujours un alcali quelconque, l'eau oxygénée possédant une réaction acide.

Le chlore décompose l'eau oxygénée en solution aqueuse pour donner de l'acide chlorhydrique et de l'oxygène, en se plaçant dans certaines conditions, le brome et même l'iode peuvent produire la même réaction ; mais en solution, l'eau oxygénée, au contraire, agit sur les acides bromhydrique et iodhydrique, de même que sur les bromures et iodures métalliques.

Ainsi en liqueur acide l'eau oxygénée, même très diluée, agit sur l'iodure de potassium pour mettre de l'iode en liberté et former de la potasse suivant l'équation

$$2KI + SO^4H^2 + H^2H^2 = SO^4H^2 = 2I + 2H^2O$$

La même réaction se produit avec le bromure de potassium.

Avec le chlorure on ne constate pas la formation de chlore.

Si, au contraire, on opère en liqueur alcaline il se dégage la moitié de l'oxygène contenu dans l'eau oxygénée, sans altération de l'iodure ou du

bromure, il est probable que la réaction se fait comme l'indiquent les formules ci-dessous :

$$2KI+H^2O^2=K^2O^2+2HI$$
$$2HI+H^2O^2=2H^2O+I^2$$
$$I^2+K^2O^2=2KI+O^2$$

L'eau oxygénée agit sur beaucoup de substances organiques, ainsi elle transforme le phénol en acide pyrocatéchique et la résorcine en acide pyrogallique :

$$C^6H^6O+H^2O^2=C^6H^2(OH)^2+H^2O$$
$$C^6H^4(OH)^2+H^2O^2=C^6H^3(OH)^3+H^2O$$

Préparation. La préparation de l'eau oxygénée a été décrite dans le *Dictionnaire*, on a conservé les mêmes procédés, surtout celui de Thénard, aux acides chlorhydrique et sulfurique. Pour obtenir de bons résultats dans cette fabrication, il convient de prendre les précautions suivantes :

1° Employer du bioxyde riche, 80 0/0, l'hydrater convenablement et le laver pour le débarrasser de la baryte en excès avant de l'ajouter dans la solution acide.

2° Maintenir les liquides à une basse température.

3° Agiter convenablement de façon que l'attaque du bioxyde se fasse bien uniformément.

Les prix de revient du bioxyde et de l'eau oxygénée ont beaucoup baissé grâce aux progrès de détails apportés dans ces fabrications; le bioxyde à 80 0/0 peut être obtenu à environ 125 francs les 100 kilogrammes, ce qui permet de produire de l'eau oxygénée à 10 volumes à 30 centimes environ.

On cherche actuellement à faire du bioxyde, en partant non plus du nitrate de baryte qui donne une baryte chère, la régénération des vapeurs nitreuses étant impossible, mais du carbonate de baryte. Le carbonate de baryte pur chauffé, soit seul, soit avec du charbon, donne, en effet, facilement de la baryte, mais celle-ci, peu poreuse, se transforme difficilement en bioxyde par l'action de l'air; cependant on arrive assez facilement à obtenir des bioxydes à 50 0/0 de pur qui, traités sous pression par l'acide carbonique, donnent de l'eau oxygénée très pure et du carbonate prêt à rentrer dans la fabrication. Lorsque ce procédé sera suffisamment perfectionné, on pourra espérer obtenir de l'eau oxygénée à 10 volumes dans les 12 à 15 centimes le litre.

Dosage. On peut doser l'eau oxygénée par l'action du bioxyde de manganèse, qui produit en liqueur alcaline le dégagement de la moitié de l'oxygène contenu et en liqueur acide le dégagement de la totalité. On opèrera sur la cuve à mercure ou à l'aide d'un petit appareil décrit dans le *Bulletin de la Société chimique*, t. XLII, p. 449. Si on opère en liqueur acide, il faudra prendre la moitié du volume pour indiquer la richesse de l'eau.

Le mieux est encore d'employer une solution titrée de permanganate de potasse contenant 5,659 de permanganate pur par litre, en ajoutant peu à peu cette liqueur à 1 centimètre cube de l'eau à examiner suffisamment étendue d'eau distillée et acidulée, il y aura décoloration et le nombre de centimètres cubes décolorés indiquera la richesse en volume de l'eau; la réaction se fait suivant le schema ci-dessous :

$$K^2Mn^2O^8+5H^2O^2+3SO^4H^2$$
$$=O^{10}+K^2SO^4+2(MnSO^4)+8H^2O$$

Usages. L'eau oxygénée s'emploie en grande quantité dans le blanchiment de la laine et de la soie et des tissus mélangés soie et coton, laine et coton. On a même essayé son emploi dans le blanchiment du coton, mais le procédé au chlore est encore plus économique.

On blanchit avec elle les plumes, les cheveux, l'os et l'ivoire.

L'eau oxygénée a trouvé quelques emplois en médecine à cause de ses propriétés antiseptiques; elle serait employée en Allemagne pour éviter les fermentations secondaires de la bière et faciliter sa conservation. On l'emploie dans les laboratoires pour l'analyse, en particulier pour celle volumétrique du chlorure de chaux, qui a été indiquée par Lunge (D ch G, t. XIX, p. 869), on mesure l'oxygène qui se produit suivant le schema :

$$ClOH+H^2O^2=O^2+Cl+H^2O$$

— B. M.

* **EAUX AMMONIACALES** (Concentration des). Les eaux ammoniacales telles qu'elles proviennent des eaux-vannes, ou de la fabrication du gaz d'éclairage et des fours à coke, sont généralement à un degré de concentration trop faible pour permettre de les utiliser à l'état naturel. On est presque toujours obligé de les concentrer, et il peut y avoir dans bien des cas un intérêt sérieux à leur faire subir cette opération, soit pour les convertir plus avantageusement en alcali, en sulfate ou en chlorhydrate d'ammoniaque, soit pour rendre leur transport moins onéreux, soit pour les employer directement en agriculture ou dans la fabrication des engrais. Ce dernier mode d'emploi n'est pas encore très répandu; mais il est facile de concevoir que si les eaux ammoniacales pouvaient être appliquées à l'état d'eaux concentrées au lieu de les convertir en sels, on supprimerait ainsi l'acide destiné à ce traitement et, par suite, on réaliserait une notable économie. L'acide sulfurique entre, en effet, pour une large part (8 à 10 fr. par 100 kilogrammes) dans les frais de fabrication du sulfate d'ammoniaque, et l'on obtiendrait une économie équivalente si on pouvait utiliser les eaux ammoniacales directement, à un degré convenable de concentration.

Cette question a été déjà l'objet de nombreuses études en France, en Angleterre et en Allemagne, et parmi les appareils les plus connus pour opérer la concentration, nous citerons ceux de M. Solvay, M. Kuentz, M. Lair, M. Chevalet, en France, et ceux de Worster et de Grüneberg, en Allemagne. Ces appareils produisent de l'eau concentrée, marquant 15 à 19° à l'aréomètre de Baumé, et contenant de 12 à 15 0/0 d'ammoniaque. Il n'y aurait pas avantage à pousser plus loin la concentration, parce qu'on s'exposerait à avoir des

dépôts de carbonate d'ammoniaque cristallisé qui obstruerait promptement les tuyaux et risquerait d'occasionner des explosions, si les appareils n'étaient pas munis de soupape de sûreté.

Les eaux ammoniacales concentrées qu'on peut obtenir avec l'appareil Chevalet pèsent de 18 à 20° Baumé, et renferment 25 à 26 0/0 d'ammoniaque, ce qui correspond à la même teneur en ammoniaque que le sulfate bien séché. A cet état de concentration les eaux ammoniacales, liquides en été, cristallisent pendant l'hiver dans les réservoirs, et l'on peut, en soutirant les eaux-vannes, avoir un prodnit titrant de 28 à 27 0/0 d'ammoniaque, susceptible d'être transporté aussi avantageusement que lui. Toutefois, le transport à l'état liquide nécessite des fûts étanches, ce qui, par suite, entraîne un peu plus de poids mort.

Dans les appareils distillatoires destinés à la concentration des eaux ammoniacales, les vapeurs qui se dégagent, au lieu d'aller se condenser dans un réfrigérant ou dans un bac à acide, vont se condenser dans une bâche en tôle renfermant l'eau ammoniacale qu'on distillera ensuite; il en résulte un échauffement de la masse liquide par le barbottage des vapeurs, qui se condensent immédiatement dans l'eau froide ou tiède. Si la température de cette eau tend à s'élever à un trop haut degré, on la rafraîchit par un courant d'eau froide. L'appareil de M. Chevalet se compose d'une colonne distillatoire, d'un réfrigérant à air, placé dans une cheminée d'appel, et d'un *condensateur* ou *saturateur* placé à un niveau supérieur à celui de la colonne distillatoire. Voici, du reste, dans quels termes M. Chevalet a décrit le fonctionnement de son appareil :

L'eau ammoniacale à concentrer entre dans le saturateur ; elle en sort par un trop-plein pour passer de là dans la colonne distillatoire, où elle perd tout le carbonate d'ammoniaque et le sulfhydrate d'ammoniaque qu'elle renferme ; de cette colonne distillatoire elle passe dans une chaudière chauffée à feu nu, où elle subit l'action d'un lait de chaux qui décompose les sels ammoniacaux fixes. L'alimentation est continue, les vidanges d'eaux traitées sont intermittentes. L'avantage de ce système de distillation, c'est de retirer la totalité de l'ammoniaque contenue dans les eaux, d'être certain de faire des vidanges d'eau épuisée d'ammoniaque, ce qui est loin d'avoir lieu avec les appareils à marche complètement continue.

Quand l'eau du condenseur ou saturateur chauffe trop, on la rafraîchit par un courant d'eau froide, de façon à empêcher l'ammoniaque de distiller hors de ce réservoir ; les gaz ou vapeurs qui se dégagent sont conduits dans un petit bac à acide, qui retient les dernières portions d'ammoniaque ayant échappé au saturateur ou dans un petit scrubber arrosé avec un peu d'eau fraîche. Quant aux gaz non condensables et qui consistent surtout en acide carbonique et en acide sulfhydrique, ils sont conduits sous le foyer de la chaudière pour y être brûlés et détruire ainsi la mauvaise odeur qu'ils possèdent.

Lorsque l'eau du saturateur est suffisamment concentrée, ce dont on s'assure en la pesant de temps à autre avec un aréomètre de Baumé, on la soutire dans des fûts en bois ou en tôle. Il vaut mieux se servir de fûts en tôle, parce que s'il s'opère une cristallisation dans les fûts, il suffit au fabricant d'engrais qui les reçoit de les plonger dans un réservoir d'eau chaude pour fondre les cristaux et pouvoir ainsi soutirer l'eau ammoniacale du fût. Un fût en tôle de 680 litres pèse 140 à 150 kilogrammes; il peut contenir 785 kilogrammes d'eau concentrée à 19/20°, ce qui fait un poids mort de 18k,5 par 100 kilogrammes d'eau transportée.

En construisant le saturateur suffisamment grand, et il n'y a aucun inconvénient, il pourra servir de réservoir à eau ammoniacale concentrée ; il suffira d'y puiser lorsqu'on voudra faire une expédition. Le saturateur de mon appareil est donc ici à la fois un appareil de fabrication et un magasin à ammoniaque.

L'avantage de ce système de concentration, c'est d'abord de faire un produit marchand, et ensuite de réduire 1,000 litres d'eau ammoniacale à 3°, qui est le degré moyen obtenu dans beaucoup d'usines à gaz à 69 litres d'eau à 19/20°, soit à peu près la *quinzième partie* du volume primitivement occupé.

Ainsi, une usine qui distillerait 1,000 tonnes de houille et qui, par un bon lavage dans un scrubber bien garni, produirait 10 0/0 d'eau à 3° Baumé, soit 100 mètres cubes, par la concentration à 19/20° elle réduirait ces 100 mètres cubes à 6,900 litres.

On peut, avec cet appareil et ce procédé, obtenir très facilement du carbonate d'ammoniaque solide, produit qui peut s'expédier dans des fûts en bois blanc, et qui constitue un débouché de plus pour les produits ammoniacaux.

Les autres appareils de concentration sont basés sur le même principe et produisent des résultats analogues, sur lesquels nous croyons inutile de nous étendre davantage. — G. J.

* * **EAUX INDUSTRIELLES** (Epuration des). On connaît les inconvénients que présentent les eaux calcaires pour l'alimentation des chaudières à vapeur ; les dépôts ou incrustations qu'elles produisent sur les parois des chaudières sont une cause de perte de calorique, en même temps qu'un risque de coups de feu et de détériorations plus ou moins graves, pouvant même occasionner des explosions. On a constaté par des expériences qu'une couche de calcaire d'un millimètre seulement d'épaisseur sur les surfaces de chauffe directe suffit pour diminuer leur rendement de plus de 15 0/0, dans certains cas. On conçoit donc facilement quels services peuvent rendre les appareils et procédés destinés à combattre ces incrustations.

L'action des désincrustants, dont un grand nombre sont employés en industrie, n'a en général qu'une efficacité relative ; et s'ils parviennent à empêcher l'adhérence des dépôts, ils n'évitent pas l'accumulation, dans le fond des corps de chaudières, d'une masse boueuse plus ou moins abondante, suivant la proportion de calcaire contenu dans l'eau. L'épuration préalable, au moyen de réactions chimiques s'effectuant dans des appareils convenablement appropriés, est assurément le moyen le plus radical et le plus pratique qu'on puisse employer, non seulement pour épurer les eaux destinées à l'alimentation des chaudières à vapeur, mais aussi celles qui doivent servir à diverses opérations industrielles, telles que le lavage des laines, le blanchissage, la teinture, et celles employées dans les sucreries, les raffineries, etc.

Plusieurs appareils et plusieurs agents chimiques sont employés pour l'épuration des eaux. Nous citerons en première ligne ceux de M. Paul

Gaillet, qui s'est occupé avec succès depuis déjà bien des années de la solution de cette question, et dont on pouvait voir à l'Exposition universelle de 1889 un appareil en fonctionnement dans le bâtiment des chaudières Babcock et Wilcox, qui alimentaient une partie du sixième groupe du palais des machines et qui produisaient en marche normale 7,000 kilogrammes de vapeur à l'heure.

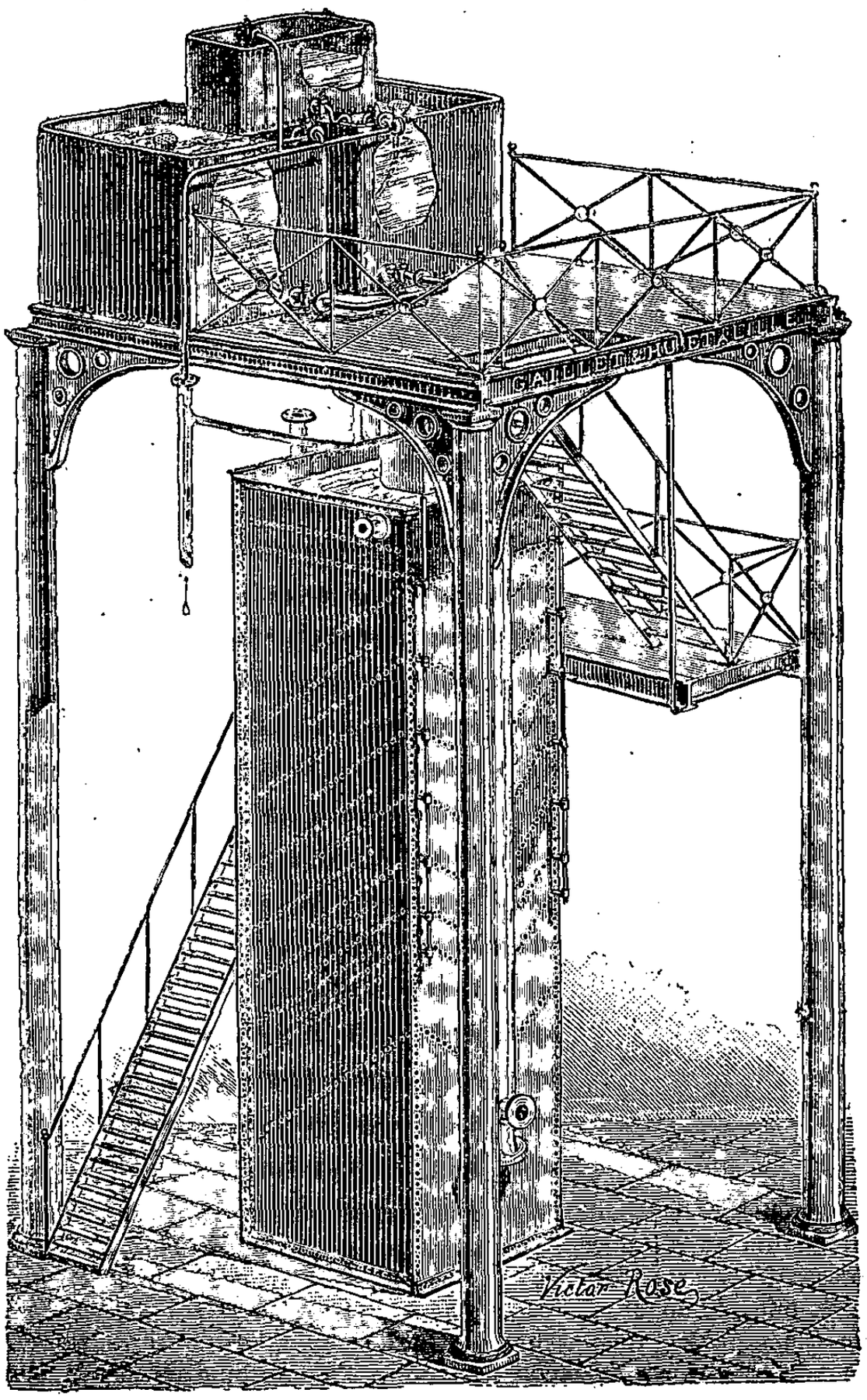


Fig. 470.

Les épurateurs Gaillet ont été déjà signalés dans la première série de cet ouvrage. La description des appareils perfectionnés qui figuraient à l'Exposition de 1889 complètera ce qui a déjà été dit sur ce système d'épuration des eaux. La figure 470 représente en élévation l'ensemble complet du type d'appareil *vertical*. La figure 471 représente l'ensemble de l'appareil *horizontal*. L'un et l'autre reposent sur les mêmes principes, et ont pour caractère essentiel l'emploi de diaphragmes, disposés en chicanes, ayant pour but de retenir les dépôts solides et de faciliter leur dissociation, de telle sorte que l'eau ne puisse jamais reprendre les matières dont elle a été débarrassée, et que celles-ci puissent être évacuées d'une façon automatique et continue.

La réaction chimique sur laquelle est basée la purification de l'eau consiste dans l'emploi de la chaux et de la soude ; c'est la méthode de Clark avec l'action de la chaux, rendue plus efficace par l'adjonction de la soude. La chaux, réagissant sur les bicarbonates solubles, les transforme en carbonates neutres insolubles ; la soude, devenue du carbonate de soude pendant la première partie de la réaction, agit ensuite sur le sulfate de chaux pour le transformer en carbonate de chaux et en sulfate de soude, qui est toujours soluble, et ne présente généralement aucun inconvénient dans les usages industriels. L'épuration produite ainsi a donc pour effet d'éliminer tous les principes incrustants, aussi bien les éléments calcaires que l'alumine, les oxydes de fer, la silice, les matières organiques, etc., qui sont pareillement précipités par l'action de la chaux ou de la soude. Ces précipités constitueraient un dépôt qui s'accumulerait promptement et deviendrait embarrassant, si les dispositions de l'appareil d'épuration n'en permettaient pas l'évacuation facile et continue. Tel est le but atteint par les appareils de M. Paul Gaillet, qui produisent simultanément la précipitation des matières calcaires et autres, ainsi que la décantation et la clarification des eaux débarrassées de leurs impuretés. Leur efficacité repose sur deux ordres d'idées dont la combinaison contribue à réaliser le bon fonctionnement de l'épuration : *division du liquide à purifier en tranches minces, et multiplication des surfaces de dépôt*, dans un vase d'un volume relativement minime par rapport au volume du liquide épuré. On conçoit aisément qu'en donnant aux diaphragmes une inclinaison convenable, les dépôts qui se rassemblent sur leur surface glissent facilement et peuvent être conduits, par des pentes combinées à cet effet, jusqu'aux collecteurs de

dépôts munis de robinets d'évacuation. Le jeu de l'appareil peut donc être continu sans que la clarification soit aucunement modifiée pendant toute la durée de sa marche.

L'appareil horizontal imaginé par M. Paul Gaillet, et qui figurait à l'Exposition de 1889, repose sur les mêmes principes que l'appareil vertical. Si l'on disposait horizontalement l'appareil vertical, la réunion des dépôts qui se forment dans chaque compartiment ne se ferait plus en un *point*, c'est-à-dire dans un *angle*, condition essentielle pour assurer l'évacuation totale et automatique, mais sur une surface plane dont le nettoyage serait difficile. Il a donc fallu, pour établir un décanteur horizontal, réaliser une forme de vase telle que les pentes des diaphragmes convergent vers un point unique, en conservant pour toutes les parties de ces diaphragmes une inclinaison uniforme, capable d'assurer la régularité de la décantation. Dans ce but, la section rectangulaire du vase est remplacée par une section offrant, vers le bas, une partie triangulaire telle que la pente de ses faces soit la même que celle des diaphragmes. Ainsi, si les diaphragmes sont inclinés à 45°, la paroi inférieure de l'épurateur est formée par un dièdre rectangle, c'est-à-dire dont l'angle est de 90°. Grâce à cette disposition, il n'est plus utile de donner aux diaphragmes une forme angulaire; on peut les faire plans, comme l'indique le dessin. En effet, le dépôt glissera sur toute la surface de ces diaphragmes plans, et, lorsqu'il arrivera à l'arête formée par les faces verticales et latérales de l'épurateur avec les faces inclinées du dièdre qui forme le fond, il commencera à se rassembler en suivant les côtés triangulaires du diaphragme et viendra finalement s'arrêter dans l'angle inférieur. Cet angle inférieur est tronqué et garni d'un collecteur en forme de cuvette, terminé par un robinet d'évacuation.

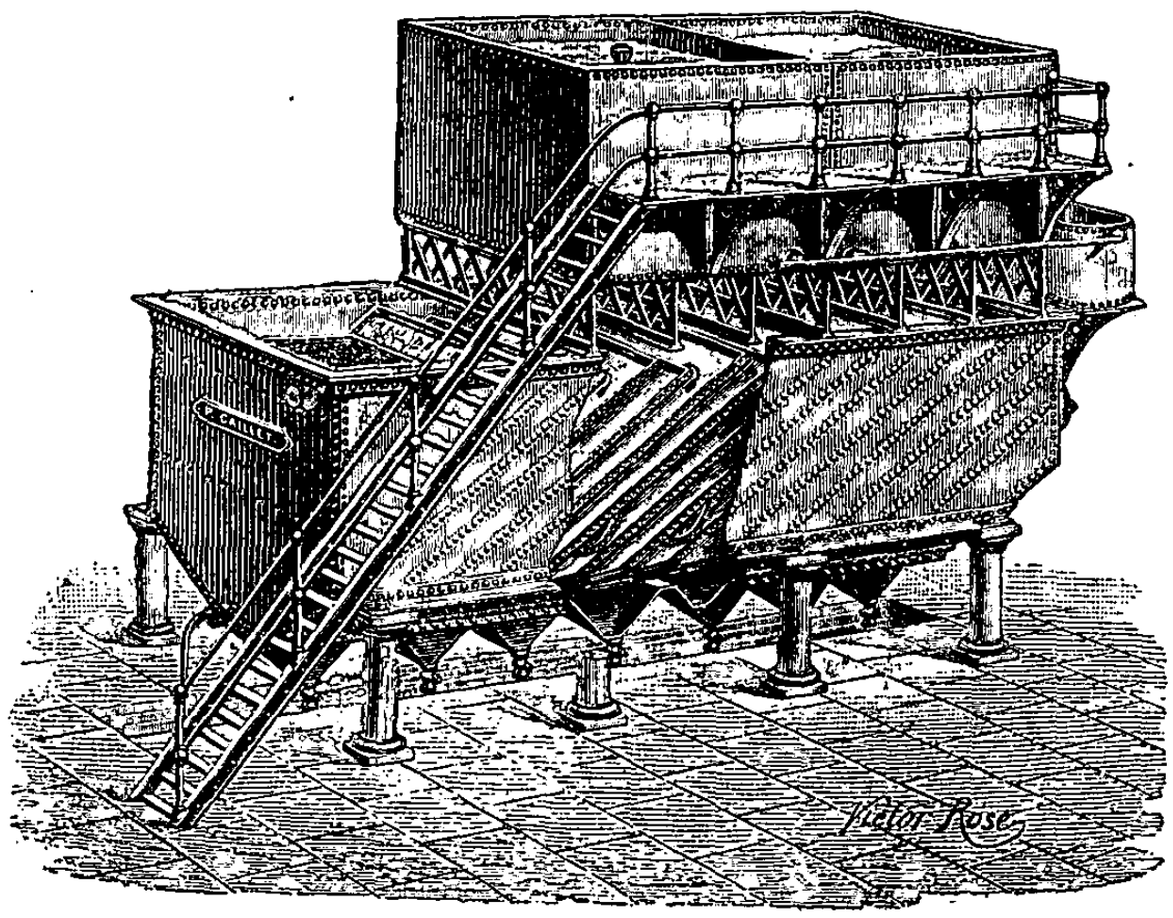


Fig. 471.

Il est facile de comprendre que les diaphragmes intermédiaires ne peuvent pas être construits comme dans l'appareil vertical, car, ces diaphragmes étant plans, le dépôt descendrait uniformément sur toute la surface tandis que l'eau y monterait également et rencontrerait dans son mouvement ascensionnel le dépôt effectuant sa descente. de cette rencontre résulterait une perturbation par suite de laquelle l'eau pourrait reprendre une partie des substances abandonnées précédemment, ce qui diminuerait considérablement l'efficacité de l'appareil. Pour éviter cet inconvénient, les diaphragmes intermédiaires sont prolongés jusqu'à la cuvette de collection des dépôts pour que les matières qui se rassemblent sur ces diaphragmes viennent directement dans cette cuvette ; et l'on donne passage au liquide par une ou plusieurs ouvertures percées dans les diaphragmes et garnies d'un bord relevé, de manière à éviter la rencontre du dépôt qui descend. La forme de ces ouvertures est telle que le bord relevé n'arrête pas les matières solides qui glissent sur le diaphragme; cette forme peut naturellement varier, il importe seulement qu'elle soit angulaire vers le haut, de manière à écarter le dépôt. Cette disposition horizontale du décanteur permet de découvrir toute la partie supérieure de l'appareil et de suivre ainsi, *de visu*, la marche de la décantation; elle permet aussi de visiter, sans difficulté, tout l'intérieur du décanteur, tandis que l'épurateur vertical doit être, dans ce but, muni de regards à fermeture étanche, ce qui rend la construction et la surveillance un peu plus compliquées.

D'autres perfectionnements apportés à ces appareils permettent de faire varier à volonté, la vitesse de l'eau, en conservant les mêmes principes de circulation et le même volume d'appareil.

Ces principes ont aussi été appliqués par M. P. Gaillet à la construction d'un *épurateur de forme cylindrique*, extrêmement simple et économique, dont la figure 472 représente la coupe verticale. Il se compose d'un récipient cylindrique, disposé verticalement, et terminé par un fond conique muni d'un orifice de vidange. Dans l'axe du cylindre se trouvent étagées une série de pièces en fonte qui s'emboîtent les unes dans les autres. Ces pièces sont circulaires et percées d'orifices symétriquement disposés et recouverts par un manteau venu de fonte qui a pour effet de diriger les dépôts vers le bas, en les soustrayant à l'ac-

tion des courants ascensionnels. Les diaphragmes, ou surfaces de dépôt, sont des triangles de tôle dont les bords sont relevés, de manière à former des tranchées régulières et de largeur uniforme du centre à la circonférence, de telle sorte que l'eau à clarifier puisse s'élever uniformément dans toutes les tranchées et dans toute l'étendue de celles-ci. Cet appareil de décantation ne comporte, en raison du principe même sur lequel il est basé, ni joints étanches, ni assemblages boulonnés, ni rivures intérieures ; il est essentiellement démontable et les diaphragmes s'emboîtent simplement dans les orifices des pièces centrales par leur extrémité angulaire, pour s'appuyer par l'autre contre la paroi du cylindre. Les orifices d'une pièce centrale correspondent aux parties pleines des pièces voisines, de telle sorte que les tranchées d'un étage de diaphragmes correspondent aux parties pleines des étages voisins. L'eau à clarifier, trouble, arrive dans le fond du décanteur par un tuyau placé dans la colonne centrale et garni de tubulures qui la dirigent vers le haut en l'empêchant de remuer les dépôts accumulés dans le fond ; puis elle s'élève par les tranchées du premier étage et, après les avoir traversées, elle rencontre les parties pleines de l'étage supérieur qui l'obligent à circuler au-dessus des surfaces de dépôt. Et ainsi de suite.

Le mouvement du liquide est ainsi *contrarié, sans changements brusques,* et la circulation au-dessus des diaphragmes se fait en *lames minces*, ce qui favorise, comme nous l'avons dit, la décantation et assure la grande efficacité de ce système.

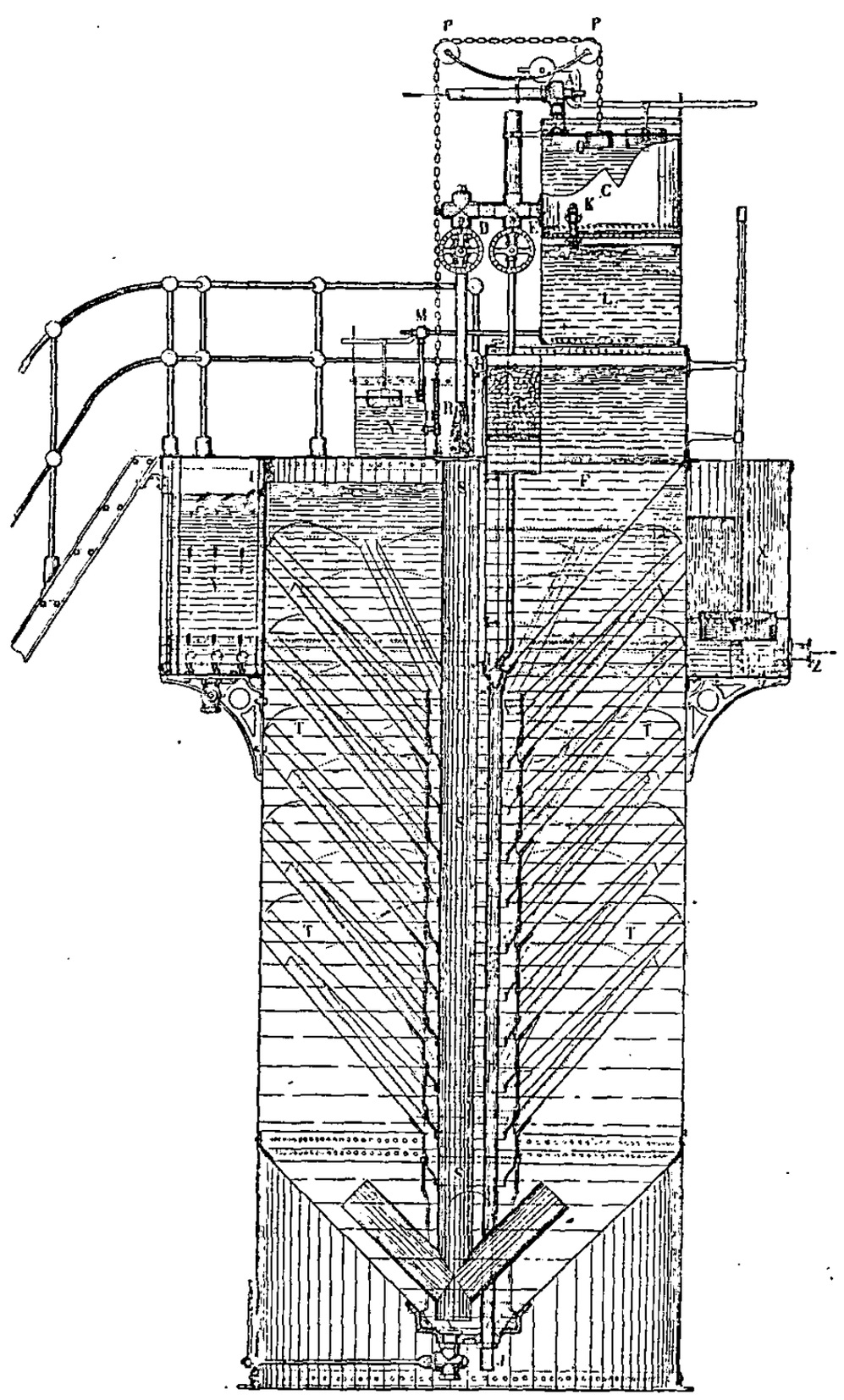


Fig. 472. — *Coupe verticale de l'épurateur cylindrique, de M. P. Gaillet.*

A Valve régulatrice amenant l'eau à épurer. — *B* Flotteur régulateur actionnant la valve *A*. — *C* Bac distributeur recevant l'eau à épurer. — *D* Vanne de réglage conduisant l'eau à l'épurateur. — *E* Vanne de réglage conduisant l'eau au saturateur de réactif. — *F* Saturateur automatique d'eau de chaux. — *G* Récipient pour l'extinction automatique de la chaux. — *H* Déversoir d'eau de chaux. — *I* Clapet de vidange du saturateur. — *J* Orifice extérieur pour la purge du saturateur. — *K* Robinet d'eau alimentant le bac à soude. — *L* Réservoir de soude. — *M* Valve régulatrice pour l'admission de la soude. — *N* Bac distributeur de soude (ou autres réactifs). — *O* Clapet automatique pour le réglage et l'arrêt de la soude. — *PP* Arrêt automatique de la soude. — *Q* Flotteur commandant le débit de la soude. — *R* Récipient mélangeur recevant l'eau et les réactifs. — *S* Tuyau d'alimentation de l'épurateur. — *T* Epurateur décanteur muni des diaphragmes et de son robinet de purge. — *U* Déversoir de l'eau décantée — *V* Compartiment alimentant les filtres, avec robinet de vidange. — *W W W* Entrée de l'eau sous les filtres. — *X* Réservoir d'eau épurée et filtrée. — *Y* Flotteur commandant l'arrêt et remise en marche. — *Z* Sortie de l'eau épurée.

Les dépôts qui se forment sur les diaphragmes glissent naturellement sur ceux-ci, sans jamais pouvoir se mélanger au liquide qui s'élève, et ils viennent régulièrement et continuellement se déverser dans le tube central qui les conduit dans le fond du décanteur.

Le filtre qui complète habituellement ces décanteurs est généralement formé par une couronne circulaire, concentrique ; il se compose d'au moins deux parties pouvant être isolées à volonté, pour permettre le nettoyage sans arrêt de l'épurateur. L'eau sort du décanteur par un déversoir et passe sous les filtres. L'eau filtrée est recueillie dans un autre compartiment qui forme réservoir d'eau épurée.

Lorsqu'on prépare le réactif d'une manière continue, comme c'est souvent le cas lorsqu'on emploie l'eau de chaux, on pose le saturateur de chaux sur le décanteur, et le fond conique de ce saturateur entre complètement dans l'appareil.

L'emploi des autres réactifs : soude, perchlorure de fer, etc., est assuré par des régulateurs automatiques. Ces régulateurs sont construits de manière à éviter toute main-d'œuvre pour l'arrêt et la remise en marche de l'épuration, ceux-ci s'effectuant par la simple action d'un clapet unique commandé

par un flotteur placé dans le réservoir d'eau épurée qui fait partie de l'appareil.

MM. Dervaux et C^ie^ construisent deux appareils d'épuration, désignés sous les noms *d'épurateur automatique* et de *saturateur automatique* Dervaux, basés également sur l'emploi de l'eau de chaux saturée et de la soude. Ils se sont inspirés des mêmes principes déjà mis en pratique par M. Paul Gaillet; mais les dispositions de l'appareil nous semblent moins heureuses; leur épurateur est vertical, à diaphragmes coniques; le saturateur, placé à côté, a la forme d'un cône allongé dont la plus large base serait en l'air, ce qui fait que

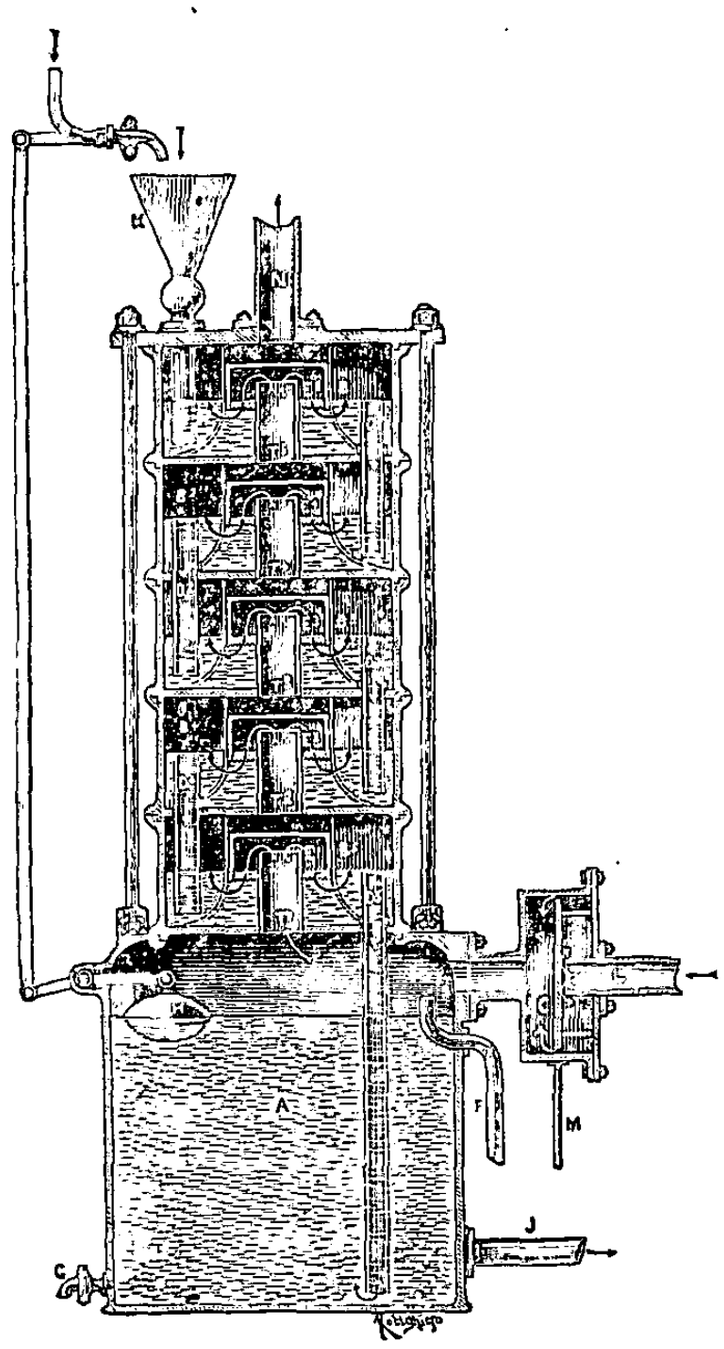


Fig. 473. — *Réchauffeur-détartreur de M. Chevalet. Vue en coupe verticale.*

le dépôt de chaux se rassemble dans la partie pointue du cône et nécessite des évacuations plus fréquentes; on y verse une fois par jour un ou plusieurs seaux de chaux en poudre; l'eau qui arrive par le bas de l'appareil, traverse la chaux de bas en haut, et se trouve ainsi amenée à l'état de lait de chaux d'abord, puis, à mesure qu'elle s'élève, elle laisse retomber les particules solides de chaux, tandis qu'elle-même gagne la partie supérieure de l'appareil où elle arrive à l'état d'eau de chaux clarifiée et saturée, pour se rendre de là dans l'épurateur où elle réagit sur l'eau à purifier.

Un autre appareil d'épuration, basé sur un principe tout différent, existe en Angleterre sous le nom de *Anderson's patent Revolving purifier*. Il consiste en un cylindre horizontal tournant sur tourillons creux, par l'un desquels l'eau entre, pour ressortir purifiée par l'autre tourillon. La purification s'effectue au moyen de copeaux de fer qui sont relevés par des palettes intérieures et qui retombent alternativement pour être repris et retomber encore, indéfiniment, pendant la rotation du cylindre. L'eau qui traverse ce cylindre se trouve ainsi en contact avec cette masse de fer à un état convenable de division pour que l'action chimique du métal réduise les matières organiques, absorbe l'ammoniaque libre et diminue de 75 0/0 la proportion d'ammoniaque à l'état albuminoïde.

Pour compléter cette revue sommaire des principaux appareils destinés à l'épuration des eaux industrielles, nous signalerons encore le *réchauffeur-détartreur*, de M. Chevalet, dont la figure 473 montre l'ensemble en coupe verticale.

Voici comment M. Chevalet décrit lui-même la disposition et le fonctionnement de son appareil :

— Ce réchauffeur se compose d'un réservoir A de capacité plus ou moins grande dans lequel s'emmagasine l'eau réchauffée et détartrée sur laquelle nage un flotteur H qui conduit le robinet d'arrivée d'eau froide qui est en haut; au-dessus du réservoir il y a une série de cuves rondes B^1^, B^2^, B^3^, contenant chacune un tuyau T, une calotte de barbottage E qui recouvre le tuyau T et un trop-plein D. Un trop-plein F, une prise d'eau chaude J allant à la pompe alimentaire, un robinet de purge G ou de prise d'eau libre complètent le réservoir A.

Si l'on fait couler de l'eau dans cet appareil, jusqu'à ce que l'eau sorte par le trop plein F, toutes les cuves B^1^ B^2^ B^3^ se trouvent garnies d'eau jusqu'au niveau des tuyaux T^1^, T^2^, et les calottes E^1^ E^2^ plongent un peu dans l'eau.

Si l'on fait arriver de la vapeur vive au-dessus de l'eau du réservoir A, cette vapeur pour sortir sera obligée de barbotter dans les cuves B^5^ B^4^ B^3^, elle s'y condensera d'abord, chauffera l'eau à 100° et lorsque l'eau sera à cette température elle barbottera, puis elle ira chauffer la cuve supérieure et ainsi de suite jusqu'à ce qu'elle sorte de l'appareil. C'est ce travail de barbottage qui détartrera l'eau beaucoup plus que son chauffage à 100°, puisque l'on démontre par expérience qu'avec de l'air froid injecté dans l'eau on détartre en partie cette eau et on produit des incrustations dans les appareils.

Si l'on prend de l'eau en J le flotteur fera ouvrir le robinet d'eau froide; celle-ci coulera dans l'entonnoir, puis elle descendra de cuve en cuve par les trop-pleins D D, et dans ce parcours elle abandonnera tout son tartre calcaire ou carbonate de chaux dans les cuves B B.

Le tartre tapissera les parois des cuves, les trop-pleins, les barbotteurs; il sera en plus grande épaisseur dans la cuve du haut et ira toujours en diminuant au fur et à mesure que l'eau descendra. Dans le réservoir A on ne trouve aucun tartre, mais un peu de vase légère suivant la nature des eaux.

Le tartre déposé à chaux dans les cuves B^1^ B^2^ atteint jusqu'à 15 et 20 millimètres d'épaisseur suivant son âge; il n'est pas dur, il s'éclate facilement sous le coup du marteau, il est donc très facile à enlever et je puis affirmer par expérience, que le nettoyage des cuves demande seulement quelques heures, tandis que le nettoyage d'une chaudière demande généralement une journée et plus.

L'épuration des eaux rejetées par certaines industries est aussi une question qui a été souvent étudiée et qui doit trouver ici sa place. Mais les solutions qui ont été proposées jusqu'à ce jour n'ont pas reçu encore d'applications étendues et

véritablement pratiques. Nous signalerons dans cet ordre d'idées le procédé présenté récemment à la Société industrielle du Nord, par M. J. de Mollens, pour la clarification des *eaux de fabriques* et l'extraction des corps gras qu'elles contiennent. Ce procédé est basé sur l'emploi de l'argile ; si l'on verse une émulsion d'argile dans une solution de savon, l'argile se sépare graduellement, laissant le liquide trouble. Mais si on remplace la solution de savon par une émulsion de graisse acidifiée, le liquide se clarifie rapidement et forme un dépôt abondant. C'est ce qui se passe quand on traite par une émulsion d'argile (à raison de 1 gramme par litre à purifier) les eaux de rejet du peignage des laines.

D'après les données de l'auteur, l'application de ce procédé pourrait se faire sur une grande échelle, et présenterait des résultats avantageux, sans entraîner des dépenses exagérées, attendu que la valeur de l'argile est de peu d'importance pour le prix de revient de cette méthode d'épuration. — G. J.

***ÉCHARDONNAGE.** Depuis la publication de notre article du *Dictionnaire*, les anciennes échardonneuses, dans lesquelles on bat la laine pour en détacher le gratteron ou chardon qui y adhère, ont fait place à d'autres machines reposant sur un principe élémentaire et éminemment logique : étirage des fibres laineuses pour mettre à nu les

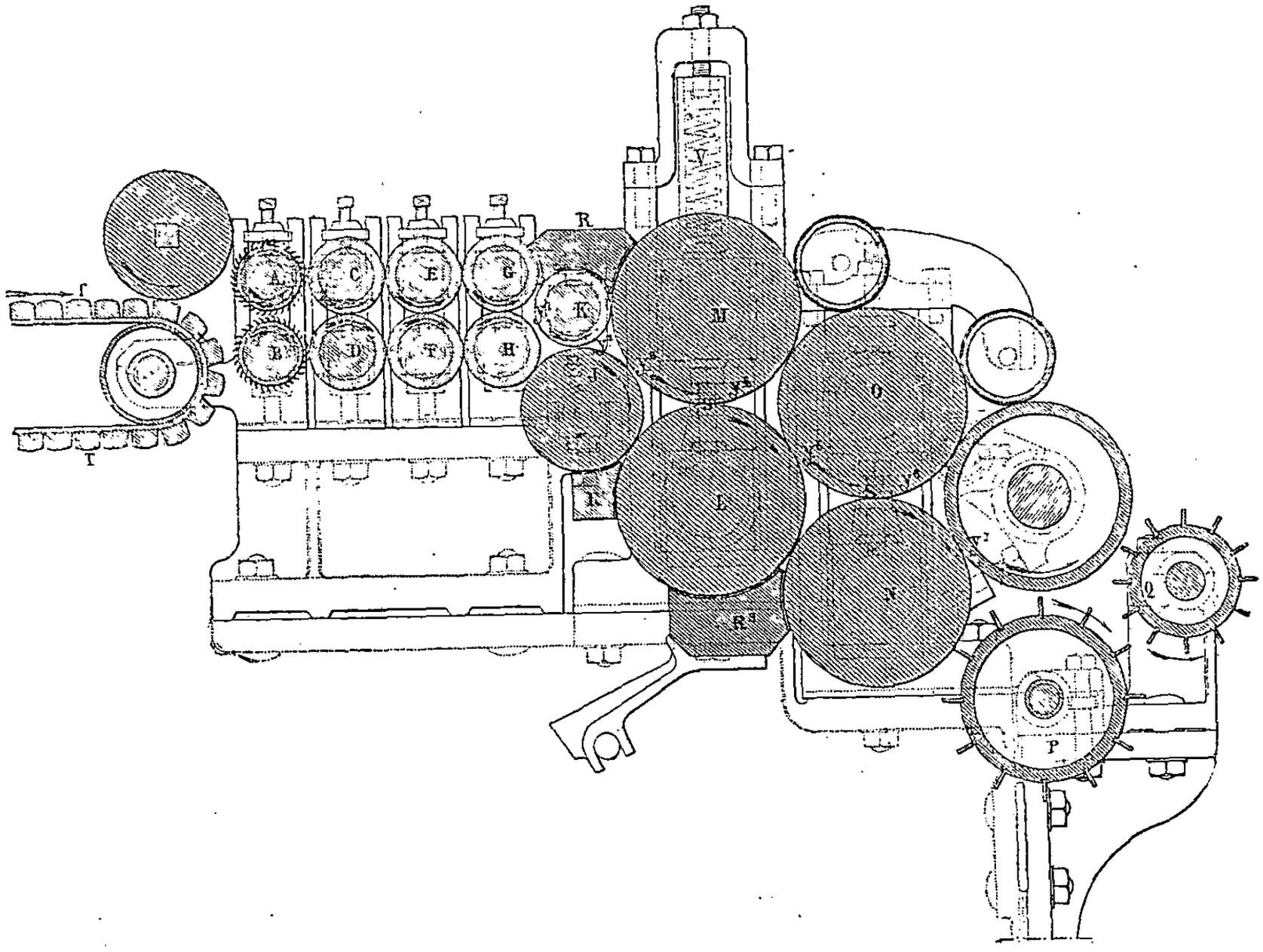


Fig. 474. — *Machine étireuse-broyeuse.*

matières végétales ; puis broyage ou désagrégation de ces dernières par un passage entre des surfaces très rapprochées et convenablement disposées. L'élimination des impuretés désagrégées se fait alors extérieurement et se complète au peignage proprement dit.

L'une des plus répandues de ce genre de machines est celle de M. Parfait-Dubois, de Verviers, que nous donnons comme type figure 474. La laine y est étalée sur une table sans fin T et prise par les alimentaires AB garnis de pointes ; les rouleaux CD l'étirent ensuite et la démêlent avec un étirage pouvant aller jusqu'à 8 et même 10, sans fatiguer en rien le textile puisqu'il est libre sur toute sa hauteur, et les rouleaux EF le reprennent à CD avec un étirage de 1 ou 2 ou davantage si on le désire. Les rouleaux CDEF étant formés d'une matière élastique, les graines et le chardon peuvent facilement s'y loger sans gêner en rien l'étirage ; leur élasticité permet en outre à la laine de s'étirer sans se briser quelle que soit sa hauteur. Les cylindres GH continuent l'étirage et le démêlage ; JK la conduisent aux premiers cylindres écraseurs LM ; puis les rouleaux NO, réglés de plus près, agissent sur les chardons qui auraient échappé à l'action des premiers. Ces cylindres sont lisses, et, n'ayant aucun point de contact, ne peuvent nuire à la laine. La machine est terminée par les volants à ailettes PQ qui ont pour but de détacher la laine des écraseurs ON, en la battant, et de l'ouvrir en commençant à expulser une partie des chardons. Cette machine dite *étireuse-broyeuse*, peut produire par jour de 700 à 800 kilogrammes.

Il est à remarquer que c'est au sortir du lavage que la laine passe à l'échardonneuse. A cette opération, le chardon s'est gonflé, la cellulose dont il est composé étant poreuse ; lorsqu'il passe entre deux cylindres lisses et réglés à une faible distance sans contact, l'eau qui y est contenue se trouve brutalement chassée par la vitesse des organes et les petites graines jaunes ovoïdes dont il est garni à l'intérieur éclatent, et se brisent en fragments très courts, mais agglomérés et se désagrégeant avec la plus grande facilité. — A. R.

ÉCLAIRAGE. On trouvera dans le corps du *Dictionnaire* tous les éléments de la question d'éclairage considérée au point de vue des voies et moyens. Il n'y a que fort peu de temps qu'on s'occupe des relations qu'il y a entre l'éclairement et l'éclairage, c'est-à-dire des rapports qui existent dans les différents locaux entre le nombre et l'intensité des foyers, et le résultat qu'on en obtient.

— Voici d'abord quelques renseignements historiques : d'après une estampe représentant le bal masqué donné à Versailles le 25 février 1745, dans la galerie des Glaces, à propos du mariage du dauphin, la salle était éclairée par une rangée de lustres et d'appliques portant des bougies de cire, qu'on peut estimer être au nombre de 1,800.

En 1873, la même salle est utilisée pour un dîner officiel en l'honneur du shah de Perse. L'éclairage en est produit à l'aide de 4,000 bougies.

En 1878 une fête est donnée dans cette même salle à l'occasion de la fermeture de l'Exposition universelle. L'éclairage est réalisé avec 8,000 bougies environ.

Le tableau ci-dessous, dû à M. Mascart, donne des renseignements comparatifs très intéressants.

	Dimensions		Nombre total de bougies	Nombre de bougies	
	Plan	Volume		par mètre carré	par mètre cube
Salle des glaces du Palais de Versailles.					
En 1745	m. q. 720	m. c 9.360	1.800	2.50	0.19
1873			4.000	5.55	0.43
1878			8.000	11.10	0.85
Salle des Fêtes de Compiègne.					
En 1888	440	3.520	1.000	2.28	0.28
Opéra (Soirée de bal).					
Foyer	672	7.392	6.000	8.93	0.81
Salle	400	9.200	11.140	27.85	1.21
Scène	530	8.000	4.720	8.90	0.59
Hôtel de Ville (Bals de 1888).					
Salle des fêtes	1.295	24.000	18.720	14.46	0.78
Salle à manger	300	2.460	4.320	14.40	1.75
Salon de verdure	165	1.350	720	4.36	0.53
Grands salons	496	4.067	7.560	15.24	1.86
Galerie latérale	257	3.600	3.600	13.98	0.56
Salon réservé	165	1.350	720	4.36	0.63
Théâtres (Salles).					
Odéon	350	5.600	2.470	7.06	0.44
Gaîté	250	4.800	2.360	9.44	0.55
Com.-Française	240	3.500	1.340	9.75	0.67
Palais-Royal	90	1.000	1.900	21.10	1.90
Porte-St-Martin	200	3.250	3.250	16.00	0.98
Renaissance	96	1.400	1.970	20.52	1.40

L'éclairage de l'Opéra pendant les soirées de bal donne une confirmation des remarques que l'on trouvera développées à l'article ECLAIREMENT. En effet, la quantité de lumière dépensée dans la salle, par mètre cube, est double de celle qui est dépensée en même temps sur la scène ; mais l'éclairement n'y est pas supérieur ; il serait plutôt un peu inférieur à celui de la scène, résultat évidemment dû à la diffusion des parois qui est bien moindre dans la salle.

A l'aide du photomètre d'éclairement de M. Mascart, un grand nombre de mesures a été fait par M. de Nerville dans diverses salles dont l'éclairage est bien déterminé.

OPÉRA. Dans la salle, au niveau de l'orchestre et du parterre, l'éclairement moyen est d'environ 10 bougies-mètre en moyenne. Dans les loges, il s'élève à mesure qu'on s'approche du lustre, d'étage en étage à 11, 12, 14 et 15 bougies-mètre.

La surface en plan est de 500 mètres carrés et les foyers représentent à très peu près 5,000 bougies, en lampes incandescentes.

Foyer. 500 mètres carrés, 5,500 bougies, éclairement variant de 10 à 20 bougies-mètre, 15 à 16 en moyenne.

HIPPODROME. 6,000 mètres carrés dont 3,000 de piste. Sources : 82 bougies Jablochkoff 4 millimètres, plus 18 régulateurs de 25 ampères, plus encore 1,800 lampes incandescentes de 5 à 10 bougies.

Loge. A l'extrémité du grand axe, 30 à 35 en moyenne avec maximum de 50 et minimum de 12 bougies-mètre selon direction visée.

Piste. 50 bougies-mètre horizontalement, en moyenne et maximum au point le plus éclairé de 120 environ.

HÔTEL CONTINENTAL. Salle de danse, 12 à 20 bougies-mètre.

POSTE CENTRAL DES TÉLÉGRAPHES. Grande salle des hommes, surface 651 mètres carrés, hauteur 7m,50, 15 régulateurs Cance de 8 ampères. Variable de 8 à 25 bougies-mètre, moyenne 20 environ.

Même salle, éclairée au gaz par 75 becs système Cromartie, brûlant 140 litres à l'heure. Variable de 3 à 7 bougies-mètre.

HALLES CENTRALES. Pavillon n° 4, 2,970 mètres carrés, 12 régulateurs Bardon de 5 ampères, globes de 10 centimètres, placés à 4 mètres du sol. Variable de 1 à 5.5 bougies-mètre.

D'autre part, des expériences faites en vue de déterminer l'éclairement produit par la lumière du jour, sur une table de travail, montrent que les éclairages artificiels, si brillants qu'ils paraissent, sont bien loin de pouvoir être comparés à la lumière du jour. En effet, on obtient au mois de juin, par beau temps, 100 bougies-mètre et, par temps de pluie donnant un éclairement qui semble à peine suffisant, 20 à 30 bougies-mètre. Le clair de lune semble donner un éclairement normal de 0,3 bougies-mètre, très faible par conséquent.

L'éclairage des voies publiques, sur lequel nous n'avons pas de chiffres exacts, est certainement très faible. Dans les larges voies des grandes villes, ce sont surtout les magasins et cafés qui contribuent à l'éclat par leur éclairage et il faut parcourir ces voies aux heures matinales, où nul autre éclairage ne vient altérer l'effet produit par l'éclairage public pour juger combien il reste à faire dans cette voie.

Les besoins en matière d'éclairage vont en augmentant sans cesse, et le développement de la lumière électrique n'a pas peu contribué à accentuer les tendances aux éclairages de plus en plus intenses.

Nous empruntons à une remarquable étude de M. Hippolyte Fontaine sur l'éclairage de Paris, les tableaux ci-dessous, qui montrent les variations dans les diverses sources de production de lumière et la progression de la quantité totale.

TABLEAU I. — *Quantités de lumière fournies par les bougies et les chandelles.*

Années	Population	Quantité totale de lumière en bougies décimales-heure	Quantité de bougies décimales-heure par hab. et par an
1855	1.174.346	258.778.500	220
1872	1.851.792	468.803.850	250
1877	2.044.849	427.023.310	210
1883	2.299.193	500.624.460	217
1889	2.389.705	445.314.300	190

TABLEAU II. — *Quantités de lumière obtenues au moyen de l'huile végétale.*

Années	Population	Quantité totale de lumière en bougies décimales-heure	Quantité de bougies décimales-heure par habitant
1855	1.174.346	1.378.920.800	1.174,2
1872	1.851.792	1.790.212.800	966,8
1877	2.044.849	1.574.344.200	769,9
1883	2.299.193	1.490.304.600	648,6
1889	2.389.705	1.236.067.800	517,2

TABLEAU III. — *Quantités de lumière obtenues au moyen des huiles et essences minérales.*

Années	Population	Quantité d'huile et d'essence minérale		Quantité totale de lumière-heure en bougies décimales	Quantité en bougies décimales-heure par habitant
		entrée dans Paris	employée à l'éclairage		
		k.logr.	kilogr.		
1855	1.174.346	»	»	»	»
1872	1.851.792	3.958.480	3.759.556	939.889.000	503,1
1877	2.044.849	6.231.280	5.919.716	1.479.929.000	722
1883	2.299.193	12.059.600	11.456.620	2.814.155.000	1.244
1889	2.389.705	20.089.120	19.084.664	4.771.166.000	1.995

TABLEAU IV. — *Quantités de lumière produites par le gaz.*

Années	Population	Quantité totale de lumière en bougies décimales-heure	Quantité de bougies décimales-heure par habitant
1855	1.174.346	2.784.000.000	2.371
1872	1.851.792	7.912.000.000	4.272
1877	2.044.849	9.768.000.000	4.776
1883	2.299.193	13.992.000.000	6.087
1889	2.389.705	15.200.000.000	6.470

TABLEAU V. — *Quantités de lumière produites par l'électricité.*

Années	Population	Quantité totale de lumière en bougies décimales-heure	Quantité de bougies décimales-heure par habitant
1855	1.174.346	»	»
1872	1.851.792	»	»
1877	2.044.849	134.220.000	65
1883	2.299.193	525.560.000	230
1889	2.389.705	50.878.080.000	2.130

TABLEAU VI. — *Quantités de lumière consommées à Paris par an et par habitant, évaluées en bougies décimales-heure.*

Années	Bougies et chandelles	Huiles		Gaz	Electricité	Quantité totale
		végétales	minérales			
1855	220	1.174	»	2.376	»	3.765
1872	250	967	503	4.272	»	5.992
1877	210	770	722	4.776	65	6.543
1883	217	649	1.244	6.087	230	8.427
1889	190	517	1.995	6.470	2.130	11.302

Prix de revient de l'éclairage électrique. Depuis quelques années, les progrès obtenus dans la construction du matériel électrique ont été tels qu'on a pu obtenir des rendements de plus en plus élevés, non seulement en valeur absolue, mais aussi en valeur relative rapportée au poids. En d'autres termes, on a pu faire meilleur et plus léger, et la conséquence en a été une très importante réduction dans les prix du matériel pour une puissance donnée.

En ce qui concerne les dynamos principalement, le progrès a été extrêmement marqué, il y a dix ans, les machines d'une puissance de 2,500 watts, qui formaient presque la moyenne des dimensions commerciales, se vendaient sur le pied de 0 fr. 50 à 1 franc le watt suivant le système et suivant le pays de production. Aujourd'hui, les machines de cette puissance sont presque les plus faibles qui se construisent pour les besoins industriels, et leur valeur est descendue à 0 fr. 30 le watt environ. Les dimensions moyennes sont aujourd'hui celles de 20,000 à 30,000 watts, et leur prix est très voisin de 0 fr. 15 le watt. D'autre part les rendements absolus de ces machines sont arrivés à dépasser 85 0/0 et atteignent 90 0/0 dans les meilleures machines.

Il semble qu'il y ait désormais peu de chose à gagner sous ce rapport : la construction électrique est descendue aux prix de la construction mécanique générale, et on ne peut plus espérer d'abaissement de prix comparable à celui de ces dernières années.

Nous empruntons à l'excellent ouvrage de M. Hippolyte Fontaine sur l'*éclairage à l'électricité* les tableaux suivants qui résument les prix des divers éléments des installations d'éclairage électrique. Les prix des dynamos sur le marché français sont en ce moment (1890) les suivants (V. le tableau en tête de la page 726).

Il convient de remarquer que nulle part, en Europe ou en Amérique, les prix ne sont aussi bas qu'en France. Malgré cela, les machines

TABLEAU VII.

Puissance		Prix moyen en francs		
en watts	en chevaux	Total	Par watt	Par cheval
75.000	100	10.000	0.13	100
37.500	50	5.500	0.14	110
26.250	35	4.000	0.15	114
18.750	25	3.000	0.16	120
15.000	20	2.500	0.17	125
11.250	15	2.000	0.18	133
7.500	10	1.500	0.20	150
3.750	5	850	0.23	170
1.500	2	600	0.40	200

françaises pénètrent peu à l'étranger. Dans les pays producteurs on donne toujours la préférence à l'industrie nationale.

Les fils conducteurs n'ont pas suivi, dans leur prix, la même marche décroissante. En effet, le prix du cuivre est resté sensiblement le même, et celui des matières isolantes, telles que le caoutchouc, qui entrent dans leur composition, ont au contraire subi une hausse considérable, résultant précisément de la demande croissante à laquelle elles ont donné lieu à la suite du développement de leurs applications. Mais on a appris à employer plus judicieusement les différents types de fils et câbles, et à se servir dans chaque cas des matières les plus appropriées à la fois à la sécurité et à l'économie de l'installation.

Voici les cours moyens des fils d'installation, selon leur degré d'isolement:

TABLEAU VIII.

Section en mill. carrés	Isolement léger	Isolement moyen	Isolement fort	Isolement sous plomb
	le mètre	le mètre	le mètre	le mètre
1	0.17	0.26	0.37	0.72
2	0.23	0.29	0.42	0.92
5	0.38	0.50	0.68	1.43
10	0.60	0.81	1.07	1.98
20	1.10	1.43	1.82	3.13
50	2.60	3.38	4.17	5.22
100	5.20	6.63	8.06	8.45
200	9.75	12.35	13.65	14.30
300	14.30	16.90	17.87	19.50

Les lampes à arc ont peu progressé: leur prix moyen est très variable entre 125 et 250 francs. Les modèles les moins coûteux ont souvent une faiblesse d'organes qui les spécialise à l'éclairage des intérieurs par foyers de faible intensité. Les lampes destinées aux éclairages extérieurs doivent être robustes et bien abritées, et restent d'un prix assez élevé. Leurs accessoires s'élèvent à 150 francs par lampe environ.

Les lampes à incandescence ont aussi beaucoup baissé de prix, à mesure que leur fabrication s'est généralisée et étendue. En même temps leur qualité a été en s'améliorant, au point de vue de leur résistance à l'action destructive du courant. En 1882, la valeur des lampes moyennes, de 10 à 20 bougies, était de 7 fr. 50 ; aujourd'hui le prix en est descendu aux environs de 4 fr. 50 à 5 fr. Il semble devoir aller encore en s'abaissant un peu. Mais déjà, à ce prix, et pour des durées de 1,000 heures, la dépense du chef des lampes ne présente rien d'exagéré.

Parmi les autres accessoires employés à l'éclairage, figurent parfois les accumulateurs électriques. Leur prix actuel est très variable d'après l'examen des tarifs des constructeurs : il est compris entre 0 fr. 25 et 0 fr. 45 l'ampère-heure par accumulateur, c'est-à-dire 0 fr. 125 à 0 fr. 225 le watt-heure. En pratique, il est bon de compter sur un prix moyen de 0 fr. 35 l'ampère-heure, soit 0 fr. 175 le watt-heure.

Quant à l'appareillage d'interrupteurs, douilles, coupe-circuit, instruments de mesure, rhéostats, le prix en varie à l'infini. Dans une installation de quelque importance, on ne peut guère compter que la dépense de ce chef sera moindre que 15 francs par lampe dans une installation industrielle et 25 à 30 francs dans une installation domestique très simple. Pour une lampe à arc, le prix des accessoires s'élève facilement à 120 ou 150 francs.

Telles sont les données principales qui peuvent servir à établir les bases d'estimation d'un prix d'installation. Nous allons maintenant les appliquer à quelques exemples qui rendront compte du prix dans les différents cas qui peuvent se présenter.

1° *Eclairage d'une halle de montage par 20 lampes à arc de 12 ampères*. Force motrice absorbée 30 chevaux. On emploie une dynamo de 70 volts, 240 ampères, et les lampes sont montées toutes en dérivation. Chacune est munie d'un indicateur de marche, d'un interrupteur et d'un rhéostat. La dépense du matériel électrique sera à peu près celle-ci :

Machine dynamo-électrique	3.000
Lampes à arcs : 20 à 175 francs.	3.500
Accessoires : 150 francs par lampe. . . .	3.000
Fils et câbles conducteurs.	750
Frais de montage.	250
	10.500

Soit environ 525 francs par lampe à arc.

2° *Eclairage d'un atelier par 250 lampes incandescentes de 10 et 20 bougies*. Force motrice absorbée 30 chevaux. On emploie une dynamo de 100 volts, 160 ampères. Les lampes sont toutes montées en dérivation.

La dépense sera à peu près :

Machine dynamo-électrique.	3.000
Lampes : 250 à 5 francs.	1.250
Accessoires d'installation, 10 fr. par lampe.	2.500
Fils et câbles conducteurs.	1.000
Frais de montage	1.500
	9.250

Soit environ 38 francs par lampe à incandescence.

3° *Eclairage d'une habitation par accumulateurs au moyen de 20 lampes incandescentes*. On prévoit un débit maximum de 15 ampères sous 50 volts pendant quatre heures chaque jour. Pour avoir de la

réserve, et n'être pas obligé de charger chaque jour, on prend des accumulateurs d'une capacité de 200 ampères-heures, au nombre de 28. On effectuera la charge tous les deux jours, pendant 10 heures, au régime moyen de 15 ampères, à l'aide d'une petite dynamo de 70 volts 20 ampères, actionnée par un moteur à gaz ou à pétrole.

Le devis d'établissement sera à peu près celui-ci :

Machine dynamo-électrique.	600
Accessoires de cette machine	150
Accumulateurs : 28 à 70 francs	1.960
Lampes : 25 à 5 francs.	125
Fils et accessoires, à 35 francs par lampe.	875
Frais d'installation et montage	500
	4.190

Les dépenses d'entretien des éclairages électriques sont peu élevées. Les lampes à arc exigent un service journalier qu'on peut estimer à 0 fr. 15 par lampe et par jour. Elles usent en plus une longueur variable de crayon, qui dépend de la qualité de celui-ci, mais qui ne s'écarte guère de 55 millimètres. Ce chiffre suppose, bien entendu, la grosseur du crayon bien proportionnée aux intensités des courants. Les prix des crayons pleins sont, à ce jour, à peu près les suivants :

Diamètre en millimètre	Prix du mètre en francs	Diamètre en millimètre	Prix du mètre en francs
7	0.90	14	1.65
8	1.00	16	2.20
9	1.10	18	2.80
10	1.20	20	3.60
12	1.40		
Charbons à âme, 10 0/0 en plus.			

La dépense dans une installation par lampe incandescente se compose presque exclusivement de leur renouvellement après leur usure. La durée moyenne, en tenant compte des casses accidentelles, ne saurait guère dépasser 700 à 800 heures. Comptant sur 750 heures, on aurait une dépense horaire de ce chef de 0 fr. 0066. Si l'on y ajoute les menues dépenses en fils fusibles et petits accessoires, on peut estimer 0 fr. 01 par heure et par lampe.

La force motrice est d'un prix très variable selon la source : elle sera, par cheval-heure de 0 fr. 01 à 0 fr. 03 par moteur hydraulique ; de 0,06 à 0,15 par moteur à vapeur ; de 0,35 à 0,60 par moteur à gaz ou pétrole.

Dans les estimations ci-dessous, nous prendrons comme moyen terme, la force motrice à 0 fr. 10 le cheval-heure.

Enfin l'amortissement du matériel électrique est une donnée du prix de revient. Mais c'est un élément dans lequel l'appréciation personnelle joue un grand rôle. Un taux de 10 0/0 l'an est certainement exagéré et on aura toute sécurité en adoptant ce chiffre. Mais l'usure du matériel électrique est, en général, beaucoup moindre que celle du matériel mécanique auquel le taux de 10 0/0 est applicable. Il y a de nombreux exemples de dynamos ayant aujourd'hui douze années de service, n'ayant pas coûté 20 0/0 de leur valeur en réparations, et qui continuent à faire un excellent service.

En prenant ces divers éléments, on peut évaluer les dépenses d'exploitation des installations envisagées plus haut. Pour les deux premières, nous supposerons une marche effective de 1,000 heures par an.

1° *Dépense d'exploitation de l'installation d'éclairage par arc voltaïque.*

Force motrice : 30,000 chevaux-heure à 0 fr. 10.	3.000
Crayons : 1,100 mètres de 12m/m à 1 fr. 20. . . .	1.320
Service journalier : 300 jours à 3 francs.	900
Amortissement : 10 0/0 sur 10,500.	1.050
	6.270

Soit 0 fr. 32 par heure et par lampe à arc.

2° *Dépenses d'exploitation de l'installation d'éclairage industriel par lampes incandescentes.*

Force motrice : 30,000 chevaux-heures à 0 fr. 10.	3.000
Lampes et divers : 250,000 heures lampes à 0 fr. 01.	2.500
Amortissement : 10 0/0 sur 9,250.	925
	6.425

Soit 0 fr. 026 par heure et par lampe incandescente.

3° *Dépenses d'exploitation de l'installation domestique par lampes incandescentes.*

Force motrice : 3,200 chevaux-heure à 0 fr. 40.	1.280
Lampes et divers : 29,200 heures lampes à 0,01.	292
Amortissement : 10 0/0 sur 4,190	419
	1.991

Soit 0 fr. 068 par heure et par lampe.

Les données ci-dessus ne doivent pas être prises pour des bases absolues. Nous avons pris soin d'indiquer que nous avions compté sur des prix moyens, qui peuvent parfaitement être dépassés, dans des circonstances particulières. Nous pensons toutefois qu'elles suffiront à donner une première indication au lecteur, qui pourra y apporter les modifications que nécessiterait l'application qu'il aurait en vue. On trouvera d'ailleurs de nombreux résultats d'application dans l'excellent ouvrage de M. Hippolyte Fontaine, *Eclairage à l'électricité*, 3e édition, Baudry et Cie, éditeurs, Paris, 1888.

Eclairage public *par la lumière électrique.* L'éclairage public à la lumière électrique date déjà d'une dizaine d'années, à Paris. C'est vers 1880 qu'ont été installés les éclairages du parc Monceau par la bougie Jablochkoff et du parc des Buttes-Chaumont par les lampes Brush.

Mais pour l'éclairage des rues, en remplacement des becs à gaz, son emploi est plus récent. Ce n'est qu'au commencement de 1889 qu'a été installé l'éclairage des boulevards, de la place de la Concorde à la place du Château-d'Eau, à Paris. Auparavant, quelques grandes villes d'Europe avaient quelques installations analogues, notamment Milan et Berlin.

A Paris, l'éclairage a subi quelques additions

qui ont eu pour but de faire disparaître certaines parties sombres ; mais l'économie générale du projet primitif a été conservée.

Cette installation a servi, pour ainsi dire, à éprouver le sentiment public au sujet de ce nouveau mode d'éclairage. Nous devons reconnaître que la première impression du public a été assez singulière : il a d'abord jugé l'éclairage absolument insuffisant. Et cependant la quantité de lumière déversée par les nouveaux foyers était bien dix fois supérieure à celle que donnaient les anciens becs à gaz. Depuis lors, une accoutumance s'est produite, l'éclairage est jugé satisfaisant, et s'il fallait le supprimer brusquement et revenir à l'ancien état de choses, le même public en réclamerait à cor et à cri le rétablissement immédiat.

L'expérience a vite prouvé que, dans l'éclairage public, il était indispensable de recourir aux verres dépolis pour atténuer l'éclat excessif de l'arc voltaïque. Cette nécessité est corrélative d'une perte importante de lumière, mais l'effet d'ensemble est meilleur. Des études expérimentales ont permis d'obtenir des modèles de lanternes élégants et solides, et surtout dépourvus de ces ombres exagérées provenant de carcasses d'un profil malheureux, qui rendaient si disgracieux l'effet produit sur le sol par les premiers appareils.

La ligne des boulevards est aujourd'hui complètement éclairée ; depuis la place de la Concorde jusqu'à la place de la République. On a reconnu nécessaire de forcer l'éclairage dans la partie la plus fréquentée, entre l'Opéra et la rue Drouot. Là, il y a 22 lampes pour une surface de voie qui est d'à peu près 22,000 mètres carrés. Mais si l'on considère que les trottoirs plantés d'arbres, sont surtout éclairés par la lumière provenant des magasins, tandis que c'est surtout la chaussée qui reçoit celle des arcs, on reconnaît que l'éclairage est dû dans cette partie à une lampe pour 500 mètres carrés de chaussée. Dans le reste des boulevards, la densité est plus faible ; elle est seulement d'une lampe par 850 mètres carrés de chaussée. Le prix payé par la Ville est de 0 fr. 60 l'heure par lampe de 10 ampères.

Les lampes incandescentes ont été quelquefois aussi appliquées à l'éclairage public. Il n'y a alors aucune difficulté d'application : chacune d'elles remplace un bec à gaz, à égalité de lumière à peu près, et peut se substituer à lui dans les lanternes. Un groupe de lampes dans une même lanterne produit un effet comparable à celui d'un bec à gaz perfectionné. Sur le réseau d'éclairage de l'usine municipale de Paris, les becs de carrefours ont été ainsi garnis, et l'effet est très satisfaisant. — R.-V. P.

• **Eclairage des trains et des voitures** (*ch. de fer*). A l'époque où l'article Eclairage a été fait dans le *Dictionnaire*, on n'en était qu'aux essais d'application de l'électricité et l'on recherchait encore les moyens de surmonter les difficultés, très sérieuses, résultant de l'indépendance à conserver pour les véhicules d'un même train, de l'augmentation de poids mort nécessitée par le transport d'une réserve considérable d'accumulateurs dans chaque voiture, enfin de l'élévation du prix de revient. Aujourd'hui la question a fait un grand pas, en profitant des progrès récemment accomplis par la science électrique, et l'on peut dire que, si toutes ces difficultés ne sont pas résolues, on touche du moins à la solution pratique pour la plupart d'entre elles. Le moment paraît donc venu de résumer brièvement les dispositions prises à cet effet, en citant quelques-uns des systèmes les plus importants parmi ceux qui ont été, non pas proposés, mais réellement appliqués et qui sont encore en service.

L'emploi de l'électricité, pour l'éclairage des voitures, présente sur le gaz des avantages incontestables : il supprime les dangers d'explosion ou d'incendie, simplifie les problèmes concernant l'aérage ou l'allumage ; enfin chaque véhicule portant l'approvisionnement d'accumulateurs qui lui est nécessaire, il y a indépendance complète entre les voitures d'un même train, on peut en retirer ou en ajouter en cours de route, sans être obligé de défaire des accouplements compliqués. Il n'est pas impossible d'employer, en même temps que les accumulateurs, une autre source d'électricité, telle qu'une machine dynamo-électrique mue, soit par l'essieu d'un véhicule, soit par un moteur à vapeur qu'alimenterait la locomotive ; mais les accumulateurs restent indispensables, dans le double but de régulariser le débit du courant électrique et d'assurer la continuité de l'éclairage pendant les arrêts, ou lorsqu'on coupe le train.

Laissant de côté l'emploi des piles primaires dont il n'a pas été fait d'essais nouveaux depuis l'abandon du système Holmes et Burke, en Angleterre, et du système Desruelles expérimenté dans les wagons-lits, entre Paris et Bruxelles, nous ne parlerons que des accumulateurs et des systèmes de dynamos pour l'éclairage des trains.

1° *Accumulateurs*. Le rendement, en énergie, des piles secondaires, dépasse aujourd'hui 82 0/0 ; leur capacité à la décharge atteint 12 ampères-heure, par kilogramme de plaque et 8 ampères-heure par kilogramme de poids total, sous un potentiel d'environ 2 volts. Dans ces conditions, il paraît facile d'obtenir un bon éclairage avec des lampes à incandescence à faible tension, en ajoutant une réserve de trois ou quatre éléments, qu'on introduit successivement dans le circuit vers la fin de la décharge, ou bien, comme on l'a fait au chemin de fer du Nord, en y intercalant un rhéostat à déclenchement automatique, réglé au début d'après l'intensité consommée par la totalité des lampes d'une voiture, et servant, en même temps, de commutateur pour l'allumage ou l'extinction des lampes.

On peut calculer le nombre d'heures d'éclairage, en se basant sur une capacité, à la décharge, de 10 ampères-heure par kilogramme d'électrode ; la quantité d'électricité nécessaire à la charge est, en général, de 15 ampères-heure par kilogramme de poids utile, ce qui fixe le rendement à 60 0/0 au lieu de 80 0/0, de sorte que l'on est au-dessous

Noms des réseaux	Dates des essais ou de l'introduction définitive	Lampe			Accumulateurs						Résultats des observations
		Type de la lampe	Intensité lumineuse en bougies	Consommation d'électricité par lampe	Type d'accumulateur employé	Emplacement	Nombre des éléments	Poids par élément		Poids des accumulateurs		
								Utile	Total	Total	par lampe	
			bougies					kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	
Chemin de fer de Paris à Orléans	1883 (essais)	à incandescence.	6 à 10	10 volts et 2 ampèr.	Faure-Sellon-Volkmar.	En boîtes sous les banquettes.	»	»	»	»	»	Il aurait fallu une surcharge trop forte : 400 kilogrammes d'accumulateurs par voiture.
	1883 (essais)	Swan.	»	36 volts et 0,75 a.	Faure.	»	20	4.400	6	240	5 par h.	Lumière inconstante, trop forte au début, trop faible au bout de quelques heures, exigeant l'intervention du personnel en cours de route.
	1883 (essais)	Swan.	»	»	Faure.	En boîtes sous les banquettes.	»	»	»	320	40	Prix trop élevé.
	1885	Brush-Swan.	11 à 15	45 volts et 1 amp.	Brush genre Planté.	2 boîtes à 3 compartiments de chaque côté du vagon.	24	»	25	600	9.9	Abandonné en présence des bons résultats donnés par d'autres systèmes d'éclairage. Lampes et accumulateurs fragiles, se détruisant vite. Le remplacement des caisses d'accumulateurs, pesant chacune 300 kilogrammes, était difficile parce qu'il devait se faire de chaque côté des voitures, à travers les voies, souvent occupées. Abandonné.
Pennsylvania Railroad.	1886-87	Edison.	9 à 12	23 volts et 1,6 amp	Electrical accumulator C°	2 boîtes, mais on ne rechange qu'une à la fois, l'autre est de réserve.	16	16	25	400	5	Durée dix heures. Bons résultats.
Boston and Albany Railroad.	1887	Weston.	16 à 22	60 volts et 1,1 amp.	Julien.	Sous les voitures en deux groupes.	60	12	17	1.020	47	Durée neuf heures et, à la rigueur, 1 ou 2 heures de plus. La lampe Edison essayée a donné un résultat encore meilleur. Rendement 60 0/0.
Pullman Palace Car C°	1887	»	»	»	Electrical accumulator C°	Sous les voitures.	»	»	»	»	»	Ces essais n'ont pas duré.
					Julien.	Sous les voitures.	»	»	»	»	»	Actuellement on se sert des accumulateurs et des dynamos Eickemeyer actionnés par une machine Brotherood, placée dans le fourgon à bagages et empruntant sa vapeur à la chaudière de la locomotive.
Canadian Pacific Railway.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Emploi d'un raccord flexible pour alimenter certaines voitures avec des accumulateurs placés sous les voitures voisines. Les installations sont définitives et donnent satisfaction.
Chemin de fer du Nord-Est Suisse.	»	»	10	15 volts et 0,24 a.	»	»	8	»	22.5	180	30	Eclairage supérieur au gaz Pintsch du même train, dont le réservoir pèserait le double du poids des accumulateurs pour le même nombre de brûleurs et d'heures d'éclairage. Durée treize heures.
Chemin de fer de la Suisse occidentale et du Simplon.	1889	Kotinsky.	10, 8 et 6	18 volts	Huber.	»	9	8.06	12.76	115	17	Durée d'éclairage, douze heures. Lampes et accumulateurs se comportant et résistant très bien.
Chemin de fer du Nord français — Société des vagons-lits Paris à Calais	Essais actuels	»	8	12 volts	Soc. du travail élect. des mét.	2 caisses placées sous la voiture.	8	»	»	250	»	Permet la substitution instantanée de la lampe à l'huile à la lampe électrique.
	1890	»	6	25v.,0,6 à 0,7 a.	Id.	Sous la voiture.	16	17	31	550	26	Durée quinze heures. Chargement des accumulateurs s'effectuant sans transbordement. Très satisfaisant.
Ligne de Helsingborg-Christiania.	1888	à incandescence.	8, 10 et 16	50 volts	Electr. Power Storage C°.	Dans le fourgon.	28	»	»	»	»	Très satisfaisant.

de la limite. Les accumulateurs spécialement fabriqués pour être soumis aux cahots du transport et maniés avec soin peuvent avoir une durée de deux ans; les frais d'entretien sont évalués à 10 ou 12 0/0. Quant aux lampes, si l'on soumet le filament à une compression et à une nourriture convenables, il résulte d'expériences faites au chemin de fer du Nord, que les vibrations provenant de la marche des trains n'ont qu'un effet négligeable sur leur durée, et qu'elles peuvent atteindre 1,200 heures sans être remplacées.

Le tableau de la page 729 donne le résumé des principales applications d'éclairage faites sur quelques grands réseaux de chemins de fer, à l'aide des accumulateurs.

2° *Accumulateurs et dynamo commandée par l'essieu d'un véhicule.* Le système Tommasi, essayé en 1883 par l'Etat belge et l'Est français, comportait une batterie d'accumulateurs placée dans le fourgon, à côté de la machine dynamo-électrique, de manière à suppléer la source d'électricité en cas d'arrêt ou pendant la marche à faible vitesse; une disposition mécanique permettait, par le croisement des courroies, d'obtenir le même sens de marche de la dynamo, quel que soit le sens de la marche du train; un interrupteur automatique de sûreté séparait la dynamo des accumulateurs, quand la vitesse s'abaissait au-dessous de 30 kilomètres à l'heure. Les essais du système Tommasi n'ont pas été suivis d'une application définitive.

Le chemin autrichien de la Sudbahn a expérimenté le système de Calo, où un commutateur automatique à force centrifuge, servant d'interrupteur de sûreté, introduisait dans le circuit un nombre variable d'éléments secondaires, reliés en deux séries parallèles, pour que leur action régulatrice fut plus parfaite, leur résistance électrique étant moindre et leur force électro-motrice moins variable; mais les essais ont été interrompus, parce que pendant la montée du Sœmmering, les accumulateurs, qui devaient seuls alimenter les lampes, n'avaient plus une capacité suffisante.

Dans les expériences de la direction de Francfort-sur-le-Mein, les accumulateurs, au lieu d'être placés en dérivation, étaient mis en tension dans le circuit, de manière à diminuer le nombre des éléments; la batterie était intercalée dans le circuit en deux séries parallèles, pendant la marche de la dynamo, et en série unique lorsqu'elle alimentait seule les lampes; le courant était constant, le système de prise de force comportant une combinaison mécanique destinée à donner une vitesse régulière, tout en permettant la marche du train dans les deux sens; mais ce système était si compliqué et exigeait des soins si minutieux qu'on y a renoncé, et que, quand le chemin de l'Etat du Wurtemberg reprit les expériences, on se décida à effectuer la régulation par des systèmes électriques, et à faire porter à chaque voiture son approvisionnement.

Le système Timmis, essayé sur le Midland-Railway, diffère des précédents en ce qu'on a ajouté, dans chaque voiture, un commutateur électrique de contrôle, manœuvré du fourgon au moyen d'un troisième fil, afin que les lampes ne pussent être allumées sans la volonté du chef de train; à l'aide d'un quatrième fil, on utilise les accumulateurs pour faire fonctionner les avertisseurs d'alarme mis à la disposition des voyageurs dans chaque compartiment. L'administration paraît très satisfaite de ce système, qui fonctionne depuis le mois de mai 1889.

En résumé, les accumulateurs servent à la fois de réservoirs, pendant que la dynamo est réduite à l'inactivité et de régulateurs quand elle est en mouvement.

3° *Accumulateurs commandés par une machine spéciale alimentée par la locomotive.* Ce système n'est qu'une variété du précédent, l'emploi des accumulateurs y étant encore nécessité par la régularité de l'éclairage. Toute la question est de savoir si les locomotives ont un excès de puissance suffisant pour alimenter la dynamo, indépendamment de la vapeur qu'on leur emprunte déjà pour faire fonctionner les freins : c'est évidemment une question d'espèce.

Les essais du Great-Eastern Railway n'ont pas eu de suite, à cause de l'élévation du prix de revient : la dynamo, excitée en dérivation, était installée sur la machine et actionnée par un moteur à grande vitesse Tower, de cinq pouces; une batterie de 26 éléments, placée dans le fourgon, pouvait entretenir l'éclairage pendant une durée de six heures, sous le contrôle des gardes.

Le train impérial de Russie, détruit dans la catastrophe de 1888, était aussi éclairé d'après un système semblable, installé par la maison Jablochkoff et C^ie^; les lampes à incandescence étaient de 30 volts et de 6 à 8 bougies chacune, au nombre de 253, indépendantes l'une de l'autre, en verre blanc, avec des cloches en verre poli foncé ou en verre blanc dépoli. Le train était éclairé complètement pendant un trajet de 643 kilomètres, avec une vitesse moyenne de 50 kilomètres à l'heure, pendant un arrêt de dix heures à Moscou et pendant le retour de Moscou à Saint-Pétersbourg.

L'express de New-York à Chicago est éclairé par la Pullmann Palace Car C°, au moyen d'une dynamo Eickemeyer actionnée par une machine Brotherood de 10 chevaux, qui marche sans interruption, le jour pour charger les accumulateurs, la nuit pour concourir à l'éclairage. La perte de travail est considérable, mais la vapeur d'échappement est utilisée pour le chauffage du train. Ce système est aussi en service sur le Connecticut River Railway.

Sur le Chicago Milwaukee and Saint-Paul Railway, on emploie une dynamo de 80 volts et 80 ampères, mue par une machine Brotherood, et 448 accumulateurs distribués dans les quatorze véhicules du train.

Le prix de revient de cet éclairage paraît être meilleur marché que dans les autres systèmes. — M. C.

WEISSENBRUCH et SARTIAUX, *Congrès des chemins de fer* (session de 1889). *Rapport sur les applications de l'électricité.*

***ÉCLAIREMENT.** Il est peu de points sur lesquels les idées du public instruit soient plus vagues que sur celui de l'éclairement. L'art d'utiliser la lumière est cependant soumis, comme tous les autres, à des règles précises, qui sont faciles à saisir lorsqu'on a une fois bien établi la distinction entre la lumière et l'éclairement, c'est-à-dire entre la cause et l'effet. La lumière n'a pas besoin d'être définie : l'*éclairement* est l'effet produit par la somme de lumière sur les surfaces environnantes; l'*éclairage* est l'impression produite sur le sens de la vue par l'éclairement des diverses surfaces.

On comprend, malheureusement, sous le même nom de *photométrie* la mesure de la lumière, et celle de l'éclairement. En outre, on n'a pas réussi jusqu'à ce jour à trouver une mesure de l'éclairement qui soit indépendante de l'œil, c'est-à-dire qu'on juge de l'éclairement par l'éclairage, ce qui complique encore la séparation des notions.

La lumière et l'éclairement ont évidemment une réalité objective, indépendante de l'observateur; l'éclairage, au contraire, est un phénomène subjectif, variable avec la qualité de l'organe de l'observateur. Les deux premières quantités sont donc les seules qui soient susceptibles de définition et d'expression scientifiques.

Lumière. Chacun sait ce que c'est qu'une source de lumière. Tout objet que nous voyons est en réalité une source de lumière : mais la plupart du temps, il ne fait que réfléchir celle qui lui provient d'une autre direction. On attribue plus spécialement le nom de *source de lumière* aux corps qui sont lumineux par eux-mêmes, indépendamment de toute autre source. Les corps portés à une haute température sont à peu près les seules sources utilisables, la *phosphorescence* (V. ce mot) n'ayant jusqu'ici donné lieu à aucune application, en raison de sa faiblesse.

L'*intensité lumineuse* d'une source s'évalue par la comparaison avec une autre source prise pour unité. Depuis le Congrès de 1881, la source unité est *un centimètre carré de platine à la température de fusion.*

Depuis le Congrès de 1890, on appelle *bougie décimale*, la vingtième partie de cette source. Par rapport aux anciennes dénominations, l'unité au platine vaut environ 2 carcels français, et 20 bougies anglaises. Les différences sont très faibles et tout à fait négligeables.

Les intensités lumineuses se comparent par l'éclairement produit sur deux parties voisines d'une même surface semblablement placée pour chacune des sources. — V. PHOTOMÉTRIE.

Toutes les sources lumineuses dont nous disposons ont des dimensions qui sont loin d'être infiniment petites par rapport à celles de l'espace où leur effet se fait utilement sentir. Mais il est nécessaire, pour l'étude théorique de la question, d'employer le point lumineux, source théorique sans dimensions.

La quantité de lumière émise par une source est proportionnelle à son intensité.

Eclairement. L'éclairement d'une surface est le quotient de la quantité de lumière qui tombe sur la surface, par cette surface. Appelant M l'intensité d'une source lumineuse : toute la quantité de lumière qu'elle émet dans tous les sens rencontre et éclaire la surface d'une sphère, tracée de la source comme centre avec le rayon unité. Cette surface est 4π, et si l'on veut exprimer par l'unité l'éclairement reçu par l'unité de surface situé à l'unité de distance de la source, d'intensité aussi égale à l'unité, il faut convenir que la quantité de lumière émise par une source d'intensité M sera égale à $4\pi M$. Cela étant, la quantité de lumière reçue par une surface, d'une source égale à l'unité, sera numériquement égale à l'angle solide sous lequel la surface est vue de la source.

On pourra se faire une idée plus nette de ces quantités, en considérant les analogies qu'elles présentent avec les masses électriques ou magnétiques, et les flux de force correspondants.

On comprendra aisément maintenant que l'éclairage peut être très variable avec un même éclairement, selon la nature de la surface qui reçoit la lumière. L'éclairage est l'effet produit sur notre œil : il dépend donc du pouvoir réfléchissant de la surface, de son pouvoir diffusant, de sa couleur et enfin des qualités propres de l'œil. Chacun sait qu'une même enceinte est de plus en plus brillamment éclairée, avec la même source, à mesure que les parois en sont rendues de teintes de plus en plus claires. D'autre part, il intervient certainement une constante personnelle dans toutes les appréciations photométriques.

L'unité d'éclairement n'a pas été définie jusqu'ici; une proposition de M. Preece, au Congrès des électriciens de 1889, proposant le nom de *lux* pour la valeur $\frac{1 \text{ carcel}}{1 \text{ mètre carré}}$, n'a pas été adoptée, en raison de l'abandon du carcel comme étalon d'intensité lumineuse. L'éclairement évalué en $\frac{\text{bougies anglaises}}{\text{pieds carrés anglais}}$ donne un chiffre très approximativement égal à celui de l'évaluation en $\frac{\text{carcels}}{\text{mètres carrés}}$. L'unité à employer est

$$\frac{1 \text{ bougie décimale}}{1 \text{ mètre carré}}$$

qui s'appelle assez couramment *bougie-mètre.* Le *carcel-mètre* vaut naturellement à très peu près 10 bougies-mètres.

On trouvera à l'article ECLAIRAGE des évaluations qui permettent d'avoir une idée nette de ces grandeurs.

L'éclairement, en un point d'un plan situé d'une manière quelconque par rapport à la source, est la limite du rapport de la quantité de lumière tombant sur une petite surface autour de ce point, par cette surface même. Appelant Q la quantité de lumière et ω la surface, l'éclairement ε au point considéré est donc $\varepsilon = \frac{dQ}{d\omega}$. Cet éclairement dépend de la loi composée exprimant l'effet de l'éloignement et celui de l'orientation de la surface. Soit une source d'intensité 1 : considérons un plan qu'elle éclaire, et menons du point la perpendiculaire sur le plan. Il est évident qu'en pre-

nant cette ligne comme axe, il y aura symétrie dans tous les azimuths et qu'il suffit de considérer ce qui se passe dans l'un d'eux. Soit donc OY l'axe; OX l'intersection du plan avec l'azimuth considéré; sur ces lignes comme axes, on peut construire la courbe représentative, l'ordonnée donnant l'éclairement de chacun des points de l'axe des x auquel elle correspond. On trouve de suite que cette courbure est représentée par l'équation

$$y=\frac{1}{h^2}\frac{1}{\sqrt{(1+m^2)^3}}$$

dans laquelle h est la hauteur de la source au-dessus du plan, et m le rapport $\frac{x}{h}$ de l'abscisse à la hauteur de la source. Comme la connaissance exacte des valeurs des coordonnées est d'une grande importance pour les études pratiques d'éclairage des grands espaces, nous en donnons ci-dessous les valeurs calculées pour toute la région utile. L'ordonnée à l'origine correspond évidemment à un maximum.

Il y a une inflexion pour $x=0{,}5h$ (fig. 475).

$y=1$	0.985	0.943	0.870	0.793	0.714	0 630	0.549	0.480	0.420	0 357	0.310	0.270	0.230	0.200	0.171
$x=0{,}0$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5

0.150	0.130	0.110	0.100	0.089	0.075	0.070	0.065	0.055	0.051	0.045	0.040	0.038	0.035	0.032	0.0143	0.0075
1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	4.0	5.0

Avec cette courbe, il sera facile d'établir d'avance sur un plan les lignes d'égal éclairement, ou lignes de niveau, qui résultent de l'action superposée de plusieurs foyers dont on connaît la hauteur.

Mais le problème comprend aussi presque toujours l'étude de la hauteur la plus favorable. Pour la déterminer, il est bon de disposer d'une courbe. Considérons un plan contenant d'abord la source S et un point A à la distance d de S. La source est maintenant supposée s'élever progressivement le long de OX et on se propose de représenter l'éclairement du point A pour chaque position de la source. Pour cela, on portera en abscisse la valeur de l'éclairement du point A, pour une position de la source sur OX définie par l'ordonnée même. On a alors :

$$y=\frac{1}{d^2}\frac{m}{\sqrt{(1+m^2)^3}}$$

avec

$$m=\frac{x}{d}$$

Tableau des valeurs (fig, 476) :

$y=$ 0.093	0 189	0.357	0.384	0.357	0 310	0.256	0.178	0.127	0.097
$x=0.1$	0.2	0.5	0.7	1 0	1.22	1.5	2.0	2.5	3.0

Maximum pour $x=0{,}707d$, $y=0{,}3843$
Inflexion pour $x=1{,}22d$, $y=0{,}310$

Telles sont les deux courbes fondamentales qui peuvent permettre d'étudier d'une manière raisonnée un projet d'éclairage.

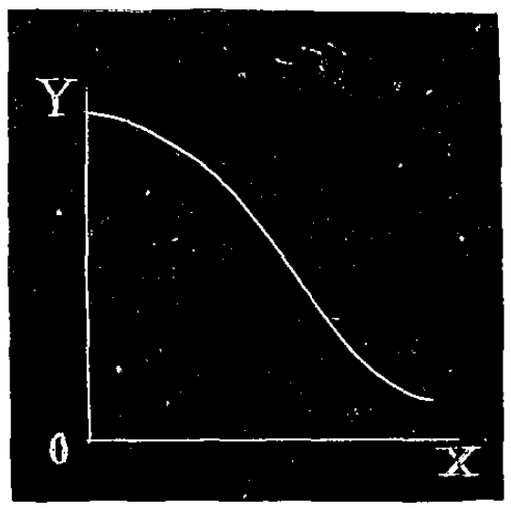


Fig. 475.

Il est impossible de donner ici les règles de cette étude; mais on peut signaler ce résultat que la hauteur d'une lumière au-dessus des objets qu'elle éclaire est la plus avantageuse, lorsqu'elle est comprise entre le quart et la moitié de la distance qui la sépare des lumières voisines.

La zone la moins éclairée reçoit entre ces limites, une quantité de lumière à peu près constante, mais son incidence est variable depuis 30° jusqu'à 45°, et il peut y avoir des raisons de préférer une certaine valeur de cette incidence.

Diffusion. Tout ce qui précède se rapporte à l'éclairement direct des objets, tel qu'il serait réalisé dans une salle à parois tout à fait noires. Dans la pratique, on sait combien est importante l'influence des parois. Celles-ci agissent par diffusion, en réfléchissant une partie de la lumière incidente et constituant des sources secondaires. Il en résulte que les ombres produites par les sources lumineuses sont atténuées et adoucies par la réflexion des parois, et, en somme que l'éclairage est supérieur à ce qu'il serait sans la diffusion. Soit, en effet, Q la quantité de lumière émanée des sources; elle tombe sur les parois, et à chaque fois, une fraction y est absorbée, et la fraction complémentaire fQ est diffusée. Celle-ci est de nouveau réfléchie en partie, et donne encore f^2Q la seconde diffusion.

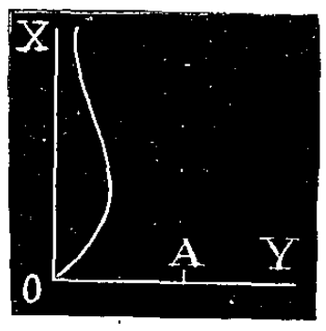


Fig. 476.

La lumière totale utilisée est alors :

$$Q(1+f+f^2+\ldots)=Q\frac{1}{1-f}.$$

Le rapport $\frac{1}{1-f}$ est donc le coefficient caractéristique de l'influence des parois et des obstacles matériels qui brisent et réfléchissent la lumière.

Pour en apprécier l'importance, il suffit de remarquer qu'avec des murs blancs, on approche de $f=0,95$. Dans ce cas, la valeur de $\frac{1}{1-f}$ est de 20. C'est évidemment un cas limite; mais on peut en conclure que dans certains locaux le rapport de diffusion pourra aisément s'élever à 5 ou 8, ce qui constitue un élément d'appréciation, très important pour l'estimation des foyers nécessaires à l'obtention d'un résultat donné, en raison de l'augmentation de portée ou de distance, limite d'éclairage efficace d'un foyer.

La notion de la distance limite à laquelle l'éclairement tombe au-dessous de la valeur minimum utile, conduit facilement à celle de l'éclairement moyen. Considérons une surface ω placée à distance R d'un foyer I, et recevant les rayons sous l'incidence i. Donnons à ω toutes les positions possibles pour que l'incidence reste comprise entre i et $i+di$; les rayons incidents restent dans une zone sphérique dont l'ouverture angulaire est $2\pi\sin i di$, et la quantité correspondante de lumière reçue est

$$dQ=\frac{\omega I}{R^2}2\pi\sin i.\cos i.\,di.$$

L'intégrale de cette expression entre les limites $i=o$ et $i=\frac{\pi}{2}$ divisée par $2\pi\omega$, donne l'éclairement moyen ε de l'unité de surface, à la distance R :

$$\varepsilon=\frac{I}{R^2}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin i\cos i\,di=\frac{1}{2}\frac{I}{R^2}.$$

L'éclairement est moitié moindre que celui qui correspondrait à l'incidence normale.

Cet éclairement moyen correspond à la distance R et, par suite, au volume $4\pi R^2 dR$ compris entre les sphères de rayon R et $R+dR$. Cela posé, l'éclairement moyen E dans toute l'étendue de la sphère ayant pour rayon la *distance limite* D d'éclairage efficace, est :

$$E=\frac{1}{\frac{4}{3}D^3}\int_0^D e4\pi R^2 dR=\frac{3}{2}\frac{I}{D^2}.$$

C'est une fois et demie celui de l'incidence normale à la distance limite.

Les foyers dont l'intensité totale est I étant situés dans la sphère de rayon D, l'intensité J par mètre cube, sera évidemment :

$$J=\frac{I}{\frac{4}{3}\pi D^3}$$

expression qu'on peut écrire, en tenant compte des relations précédentes,

$$J=\frac{E}{2\pi D}$$

Sous cette forme, on voit que l'éclairement moyen ε est proportionnel, et la distance limite D inversement proportionnelle à cette quantité. Ainsi pour obtenir un éclairement moyen de cinq bougies par mètre, à une distance limite de 10 mètres, il faudra réaliser :

$$J=\frac{5}{2\pi\times 10}=0,08$$

soit une intensité lumineuse de huit bougies par 100 mètres cubes.

Les quantités qui viennent d'être ainsi définies permettent de résoudre tous les problèmes d'éclairement. Ce n'est que depuis que la lumière électrique a donné la possibilité et le goût de réaliser des éclairages brillants, que les questions d'éclairement ont reçu une attention toute spéciale. On doit citer, sur ce sujet, les travaux de M. Mascart, auxquels nous avons fait quelques emprunts. La mesure de l'éclairement se fait à l'aide du *photomètre* d'éclairement qu'il a imaginé pour la vérification des clauses des cahiers de charges des éclairages des théâtres de Paris. — R.-V. P.

* **ÉCLIMÈTRE.** — V. Boussole.

ÉCLUSE. — V. Canal.

ÉCOLE. — V. Enseignement technique.

●* **ÉCONOMIE SOCIALE.** La préoccupation du sort des travailleurs est l'un des traits caractéristiques de cette fin de siècle; aussi l'Exposition de 1889, en célébrant le centenaire de la Révolution, ne pouvait-elle guère se dispenser de nous dire ce que l'humanité a recueilli pendant ce voyage d'un siècle, au point de vue de l'amélioration morale et matérielle du peuple ; cependant elle fut restée muette sur ces questions d'un ordre si élevé, si l'idée de la mettre en pleine lumière ne s'était présentée d'elle-même à l'esprit de quelques personnes.

En 1884, M. Charles Robert disait : « Dans l'ordre économique et social, la France aura deux grandes choses à montrer, le développement considérable de l'enseignement populaire et celui des institutions de prévoyance » (1). Dans notre rapport sur l'Exposition d'Anvers, en 1885, nous écrivions : « Une date solennelle paraît à l'horizon : 1789, avec les souvenirs qu'il rappelle aura prochainement son premier centenaire. Jamais plus heureuse et plus solennelle occasion ne s'offrira de montrer ce qui a été fait depuis cent ans, pour les petits, pour les faibles, pour la masse de l'humanité souffrante que les hommes de 1789 avaient en vue et que la Révolution a eu pour but d'assister, de soutenir, d'élever graduellement jusqu'au niveau des anciennes classes privilégiées » (2). Enfin, dans le *Génie civil* (3) M. Cheysson terminait son excellent travail sur l'organisation financière de l'Exposition par ces quelques lignes : « La grandeur, dit-il, je la demanderai à une double pensée morale qui devrait

(1) Paris, Chaix, 1884, p. 23.
(2) Exposition universelle d'Anvers. Rapport du Jury, Classe III (Enseignement supérieur, questions sociales), par E.-O. Lami, Montorier, impr., 1885.
(3) N° du 2 janvier 1886.

circuler dans tout le plan de l'Exposition comme le sang dans le corps humain pour le vivifier : celle des progrès réalisés depuis un siècle et la préoccupation du sort des travailleurs, auxquels sont dues toutes les merveilles étalées sous les yeux du public ».

La science sociale, éclairée par la raison, guidée par l'expérience, appuyée sur des résultats pratiques, demandait ainsi une place à l'Exposition, alors que les socialistes révolutionnaires s'agitaient pour organiser, aux frais de l'Etat, une exposition ouvrière agrémentée de toutes les revendications connues. M. Georges Berger, l'éminent et actif directeur de l'Exposition de 1889, qui faisait à cette époque des efforts surhumains pour gagner les sympathies de l'étranger, sentait bien que cette poignée de meneurs bruyants allait compromettre aux yeux de l'Europe le succès qui commençait à se dessiner, aussi nos ouvertures, énergiquement appuyées par M. Jules Siegfried, dont on trouve la main dans toutes les œuvres utiles, furent-elles accueillies avec le plus cordial empressement par M. G. Berger qui, s'associant pleinement à nos idées, voulut donner une ampleur particulière à l'économie sociale.

Les organisateurs de ce groupe spécial ont voulu démontrer « d'une manière éclatante, que, sous l'empire du droit moderne et de la liberté de l'industrie, d'immenses progrès, trop souvent ignorés, se sont accompli, pendant trois quarts de siècle et se poursuivent chaque jour, sans violence, même sans bruit, par le mouvement naturel des mœurs, la pression irrésistible de l'opinion publique et le triomphe pacifique des idées justes » (1).

De toutes parts, en effet, depuis trente ans surtout, de généreuses tentatives ont été faites en faveur des laborieux et des faibles ; des résultats surprenants ont été obtenus par un grand nombre de ces institutions bienfaisantes, et nous avons pu constater qu'elles font naître là où elles fonctionnent, des sentiments de concorde et d'union entre les divers facteurs de la production. L'impulsion est donnée, il n'y a plus qu'à s'élancer hardiment dans la voie tracée par des hommes de progrès.

Cette initiative privée, intelligente toujours, quand elle part du cœur, a compris qu'elle devait prendre l'être humain à sa naissance et le suivre jusqu'à sa dernière heure, en le couvrant d'une incessante sollicitude, tout en éveillant ses facultés, tout en stimulant ses diverses aptitudes ; ce sont les meilleurs types de ces institutions créées par l'initiative ouvrière ou patronale que les travaux de l'Exposition d'économie sociale, magistralement présidés par M. Léon Say, ont cherché à vulgariser sous une forme facilement assimilable par des graphiques et des cartes murales.

On se rendra compte de l'importance de cette exposition par la nomenclature des seize sections qu'elle comprenait et dont les principaux sujets d'études ont trouvé leur place dans ce *Supplément*.

I. Les *salaires*, rémunération du travail, primes et sur-salaires : le *travail des enfants et des femmes; l'arbitrage*. — II. *Participation aux bénéfices. Associations coopératives de production*, forme d'association nouvelle en France mais qui prend depuis quelques années un développement considérable. — III. *Syndicats professionnels*. — IV. *Apprentissage*, sociétés de patronage, *enseignement professionnel*. — V. Sociétés de secours mutuels. — VI. *Caisse de retraite et rentes viagères*. — VII. *Assurance sur la vie et contre les accidents*. — VIII. Epargne, principalement les sociétés d'épargne émanant de l'initiative des intéressés ou de celle du patronage. — IX. *Associations coopératives de consommation*. — X Associations coopératives de crédit, et banques faisant des avances aux associations ouvrières, aux ouvriers ou aux petits agriculteurs. Etablissements qui font des prêts d'honneur ou des prêts sans intérêts. — XI. *Habitations ouvrières*. — XII *Cercles d'ouvriers*, sociétés populaires de gymnastique, de tir, de musique. — XIII. Hygiène sociale, sociétés de tempérance, sociétés maternelles, protection des enfants en bas âge. *Mesures préventives contre les accidents*. — XIV. *Institutions patronales créées en faveur du personnel d'usines*. — XV. Grande et petite industrie. Grande et petite culture. — XVI. Emigration et immigration (1).

ÉCROU et **BOULON**. Nous avons bien parlé dans l'article Ecrou des formes, des dimensions, du pas et du forgeage de ces pièces ; mais comme les écrous sont destinés à être adaptés à des boulons, nous croyons utile de compléter cette fabrication par celle des boulons qui forme avec celle des écrous l'ensemble de toute une industrie très importante ; la fabrication des boulons, écrous, rivets.

Les têtes de boulons les plus généralement employées sont les têtes à six pans ou les têtes carrées, absolument comme pour les écrous et les proportions sont les mêmes : hauteur égale au corps du boulon ; largeur égale au diamètre du cercle circonscrit à l'hexagone du double du corps,

On distingue les *boulons forgés à la main* et les *boulons forgés à la machine*.

Les boulons forgés à la main représentent l'ancienne fabrication ; on en fabrique encore aujourd'hui, car certaines personnes les préfèrent aux autres, parce que le métal étant travaillé moins brusquement, moins fortement chauffé et moins vite refroidi, se trouve peu oxydé, peu crassé et par suite plus tendre et par conséquent plus apte au travail d'ajustage et de tournage. Cette fabrication offre donc encore actuellement de l'intérêt et mérite d'être décrite, d'autant plus que la fabrication à la machine en est le corollaire et cela permettra de suivre la série d'idées qui ont fait passer de l'une à l'autre fabrication.

Le boulonnier prend du fer en barre de bonne qualité, nerveux et rond, du diamètre de la tige du boulon qu'il doit fabriquer, il soumet ce fer à l'action d'un feu de forge soufflé jusqn'à ce qu'il s'aperçoive que l'extrémité soit d'une couleur blanchâtre avoisinant le blanc soudant, alors il re-

(1) Exposé des motifs à l'appui de l'institution d'une exposition d'économie sociale.

(1) Les mots *soulignés indiquent les sujets traités au Supplément*. Le lecteur trouvera également au *Dictionnaire* diverses études se rattachant au même ordre d'idées : APPRENTISSAGE, COMPAGNONNAGE, CORPORATIONS OUVRIÈRES, GRÈVE, OUVRIER, PATRON, SYNDICATS, etc.

tire sa barre, la coupe à la longueur voulue, et la forge. Pour ce travail il lui faut une enclume spéciale appelée *bombarde* qui peut contenir : 1° une tranche munie d'un guide ; 2° une clouière ; 3° une étampe à trois pans. La tranche et l'étampe sont placées sur les côtés et la clouière au milieu au-dessus d'une ouverture carrée dans laquelle peut se mouvoir, en agissant sur un levier, une tringle carrée sur laquelle on place une tige d'acier appelée *bonhomme*, qui se meut dans la clouière et en forme un fond mobile. Le boulonnier dispose d'un marteau, d'une bouterolle et d'une tenaille plate. Lorsque l'ouvrier juge son fer chauffé à point, il prend la barre de la main gauche, la place sur la tranche, l'extrémité butant contre le guide et la frappe du marteau de façon à couper une tige d'une longueur déterminée au moyen de la tenaille, il la place ensuite dans la clouière, la partie la plus froide reposant sur le bonhomme et la partie la plus blanche émergeant hors de la clouière, cette partie blanche est refoulée par le marteau, de manière à former une boule ; lorsque le boulonnier la juge suffisante, il frappe sur le levier placé en bas de la bombarde qui, agissant sur la tringle carrée fait mouvoir le bonhomme et par suite fait sortir la tige ou corps du boulon de la clouière, qu'il saisit avec la tenaille ; en la tenant horizontalement la boule placée sur l'étampe à trois pans il frappe dessus de manière à former les trois pans, puis il tourne de façon à former les trois autres. Les pans étant formés, il replace le corps du boulon dans la clouière et en frappant sur le sommet il aplanit le dessus de la tête, alors prenant la bouterolle de la main gauche et la tenant placée sur la tête il frappe dessus avec le marteau de façon à rabattre les angles, et la tête est forgée.

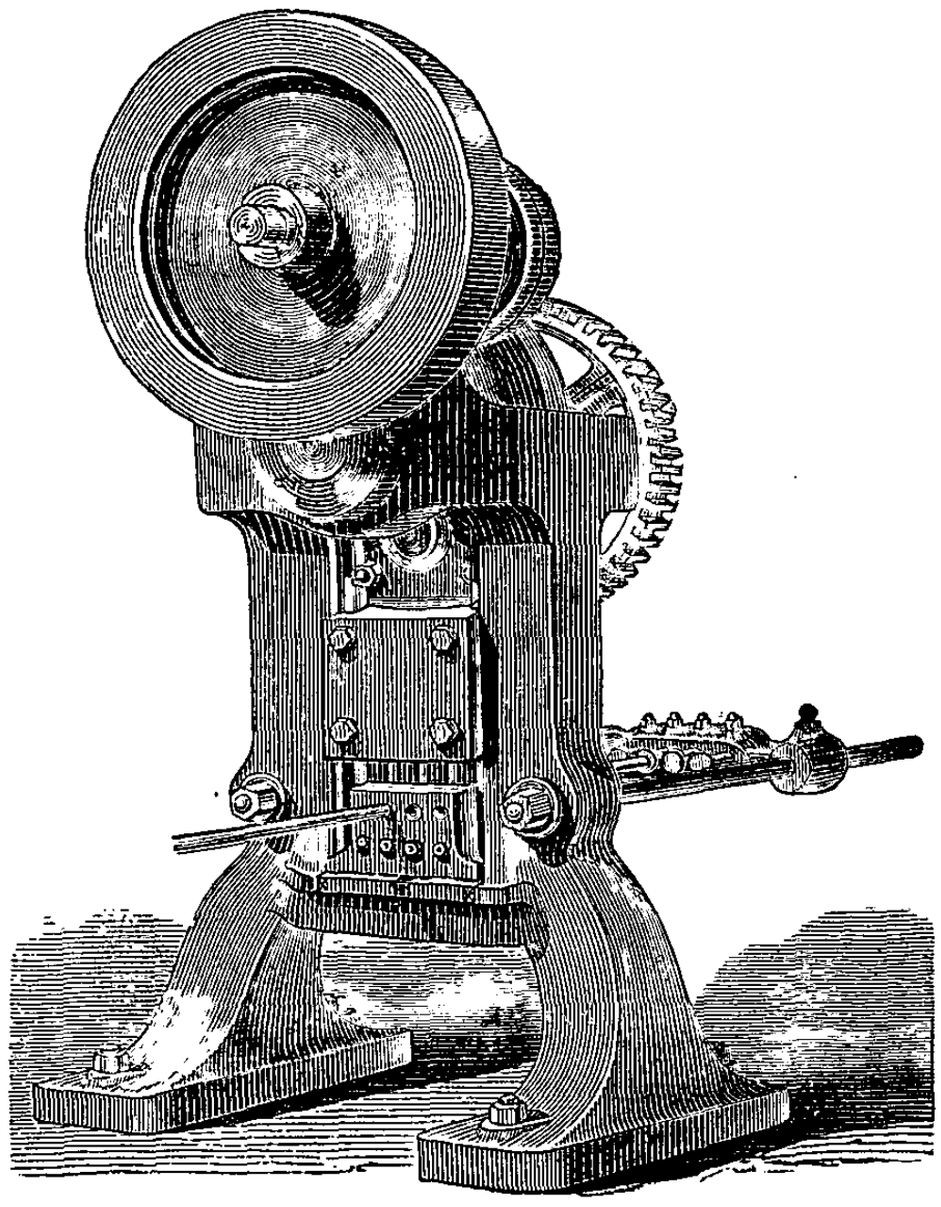


Fig. 477.

Nous avons supposé que la tête était hexagonale ou à six pans, mais la tête peut être carrée, alors l'étampe n'est plus à profil hexagonal mais à profil carré, la tête peut être ronde ou à goutte de suif, dans ces deux cas le boulonnier n'a plus besoin d'étampe ; la boule étant formée, il laisse le boulon sur la clouière, place une bouterolle ronde ou en goutte de suif sur la boule puis frappe dessus et la tête se trouve formée. La tête étant faite on agit sur le bonhomme au moyen du levier et on fait sortir le boulon de la clouière ; il peut alors être livré aux machines à roder et à tarauder. — V. Taraudage.

Dans le forgeage que nous venons de décrire, nous avons supposé le corps du boulon lisse et rond ; il peut y avoir deux ou quatre ergots sous la tête, dans ce cas les ergots se trouvent gravés en creux dans la clouière et lorsque l'ouvrier refoule le fer pour former la boule, le fer se refoule dans les creux, ainsi se forment les ergots. Si une partie du corps du boulon est carrée, dans ce cas le boulonnier, au lieu de prendre du fer rond, prendra du fer carré qu'il travaillera comme le fer rond et au moyen d'une étampe spéciale appelée *martinet* (étampe demi-ronde couverte d'une contre-étampe également demi-ronde), il arrondira l'extrémité de son fer en plaçant la tige carrée et chaude entre les deux parties, en le tournant de la main gauche tout en frappant du marteau sur la contre-étampe ; de cette façon l'extrémité étant ronde pourra être taraudée et recevoir un écrou.

Si nous récapitulons les opérations du forgeage à la main, elles se décomposent : 1° le chauffage des barres à la forge ; 2° le cisaillage à longueur déterminée à la tranche ; 3° le refoulage du fer pour former la boule à la clouière ; 4° l'étampage de la boule ; 5° le bouterollage avec la bouterolle ; 6° l'étampage du corps dans le cas des boulons à corps carré, nécessitant sur la bombarde une deuxième étampe appelée *martinet*.

Fabrication des boulons a la machine. Les opérations que nous venons de décrire au lieu de se faire par la même personne sont faites par plusieurs, ayant pour chaque opération une machine spéciale ; c'est là qu'on peut voir le produit de la division du travail ; un boulonnier à la main fait par journée de 3 à 500 pièces, tandis que chaque machine peut faire de 3 à 5,000 pièces par jour. Les opérations ne se suivent plus dans le même ordre : 1° le *cisaillage* au lieu d'être la seconde opération sera la première, car, opérant avec une machine, il suffira de la prendre assez puissante

pour qu'elle puisse couper les barres de fer qu'on y placera, sans qu'il soit nécessaire de les chauffer au préalable; 2° le *chauffage*; le fer découpé à longueur et à froid ne sera pas chauffé à un feu de forge ordinaire, mais dans un four spécial, appelé *lanterne*, soufflé et chauffé au coke; 3° le *forgeage* qui fait à lui seul les troisième, quatrième et cinquième opérations de la fabrication à la main: le fer chauffé à blanc dans une lanterne est soumis à l'action d'une machine à forger ou à frapper; 4° *ébarbage*; opération qui n'a pas lieu dans la fabrication à la main; les boulons forgés ont la tête entourée d'une toile de fer ou bavure qu'il faut enlever au moyen d'une machine qui prend le nom d'ébarbeuse; 5° *étampage*. Si le boulon est à corps carré, il est nécessaire d'étam-

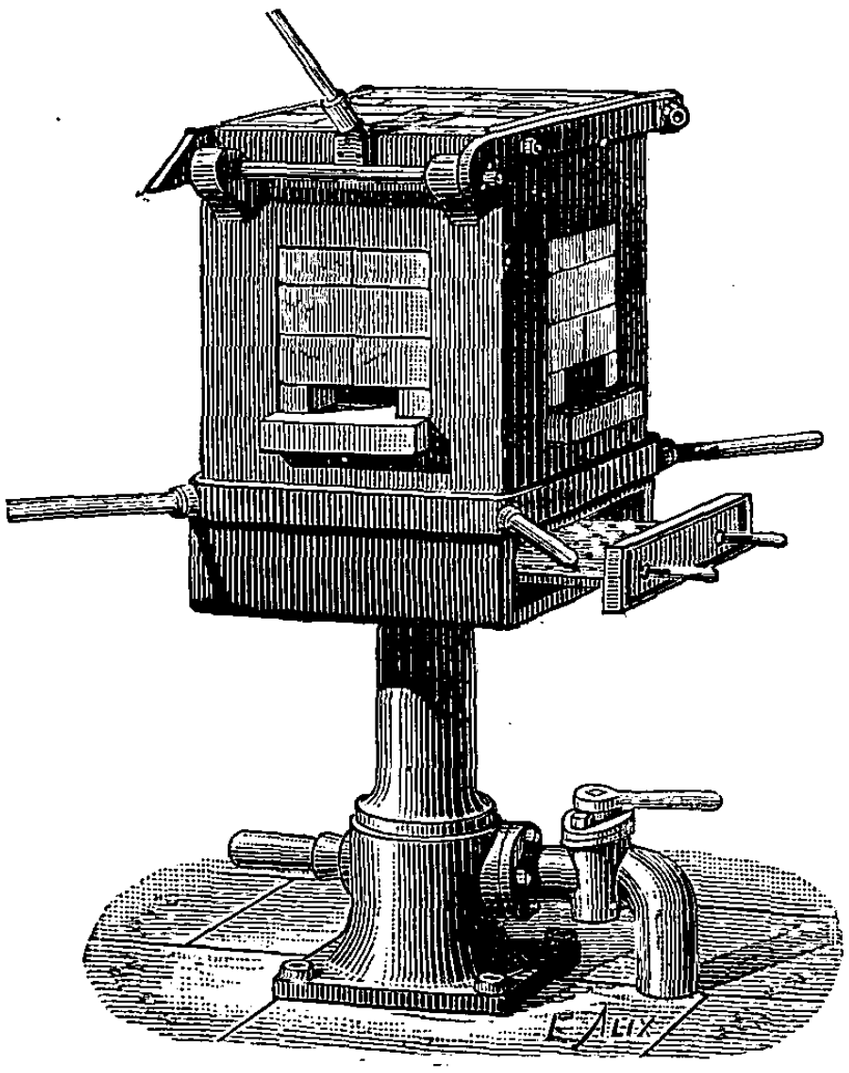


Fig. 478

per l'extrémité, l'arrondir pour pouvoir le tarauder et y mettre un écrou; cette opération qui se faisait avec un martinet à main se fait avec une machine à étamper dite *tapoteuse* ou *trembleuse*.

1° *Cisaillage*. On se sert généralement d'une cisaille à excentrique fonctionnant verticalement, c'est-à-dire dont le couteau mobile monte et descend alternativement en frottant contre un couteau fixe sur lequel on place la barre de fer (fig. 477). Le couteau fixe est muni de trous dans lesquels on engage les barres; on peut en cisailler une ou plusieurs suivant le diamètre des barres. Quand le couteau fixe se soulève, on engage les barres jusqu'à des butoirs réglés d'avance suivant la longueur de la tige nécessaire. Ces butoirs sont fixés sur une traverse glissant à volonté sur deux coulisses fixées au bâti de la cisaille. On met la traverse à la distance voulue et au moyen d'une clef on fait varier les butoirs; le réglage opéré, les barres engagées jusqu'aux butoirs sont coupées lorsque le couteau mobile redescend. Pour que la coupure soit aussi droite que possible et ne se présente pas trop en bec de flûte, le couteau fixe est muni de trous, comme nous l'avons vu plus haut, pour guider les barres et le couteau mobile au lieu d'être droit est muni d'échancrures demi-rondes correspondantes aux trous du couteau fixe;

2° *Chauffage*. Les barres coupées sont placées dans un cylindre ou un cube en tôle garni de terre réfractaire à l'intérieur et percé de trous perpendiculaires à l'axe, c'est le *four à lanterne* (fig. 478). Ce four à lanterne est placé sur une table munie d'un pied creux engagé dans un pivot vertical et creux également qui, placé sur une conduite de vent, sert

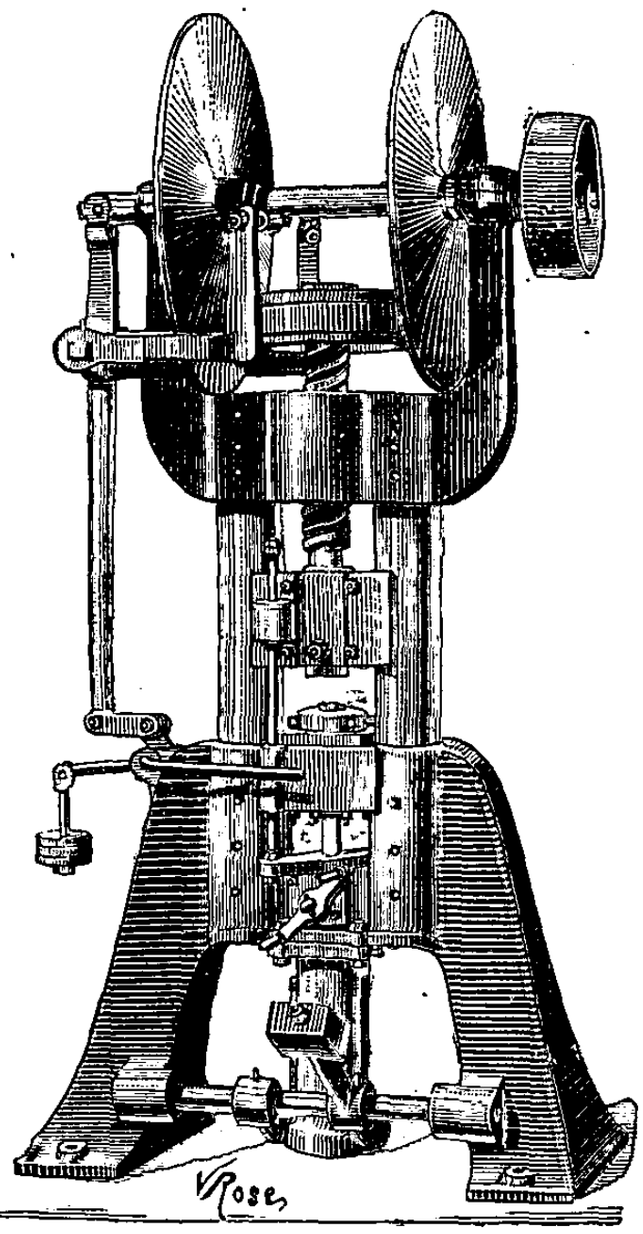


Fig. 479.

de buse au four tout en permettant à la table de tourner avec le four placé dessus. La lanterne étant remplie de coke allumé on introduit le vent en ouvrant, sur la conduite, la valve d'introduction, le coke devient blanc; alors l'ouvrier introduit dans les trous les barres venant de la cisaille. Le four est placé près de la machine à forger les têtes de boulons de façon à ce que l'ouvrier qui la dessert puisse prendre les barres suffisamment chauffées et les forger. Le chauffeur n'a qu'à remplir les trous auxquels a puisé le boulonnier, c'est pour ce motif que le four est rotatif;

3° *Forgeage*. La barre coupée à longueur et dont une extrémité est chauffée à blanc est prise dès qu'elle est suffisamment chaude pour être introduite dans une clouière placée dans une machine dite *machine à forger* les têtes de boulons, ou *ma-*

chine à friction ; une forte vis à triples filets carrés porte à sa partie supérieure un lourd plateau horizontal ou balancier, à sa partie inférieure une bouterolle fixée dans un emmanchement conique (fig. 479). Cette vis traverse le bâti qui possède, en regard du plateau horizontal, deux disques verticaux, animés d'un mouvement de rotation continu et d'un mouvement de translation donné par un levier de manœuvre placé dans les mains du boulonnier, de sorte que suivant que le disque de gauche ou de droite frotte le plateau, il le fait tourner dans un sens ou dans un autre et comme la vis fait corps avec ce plateau, elle est obligée de monter ou de descendre, son écrou étant fixé au bâti; dans sa course descendante la partie inférieure de la vis où se trouve la bouterolle vient frapper la barre chauffée, placée dans une clouière juste en dessous de la bouterolle; la barre repose sur une tige en acier appelée *bonhomme* comme dans le forgeage à main : aussi lorsque la bouterolle vient agir sur l'autre extrémité de la barre qui est chauffée, le fer est refoulé et prend la forme gravée sur la surface de la clouière et de la bouterolle. Entre les deux outils il se produit une bavure qui entoure la tête ou pièce forgée, cette bavure est même nécessaire pour amortir le choc entre les deux pièces clouière et bouterolle, car lorsque la vis descend en entraînant le plateau horizontal ou balancier, celui-ci frotte sur le plus grand rayon du disque au moment où la bouterolle vient écraser la barre de fer, donc à ce moment le plateau a son maximum de vitesse ; par conséquent on utilise le maximum de puissance vive. Pour que le frottement se fasse le mieux possible, on place une couronne en cuir autour du plateau, couronne qui peut se remplacer quand la friction en a usé une partie.

Quand le choc est donné, que la tête du boulon ou rivet est formée, l'ouvrier abandonne le levier, un contre-poids agit sur les disques et le disque qui vient frotter le plateau est celui qui l'oblige à remonter pour produire le mouvement ascendant de la vis ; on empêche le plateau de remonter trop haut en plaçant des galets ou butoirs pour limiter la course du plateau. L'extrémité de la vis se termine en boîte pour recevoir la bouterolle, boîte qui forme glissière sur le bâti de façon que le mouvement de la vis soit aussi rectiligne que possible ; au moyen de tringles articulées, on conçoit que l'on puisse agir sur la déchasse en profitant du mouvement ascensionnel de la vis, alors la déchasse est automatique. On peut aussi déchasser le boulon ou rivet forgé en agissant sur une déchasse à pédale, qui rappelle celle de la bombarde ; en agissant sur la pédale on fait soulever le bonhomme qui à son tour soulève la pièce forgée et lui permet de sortir de la clouière où elle est remplacée par une autre. D'après les renseignements qui nous sont fournis par M. Sayn, constructeur, avec une machine à forger, un bon ouvrier peut faire 3 à 4,000 pièces par jour; le rendement est très variable, il faut tenir compte de la forme de la tête et de son épaisseur;

4° *Ébarbage*. Cette opération n'existe pas dans la fabrication des boulons à la main. Nous avons dit qu'il se formait au forgeage entre la clouière et la bouterolle sur la pièce forgée une légère bavure, qu'elle était nécessaire pour amortir le choc et empêcher les outils bouterolles et clouières de se briser, de se fendre. Enlever cette bavure concentriquement à la tige du rivet est l'opération de l'ébarbage ; pour cela on se sert d'une machine à ébarber, c'est un balancier à main ou découpoir, à vis à pas très rapide, munie à sa partie inférieure d'un emporte-pièce qui, recevant la tige du rivet dans un trou de même dimension, le guide dans la matrice et l'ébarbe quand on fait descendre la vis. L'ébarbeur prend les rivets-boulons dans une cuvette en fonte ou un panier placé à côté de lui, les place verticalement dans la matrice de façon que la tête soit en bas et la tige en haut, après avoir introduit de la main gauche la

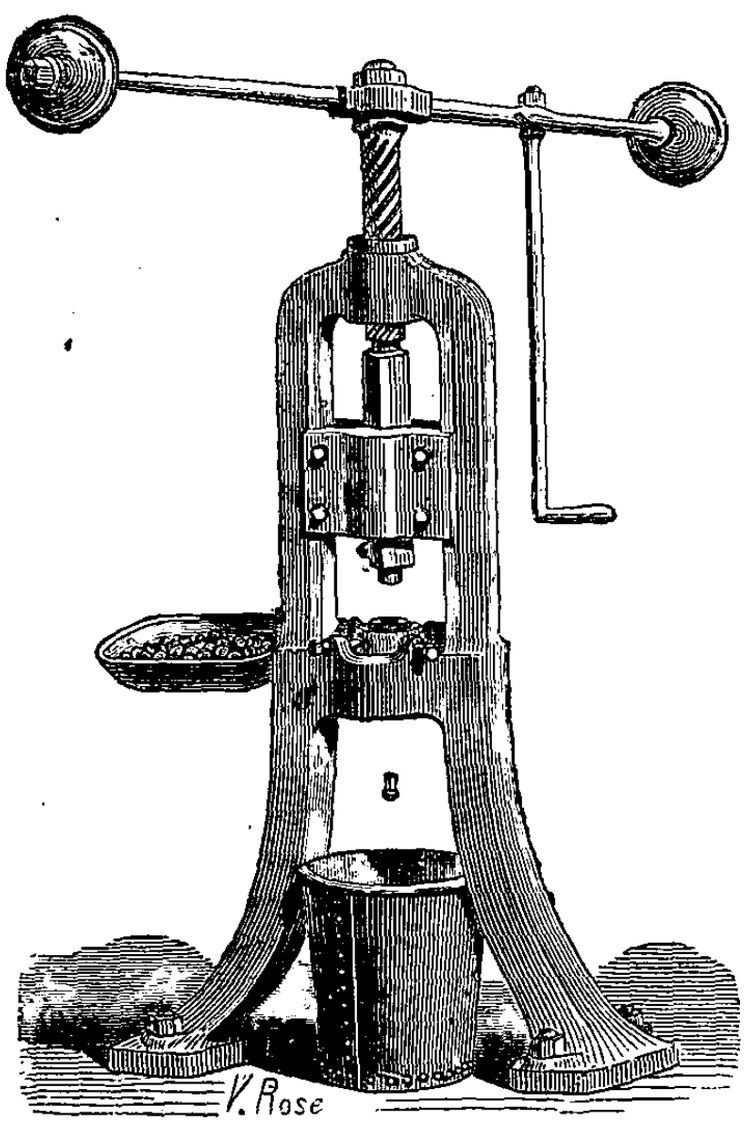


Fig. 480.

tige dans le guide il agit de la main droite sur la vis en tirant à lui un levier, l'emporte-pièce agit, la bavure se trouve découpée et le rivet ou boulon, n'étant plus soutenu par cette bavure, tombe dans un panier placé entre les pieds de la machine (fig. 480) ;

5° *Etampage*. Les opérations décrites suffisent pour le forgeage des boulons à corps ronds ainsi qu'aux rivets. Mais il n'en est pas de même pour les boulons de charronnage, de roues à corps carré, il faut arrondir leurs extrémités pour pouvoir les tarauder et y adapter un écrou. On se sert de machines à étamper appelées, en raison du bruit qu'elles occasionnent, *tapoteuses*, *trembleuses*.

Ces machines sont analogues à la cisaille précédemment décrite. Un excentrique placé sur transmission horizontale fait mouvoir verticalement une tige ou bielle, tandis que dans la ci-

saille le mouvement est lent, dans la machine à étamper le mouvement est très vif, la bielle monte et descend avec rapidité ; si à cette bielle on adapte une étampe demi-ronde venant buter sur une contre-étampe également demi-ronde, on conçoit qu'une tige carrée chauffée au rouge blanc placée entre les deux étampes puisse s'arrondir si on a soin de la tourner, pendant que les deux étampes s'écartent et se rapprochent vivement l'une de l'autre.

On peut se servir aussi pour étamper d'un marteau-pilon à ressort et à tendeur. L'extrémité de la tige du piston sera munie d'une étampe et l'enclume d'une contre-étampe.

Les opérations du forgeage des boulons, écrous, rivets étant décrites, il reste pour terminer le taraudage. — V. Taraudage. — S.

* **EFFILOCHEUSE**. Nous avons défini dans le *Dictionnaire* ce qu'était la machine dite *effilocheuse* dont le but est de défibrer les chiffons, bouts de fils, fonds de bobines, etc., pour en retirer de nouveaux filaments à filer; et en indiquant le principe sur lequel est fondé ce métier, nous avons dit qu'on le construisait simple ou double. Aujourd'hui, non seulement les effilocheuses sont faites doubles, mais encore triples, quadruples et sextuples. Dans ces nouvelles machines, la matière à effilocher est étendue sur une table sans fin, passe ensuite entre deux paires de rouleaux cannelés, arrive au cylindre qui est animé d'une vitesse de 750 à 800 tours par minute, est rejetée par suite du courant d'air produit vers un tambour en toile métallique, et sort de la machine du côté opposé à son entrée. Sur le cylindre, qui est généralement en acier, sont des couchis de bois de hêtre recouvrant sa surface d'un total de 10,000 à 12,000 dents. La sortie des fibres est réglée de façon à ce qu'elles puissent subir un savonnage immédiat dans une cuve à savonnage, si la matière le veut. Lorsque les machines marchent à plusieurs cylindres, il va sans dire que leur production est augmentée dans une proportion considérable. — A. R.

○* **ÉGYPTE**. L'Egypte proprement dite comprend la vallée du Nil, depuis les cataractes d'Assouân jusqu'à la Méditerranée ; elle équivaut à six des départements moyens de la France. En 1872 un statisticien a évalué sa surface cultivée à 1,942,175 hectares. Elle a environ 3,100,000 hectares de terrains cultivables. Tout le reste consiste en terres incultes, villes, villages et habitations, îles du Nil, canaux et digues, ruines et décombres, fleuves, étangs et lacs, et enfin 135,000 hectares de sables. La moisson des céréales se fait en mars, quatre mois après l'ensemencement.

Population. D'après un recensement effectué en 1882, et dont les chiffres ont été déclarés officiels par un décret du 17 mai 1886, la population de l'Egypte proprement dite présente un total de 6,806,381 habitants, dans lesquels sont compris 98,116 habitants nomades sans résidence fixe.

Sur ce nombre il y avait 90,882 étrangers ainsi répartis par nationalité : Hellènes, 37,301; Italiens, 18,865 ; Français, 15,716; Austro-Hongrois, 8,022; Anglais et sujets britanniques, 6,118; Allemands, 948; Belges, 637; Espagnols, 589; Russes, 533; Suisses, 412; Serbes, Roumains, Monténégrins, 323; Hollandais, 220; Américains, 183; Portugais, 36; Suédois, Norwégiens, 15; Danois, 14; Persans et autres Asiatiques, 1,153.

La traite des esclaves n'existe plus en Egypte. Chez les musulmans l'esclavage n'est ni dur ni flétrissant, car l'état de l'esclave est réglé par la loi religieuse, et il faut se rappeler que la fameuse milice des mameluks, qui a si longtemps gouverné ce pays, ne se recrutait que parmi les esclaves. La corvée n'a pas disparu; elle a apporté un appoint aux travaux du percement de l'isthme de Suez; elle devait fournir quinze mille hommes par mois, recevant en moyenne 1 fr. 60 par jour.

Productions. C'est le Nil qui règle le sol égyptien, ses productions, les espèces d'animaux et les oiseaux qu'il nourrit. L'accroissement du Nil se vérifie à peu près du 10 au 23 juin de chaque année. Ses eaux atteignent leur niveau maxima (10m,02) entre le 25 septembre et le 20 octobre, et elles mettent neuf mois pour redescendre à leur niveau minimum. Quand la crue atteint 8 mètres elle est dangereuse; elle est insuffisante quand elle ne dépasse pas 6 mètres.

Trois saisons existent seulement en Basse-Egypte, pour la culture : l'été (*séfi*), pour le coton, le riz et le maïs; la saison du Nil (*nili*), pour le maïs et le sucre; celle d'hiver (*chetervi*), pour le blé, les fèves, les orges, les lentilles, le bersim. Dans la Haute-Egypte, il n'y a qu'une récolte par an.

Les principales productions de la Basse-Egypte sont : le *coton*, qui est cultivé aussi avec succès dans la Haute-Egypte; la *canne à sucre*, qui vient très bien partout; le *bersim*, sorte de luzerne qui sert de nourriture aux bestiaux; les *céréales* en général. La *ramie*, qui paraît appelée à un grand avenir, et le *henné*, se cultivent beaucoup dans la Haute-Egypte. Le *tabac* est l'objet d'un grand commerce d'exportation, surtout avec l'Angleterre. La *vigne* et les *arachides* réussissent bien dans la province de Charkieh, et dans les propriétés des Domaines. Le *dattier* se voit principalement dans la Basse-Egypte. On extrait des dattes une espèce d'eau-de-vie dans les villages; on fait des paniers avec leurs fibres et leurs feuilles; avec leurs branches on confectionne des cages, des sièges et beaucoup d'autres objets; leurs troncs remplacent les solives. La taxe sur le palmier est d'environ 3 fr. 10 0/0 par chaque arbre dans plusieurs provinces, elle est moindre dans d'autres. Les *mûriers* poussent partout, et néanmoins les Egyptiens ne pratiquent guère l'élevage des vers à soie. Les *sycomores*, les *acacias*, les *mimosas* sont nombreux et de belle venue. Dans les jardins se voient les *grenadiers*, les *tamarins*, les *abricotiers*, les *figuiers*, les *citronniers*, les *orangers* et les *mandariniers*. On ne voit d'*oliviers* que dans quelques districts.

Le *papyrus* et le *lotus* prospèrent extraordinairement. La province du Fayoum abonde en *roses* et en *géraniums*; les habitants en distillent l'essence.

De fréquentes épizooties déciment le bétail, remarquable surtout pour le travail des champs; les femelles des buffles sont d'excellentes laitières. La Haute-Egypte élève des moutons à laine rousse; les chèvres sans cornes, les chevaux, les chameaux et les ânes; ceux-ci, très recherchés, se rencontrent dans toutes les localités.

Il n'y a pas de forêts en Egypte.

On retire du poisson des lacs qui avoisinent la Méditerranée. En outre, le Nil a ses poissons particuliers, notamment le xomar et le benni, pesant jusqu'a 30 kilogrammes.

Mentionnons le hachich, extrait du chanvre, que les Egyptiens vendent clandestinement, de 100 à 200 francs le kilogramme. Les autorités en défendent la culture et le commerce.

Depuis plusieurs années, le sol de l'Egypte a perdu près de 50 0/0 de sa valeur, à cause du manque d'eau et des contributions excessives. Cela finira par amener une grosse crise agraire, si le gouvernement continue à ne

pas s'en occuper. Il faudrait employer le drainage afin d'enlever le sel qui se trouve dans la partie inférieure des terres. Néanmoins les plantes et les arbres d'Europe y réussissent très bien.

Industrie. En général, les industries sont localisées. Citons, parmi les principales : les teintureries, les fabriques d'essences de fleurs (roses, géraniums, fleurs d'oranger, menthe et autres), les fabriques d'amidon commun et de bougies communes, enfin les fabriques de tissus arabes.

Les centres cotonniers de l'Egypte possèdent de nombreux égrenages de coton et de nombreuses presses à huile.

Parmi la grande quantité de moulins à vapeur et de moulins à vent et à chevaux, les plus importants sont ceux que des Français ont installés à Alexandrie, au Caire, à Tantah et à Akmin en Haute-Egypte.

Sur les rives du Nil, au Caire, à Alexandrie, à Rosette et ses environs, on fait beaucoup de briques, on confectionne de la poterie. La moudirieh de Kenah est renommée pour les gargoulettes; celle d'Assiout est renommée pour sa poterie fine.

Au Caire et à Alexandrie, le gouvernement égyptien fabrique des biscuits et du pain de munition. Dans les mêmes villes et à Port-Saïd, l'industrie des pâtes alimentaires et des glaces a quelque importance. Le Caire et Alexandrie comptent un bon nombre d'ateliers pour les métaux, des fonderies de fers, des forges, des ferblanteries, des chaudronneries, des fabriques d'horlogerie et de bijouterie.

Les établissements que le gouvernement a fondés autrefois pour l'armée et la marine, n'existent que peu ou point aujourd'hui. C'était une fonderie avec un atelier de moulage de canons; c'était une fabrique d'armes; c'étaient des ateliers de paquebots-poste et de précision; c'étaient les arsenaux de l'Etat. La papeterie de Boulacq est fermée. Heureusement que l'industrie du cuir et du bois ouvré n'a pas disparu; que l'imprimerie du gouvernement, à Boulacq, dirigée par un Français, est toujours assez florissante, et que l'on travaille encore sérieusement dans les ateliers de typographie au Caire, à Alexandrie, à Mansourah et à Port-Saïd.

Que d'industries il conviendrait de créer en Egypte, où plusieurs essais ont été inutilement tentés! Elle manque de raffineries de sucre, de distilleries de grains et de mélasse, de fabriques de savons, d'ateliers de chaussures, de corderies, de scieries mécaniques de pierres, de fabriques de meubles, de tabletteries pour le découpage de l'ivoire, de la nacre et de l'écaille de tortue, d'usines pour le concassage et le blanchiment du riz, en un mot, de machines de toute espèce.

Le prix de la main-d'œuvre est varié : les Maltais et les Italiens gagnent jusqu'à 8 francs par jour, les Français jusqu'à 15 francs; les Arabes gagnent de 50 centimes jusqu'à 4 francs par jour. Il va sans dire que le prix de la main-d'œuvre est plus élevé dans les grandes villes que dans les chefs-lieux de province ou les villages.

L'industrie du Caire est représentée par de beaux ateliers métallurgiques, des chantiers de construction, des moulins à vapeur français, une société des eaux, une imprimerie nationale. La cordonnerie indigène occupe un grand nombre d'ouvriers. Quelques ateliers d'ébénisterie sont florissants, par exemple celui d'un Italien, M. Parvis, qui fabrique des meubles d'un genre spécial.

Non comparable avec celle du Caire, l'industrie d'Alexandrie se réduit à quelques usines et fonderies, à une fabrique d'allumettes, à des moulins à vapeur, à une fabrique d'huile de coton et à plusieurs petites fabriques dont les produits sont presque insignifiants. On y trouve cependant un comptoir industriel français et une société française de la ramie, ainsi qu'un établissement de matériaux de construction.

Au point de vue industriel, Port-Saïd ne compte pas, pour ainsi dire. On n'y voit qu'un vaste atelier de réparation qui appartient à la Compagnie universelle du canal, une fabrique de glaces, une usine à gaz, et quelques autres fabriques d'eaux gazeuses et de liqueurs.

Suez est située sur la Mer Rouge, à l'entrée du canal maritime. C'est un bon port, très sûr. — V. *Dictionnaire*, Canal et *Supplément*.

Cette ville ne possède pas d'industrie spéciale, mais seulement quelques ateliers de réparation qui ne marchent plus, et quatre moulins à vapeur. A environ 150 milles de Suez sont des sources de pétrole nouvellement découvertes.

A l'Exposition universelle de 1889, l'Egypte a obtenu quatre médailles d'or, et des recompenses moindres en assez petit nombre.

Commerce. C'est au Caire et à Alexandrie que le commerce est le plus considérable. A Port-Saïd et à Suez il n'y a guère que du transit.

Le Gouvernorat du Caire est situé dans une plaine, au sud du Delta, entre la rive droite du Nil, à l'ouest, et la chaîne du Mokattem, à l'est. Cette capitale de l'Egypte, résidence du khédive, siège de toutes les grandes administrations égyptiennes, des agents diplomatiques, des ministres, du chef de la police, a une population qui représente 5,5 0/0 de la totalité des habitants de l'Egypte. Elle compte 535 mosquées, plus ou moins anciennes, plus ou moins remarquables, et se divise en vieux et nouveau Caire, celui-ci comprenant de fort beaux quartiers. Le Caire est traversé par le Khalig, canal dérivé du Nil, canal à sec durant plusieurs mois chaque année. Il possède plusieurs marchés. Celui du Vieux-Caire vend des céréales et des peaux de la Haute-Egypte, des dattes, des laines, des bestiaux, etc. Au marché de Sahel du Boulacq, on trouve des céréales, des beurres et de la mélasse. Au marché du Boulacq, le commerce se fait sur les gommes arabiques qui proviennent du Soudan, les plumes d'autruche, les dents d'éléphant, le séné, le henné, les peaux et les laines. Dans le marché de la Gamelieh, il y a de la nacre, de l'écaille de tortue, des gommes, du café, de l'encens, de la myrrhe, de la civette, des peaux, des plumes et du séné.

Beaucoup de bazars se rencontrent. Les principaux sont: El-Kamsaoui, pour les essences, le musc, les épices, les perles, l'ambre, les porcelaines, les cristaux, la poterie, la mercerie et les étoffes européennes; El-Kan-Khalil, pour les tapis, les étoffes et les curiosités de l'Orient, la bijouterie indigène, les soies, les cachemires, les châles de l'Inde, le cuivre, les armes, etc.; El-Manchieh, pour le commerce des poulets et des oiseaux; El-Gourieh, pour les draps, toiles et mousselines; El-Sahet-el-Amir, pour la vente des bestiaux; El-Akkadin, pour la passementerie en soie, les fils d'or et d'argent; El-Soukharieh, pour les sucres, les fruits secs et les confitures; El-Sourougieh, pour la sellerie et la cordonnerie; El-Souk-el-Silah, pour l'armurerie.

Le commerce du Caire est surtout considérable au point de vue des importations européennes. Quant aux exportations, elles se composent d'encens, d'ivoire, de laines, de café, de peaux, de plumes d'autruche, de nacre, de gomme, de dattes, d'écailles de tortue, de séné et d'autres productions moins importantes..

Sous le rapport commercial, Alexandrie peut être considérée comme la première ville de l'Egypte, à cause de son mouvement européen. Elle a deux Bourses, dont l'une est située au marché de Minet-el-Bassal et est affectée aux affaires de commerce.

Port-Saïd fait un grand commerce de produits alimentaires, pour approvisionner les navires qui passent par le canal de Suez. C'est un entrepôt bien fourni pour les charbons et les huiles destinés aux vapeurs.

A Suez, le commerce consiste principalement dans les

conserves alimentaires apportées par chemins de fer et par caravanes, telles que beurres, dattes, miel, etc.

La France possède à Suez un hôpital parfaitement installé, renfermant 40 lits. Un médecin français est attaché à l'hôpital, desservi par cinq religieuses de l'ordre français du Bon-Pasteur. Jusqu'à ce jour, Suez a été exempt d'épidémies.

Les Gouvernorats de Rosette et de Damiette ont encore une certaine importance commerciale. Rosette est le centre et l'entrepôt du riz. On y voit des fabriques pour piler, décortiquer, blanchir ce produit ; on y voit aussi des briqueteries qui s'élèvent le long du Nil. Damiette fabrique des crêpes en soie, des toiles, des ceintures arabes, des machines pour décortiquer le riz et des poteries.

Exportations en France. Voici l'état, pendant l'année 1888, des exportations du commerce général :

69,802 kilogrammes de grandes peaux brutes, fraîches ou sèches; 28,378 kil. de soie ; 29,000 kil. de musc ; 89,730 quintaux de maïs ; 74,821 kil. de riz ; 24,600,360 kil. de légumes secs et leurs farines ; 61,417 kil. de citrons ; 249,369 kil. de raisins secs ; 292,796 kil. de fruits secs ou tapés; 94,460 kil. d'arachides et noix de toulou-couna ; 14,222 kil. de graines de lin ; 92,896 kil. de graines de sésame ; 2,761,221 kil. de sucres bruts étrangers de canne ; 10,073,910 kil. de mélasse ; 157,728 kil. de café ; 106,201 kil. de gommes pures exotiques ; 16,738 kil. de feuilles de séné, entières ou en grabeaux ; 11,595,217 kil. de coton en laine ; 1,439,901 kil. de légumes verts : 1,479,782 kilogrammes de son ; 26,450 kil. de marbres bruts ou équarris ; 194,485 kil. de pierres et terres servant aux arts et métiers ; 107,666 kil. de débris de cuivre de vieux ouvrages ; 880 kil. d'indigo : 100,715 kil. de cachou en masse ; 8,043 kil. de cigarettes ; 18,824 kil. de tapis persans; 1,414 kil. d'étoffes diverses (moire comprise) pour ameublement ; 7,349 kil. de livres en langues mortes ou étrangères ; 6,900 kil. de peaux préparées non dénommées ; 517 kil. de tabletterie d'ivoire, de nacre ou d'écaille ; 19,350 kil. d'objets de collection hors de commerce ; 62,710 hectolitres de monnaies d'or et 114,620 hect. d'argent monnaies.

Importations de France en Egypte. En 1888, les importations venues de France ont été de :

82,451 kilogrammes de fromages ; 31,659 kil. de harengs secs, salés ou fumés ; 1,996,395 kil. de pommes de terre ; 170,008 kil. d'amandes, noix, noisettes et avelines ; 56,808 kil. de cornichons, concombres, olives, picholines et câpres ; 564,701 kil. de sucres raffinés, en pains ou agglomérés ; 59,955 kil. de sirops et bonbons ; 213,866 kil. de biscuits sucrés ; 114,140 kil. d'huiles fines pures ; 26,643 kil. de résines indigènes ; 15,155 kil. de résineux exotiques ; 120,650 kil. de bois de teinture ; 31,208 kil. de chanvre étoupes ; 52 pièces de meules à moudre ; 114,895 kil. de craie ; 58,806 kil. de chaux ; 1,337,197 pièces de briques ; 391,670 pièces de tuiles ; 353,717 kil. d'huiles lourdes ; 82,583 kil. de goudron minéral et brai sec provenant de la distillation de la houille ; 292,339 kil. de fer ; 40,630 kil. de plomb battu ou laminé ; 12,157 kil. de borax raffiné ; 8,037 kil. de cochenille ; 20,869 kil. d'outremer ; 11,073 kil. d'épices préparées ; 32,085 kil. de chocolat ; 9,755 kil. de parfumeries alcooliques ; 45,209 kil. de médicaments composés ; 173,068 kil. de savons autres que ceux de parfumerie ; 227,631 kil. d'amidon ; 5,242 kil. de cire à cacheter ; 569,909 kil. de bougies de toute sorte ; 31,216 kil. de cirage ; 25,729 kil. de tabac ; 7,866 hectolitres de vins ordinaires en futailles et en outres ; 218 hect. de vins de liqueur ; 823 hect. de bière ; 695 hect. d'eaux-de-vie (alcool pur) ; 194,919 kil. d'eaux minérales gazeuses et autres ; 195,427 kil. de poteries ; 538,818 kil. de faïences ; 22,619 kil. de miroirs ; 49,825 francs de glaces étamées ; 1,046,414 kil. de gobeleterie de verre et de cristal ; 10,018 kil. de fils de coton ; 20,287 kil. de tissus unis ou ouvrés ; 7,360 kil. de toile cirée ; 54,428 kil. de sacs de jute ; 12,956 kil. de tissus de soie pure ; 28,397 kil. de tissus de soie mélangée d'autres matières ; 1,632 kil. de passementerie d'or ou d'argent ; 756 kil. de rubans de soie pure ; 2,946 kil. de rubans de soie mélangée ; 27,835 kil. de couvertures ; 90,077 kil. de mérinos ; 48,404 kil. de draps, casimirs et autres tissus croisés, foulés et drapés; 8,834 kil. de bonneterie ; 37,285 kil. de passementerie et rubannerie de soie ; 52,186 kil. de toiles, percales, calicots et coutils écrus et blancs ; 96,305 kil. de tissus de coton teints ; 51,263 kil. de toiles, percales, calicots, coutils, imprimés ; 21,836 kil. de passementerie et rubannerie de coton ; 42,121 kil. d'étoffes mélangées ; 12,752 kil. de carton ; 248,865 kil. de papiers de toutes les sortes, blancs ou peints ; 60,424 kil. de livres en langue française ; 455 kil. de musique gravée ; 9,928 kil. d'étiquettes imprimées, gravées ou coloriées ; 59,808 kil. de cartes à jouer ; 132,983 kil. de peaux préparées ; 36,750 grammes d'orfèvrerie ; 17,804 kil. de coutellerie ; 43,726 kil. de cylindres en cuivre pour impression, gravés ou non ; 25,082 kil. de machines et mécaniques et appareils complets à vapeur ; 139,001 kil. d'appareils complets autres qu'à vapeur ; 368,671 kil. de pièces détachées en fonte, pour machines ; 408,884 kil. de pièces détachées en fer ; 798,235 kil. d'ouvrages en métaux, en fonte moulée ; 349,794 kil. de ferronnerie ; 369,365 kil. d'ancres, câbles et chaînes ; 396,065 kil. de clous forgés ; 110,076 kil. d'articles de ménage et autres ouvrages non dénommés en fer ou en tôle ; 325,101 kil. d'ouvrages en acier ; 54,584 kil. d'autres ouvrages en métal ; 303,632 kil. de tuyaux et ouvrages de toutes sortes en plomb ; 59,854 kil. de poudre à tirer ; 65,679 kil. de meubles ; 66,727 kil. de cordages, fils polis et ficelles ; 31,276 kil. de carrosserie ; 149,413 tonnes de vagons de terrassement ; 11,518 kil. de chapeaux de feutre ; 18,788 kil. de liège ouvré ; 14,188 kil. de parapluies et parasols en coton ; 79,990 hectogrammes de monnaies d'or.

Navigation. La navigation du port d'Alexandrie, en 1887, a été de 1,197 bateaux à vapeur, 1,031 à voiles pour l'entrée ; pour la sortie, de 1,191 bateaux à vapeur et de 1,045 bateaux à voiles.

Pour la navigation à vapeur, le pavillon britannique occupe le premier rang en Egypte. Le pavillon français vient en seconde ligne comme tonnage, et en troisième ou en quatrième ligne, si l'on s'en rapporte au nombre des bâtiments, car le pavillon ottoman, par exemple, peut revendiquer, soit à l'entrée, soit à la sortie, 18 ou 19 bâtiments de plus que les Français.

La marine russe, venant ensuite, accuse une assez forte avance sur l'italienne dans le mouvement du port d'Alexandrie. La Compagnie russe de navigation à vapeur entretient des lignes régulières sur Constantinople et sur les côtes de la Syrie. La Compagnie italienne Florio Rubattino, représentant tout le trafic à vapeur sous pavillon italien, borne ses opérations à l'intercourse entre l'Italie, la Sicile et l'Egypte. Quant à la France, la plus grande partie de son tonnage est absorbé par la Compagnie des Messageries maritimes, et il faut citer ensuite la Compagnie Fraissinet et la Compagnie Cyprien Fabre, de Marseille. Il serait trop long d'énumérer les différentes compagnies anglaises qui paraissent successivement dans le port d'Alexandrie. Il suffit de nommer la Compagnie Péninsulaire et Orientale, les Compagnies Moss et Papayani, le *Leyland line*, ayant des services réguliers pour l'Italie, l'Angleterre et le nord de l'Europe, le *Nord Deutscher Lloyd*, de Brême, que le gouvernement allemand subventionne.

Il existait autrefois un service hebdomadaire spécial entre Alexandrie et Marseille ; actuellement, la Compagnie des Messageries maritimes n'entretient plus qu'un service de quinzaine, complété de temps en temps par des paquebots supplémentaires, à l'entrée de l'hiver et à l'entrée de l'été. De même, la Compagnie Péninsu-

laire et Orientale ne fournit plus qu'un service de quinzaine d'Alexandrie à Brindisi, et *vice versâ*. Le courrier des Indes court directement, à présent, de Brindisi à Port-Saïd.

La navigation fluviale est très difficile sur le Nil, pour les vapeurs et les voiliers n'ayant pas un très faible tirant d'eau. Les barques à voiles, à fond presque plat, sillonnent néanmoins ce fleuve ; elles transportent des marchandises, par le canal de Mahmoudieh, depuis la seconde cataracte jusqu'aux principaux ports du littoral, en concurrence avec le chemin de fer. Plus de 400 barques apportent les produits du Soudan au Caire. Un service régulier de bateaux-postaux dessert la Haute-Egypte ; ils prennent non seulement la poste, mais encore des voyageurs et des colis de petit volume.

La navigation à voiles est presque nulle pour les pavillons anglais et français ; au contraire, le tonnage est relativement considérable pour les pavillons ottoman et hellénique, mais la plupart des voiliers grecs et turcs sont de faibles dimensions, circulent entre l'Egypte, les îles de l'Archipel et les côtes de l'Asie mineure, en transportant des marchandises de peu de valeur, telles que fruits, huiles communes, bois, savons, etc.

Depuis que l'Angleterre a pris l'influence prépondérante dans les affaires d'Egypte, il est assez difficile de se prononcer sur l'avenir économique du pays lui-même. Les Anglais penseront d'abord à leurs intérêts, et ils tireront de l'Egypte tout le profit possible, à moins que les autres grandes puissances n'interviennent dans plusieurs cas. Peut-être les populations auront-elles leur part de bénéfices, mais il est plus probable que l'isthme de Suez réduira leur commerce au transit simplement, et que cette route de l'Inde ne servira guère à la prospérité d'un territoire assez peu productif en industrie, et dont le chiffre des exportations ne saurait être comparé à celui des importations.

C'était l'Europe entière qui trafiquait avec l'Egypte ; on peut croire que ce sera l'Angleterre, exclusivement. Aussi faut-il espérer que dans un temps plus ou moins rapproché, la France reprendra son influence dans cette Egypte à laquelle elle a rendu tant de services sous le rapport du commerce, de l'industrie et de la civilisation. — P. C.

L'Egypte à l'Exposition de 1889.

L'exposition égyptienne a été un des grands attraits du Champ-de-Mars, et pourtant celle-là aussi ne s'était pas faite sans peine ; le gouvernement, subissant, sans aucun doute, la pression de l'Angleterre, refusa d'adhérer officiellement à cette fête pacifique à laquelle la France avait convié les nations. Mais un groupe de négociants créa un comité d'organisation à la tête duquel se trouva un homme fort capable et fort actif, M. Delort de Gléon, représentant de la colonie française au Caire, directeur des eaux et grand constructeur de quartiers nouveaux dans la capitale égyptienne. Les consuls d'Alexandrie, du Caire et de Port-Saïd joignirent leurs efforts aux siens et à ceux de plusieurs indigènes riches et influents, parmi lesquels Ali-Pacha, et les premiers fonds, bien insuffisants encore, firent espérer pour l'Egypte une participation quelconque, qui lui permettrait de n'être pas oubliée, elle qui a joué un si grand rôle depuis vingt ans dans l'histoire politique et commerciale de l'Europe.

Mais M. Delort de Gléon la voulait, la rêvait si l'on veut, grande et digne d'attention, cette participation, et c'est à Paris même qu'il vint chercher des fonds complémentaires. Il les obtint de quelques amis, notamment de M. Ch. de Lesseps, et, grâce à un travail continuel, lui permettant de se passer d'intermédiaires onéreux, grâce à des économies sévères, et à un précieux apport personnel de vieilles boiseries et de ferrailles authentiques, il est parvenu à faire une véritable merveille dans des conditions étonnantes de bon marché.

Sur une longueur de 140 mètres, il avait reconstitué une rue du Vieux Caire, aujourd'hui démoli, avec ses maisons fermées, aux murs extérieurs simplement crépis, aux encorbellements garnis de moucharabiés et de balcons grillés. Au rez-de-chaussée, de petites portes basses, en bois sculpté pour la plupart et ornées de cuivre, le tout datant de 200 à 300 ans, ou bien des boutiques très élevées au-dessus du sol, dans lesquelles semblait sommeiller un indigène au teint olivâtre.

M. Delort de Gléon, très amoureux de l'art égyptien, s'était attaché à écarter de sa reconstitution aussi bien l'oriental de café-concert qui est une dégénérescence devenue pour nous du classique, que les fantaisies récentes importées par les architectes maures, qui furent longtemps en renom au Caire.

Il s'était attaché à l'art introduit par les Arabes de la conquête, et qui a eu sur ce sol, en trois siècles, ses débuts sobres et vigoureux à la fois, puis son épanouissement élégant, et enfin sa décadence exubérante et surchargée d'ornements, ce qui est la genèse ordinaire des arts vraiment dignes de ce nom.

A la belle époque, celle de Kaïd-Bey, appartenait la mosquée avec son léger minaret, indispensable à tout paysage oriental ; la maison située à côté et où était installé un petit restaurant, était d'un style moins pur avec un mélange regrettable d'éléments turcs ; la devanture en bois était ancienne, et, sur le mur, des peintres avaient représenté, en des pochades pittoresques, l'odyssée du cafetier dans son pèlerinage à La Mecque. En face, une porte ornée de faïences, et reproduction d'une des belles portes du XVII^e^ siècle, pouvait encore être donnée comme exemple d'un art parfait, et un peu plus loin le portique par lequel on accédait au bazar, était la copie de la porte d'El-Azhar, le grand séminaire d'où sortent les plus capables parmi les ulémas. Enfin, à l'extrémité de la rue, la *madraza* ou collège d'enfants, avec ses jolies fontaines, l'une d'entre elles servant aux enfants, et l'autre aux ânes, intéressant rapprochement pour une école, et la grande écurie où l'on avait logé les ânes au pelage blanc, avec les âniers aux grands yeux veloutés qui ont eu, les uns et les autres, tant de succès auprès du public.

C'est que le commissaire avait tenu à garnir son chef-d'œuvre d'habitants et de marchandises authentiques. Cent soixante arabes étaient venus du Caire même, soigneusement triés pour n'offrir que des types purs de tout mélange étranger : ouvriers, marchands et âniers, et on avait exclu avec un soin jaloux tous les moindres bibelots dont l'origine orientale n'était pas rigoureusement justifiée.

Les ouvriers étaient surtout orfèvres, tisserands, tourneurs et potiers, ciseleurs, confiseurs ; les marchands vendaient des étoffes et des broderies aux mille couleurs, des pâtisseries, nougats, pâtes sucrées et café, vases en métal gravé ou repoussé, sandales de bois et mules de cuir incrusté et brodé ; quant au personnel attaché aux ânes, il se divisait en conducteurs, vêtus d'une longue chemise bleue et blanche, coiffés d'un fez ou d'un turban, en tondeurs, selliers, bourreliers et maréchaux-ferrants.

Si l'on pénétrait dans le bazar avec un guide au courant des usages et des réputations locales, il fallait aller visiter la boutique de Akmeh-Warris, le confiseur à la mode, où les *roat-loukoum* à la vanille et aux pistaches sont incomparables ; chez Djavalé de Damas on goûtait surtout les *doudourmas* glacés à la rose, à l'orange, à la banane ; chez Boulad le célèbre vermicelle au sucre et les pâtisseries, et un peu partout, les conserves de roses, les confitures de dattes, les nougats de pois chiche, les berlingots de sésame, le tout arrosé d'*aresousse* ou décoction de coco.

Après avoir sacrifié à la gourmandise, on pouvait faire quelques achats plus sérieux chez le joaillier Saridès, qui a une spécialité de scarabées montés ; chez Juliana, où on trouve toujours les plus jolis meubles tour-

nés; chez Kateb, le marchand de cuivres repoussés et ciselés fabriqués à l'Exposition sous les yeux des visiteurs ; chez Boutros, le marqueteur, qui incruste si bien la nacre et l'ivoire, à la mode syrienne. A côté, des faïences superbes, la plupart anciennes, et Athanasi, le marchand d'étoffes soutachées et brodées, qui a fait faire bien des folies aux Parisiennes. D'ailleurs les étoffes, soieries, gazes, draps aux couleurs claires, couvertures légères, étaient ce qu'il y avait de plus amusant dans ce bazar, pour des yeux européens.

Il nous faut dire quelques mots, pour finir, du café installé tout à fait à l'extrémité de la rue près de la galerie des machines, et qui a dû sa vogue à ses danseuses arabes, surtout la célèbre Ayouka, plutôt qu'à son derviche tourneur et à l'excellence de son café. La curiosité n'avait là rien d'industriel ni même d'artistique, et une description détaillée nous entraînerait trop loin de notre cadre.

Le côté pittoresque de cette exposition égyptienne, nous venons de le voir; le côté utile, c'est peut-être d'avoir attiré, par ses attraits si puissants, la foule des visiteurs dans un coin du Champ-de-Mars qui sans elle eût été certainement abandonné, et où, pendant les deux expositions précédentes, en 1867 et en 1878, le public ne s'était pas décidé à s'aventurer.

ÉLECTRICITÉ. APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ. Si l'on en excepte la télégraphie et les sonneries domestiques, on peut dire que toutes les applications de l'électricité datent de moins de vingt années. Leur essor est même le résultat des efforts faits dans ces dix dernières années, de 1880 à 1890. A en juger par l'extension considérable qu'ont prises les industries électriques pendant cette période, on peut préjuger de ce qu'elles deviendront dans un avenir rapproché. Pour qui connaît intimement les admirables ressources que nous offre cette forme de l'énergie, il n'est pas téméraire de penser qu'elle deviendra le principal agent de l'avenir, que ses applications deviendront presque aussi nombreuses que celles de la chaleur, et que les prochaines générations auront quelque peine à reconstituer par l'esprit un état social où l'électricité était inconnue. Si l'énoncé de cette opinion semble quelque peu paradoxal, nous croyons qu'après un coup d'œil d'ensemble jeté sur les applications acquises et sur celles qu'on est en droit d'espérer à bref délai, elle aura acquis pour le lecteur un degré de probabilité équivalent à une certitude. C'est donc surtout au point de vue de leur développement dans l'avenir, que nous examinerons les applications de l'électricité.

Marine et guerre. La marine a été la première à profiter des foyers électriques puissants produits par les machines dynamo-électriques. Les phares de la Hève en sont le plus ancien exemple. Le courant des lampes de ces phares pouvait atteindre 30 ou 40 ampères tout au plus. Aujourd'hui, grâce au progrès réalisé dans la fabrication des divers organes, on est arrivé à produire des foyers beaucoup plus intenses et en même temps d'une admirable fixité. La portée géographique a été accrue : la sécurité sur les côtes a été augmentée, et tous les pays civilisés sont entrés résolument dans la voie de la transformation en foyers électriques des feux de tous leurs phares de premier et même de deuxième ordre.

A bord des navires de guerre, des projecteurs ont été installés ; l'éclairage électrique est devenu le seul mode d'éclairage aujourd'hui universellement admis et indiscuté des grands navires de guerre ou de commerce. Mais une application particulière montre bien comment l'électricité appliquée à propos a pu, indirectement, augmenter dans une mesure considérable la valeur d'une entreprise : nous voulons parler de la traversée du canal de Suez. On sait que depuis peu d'années, et à la suite d'expériences décisives, la Compagnie du canal a pu autoriser le passage de nuit des navires munis de projecteurs électriques. Le nombre des navires qui profitent de cette faculté est tellement élevé, que plusieurs entreprises rivales ont pu s'établir sur le canal, pour fournir en location les appareils électriques aux navires en transit.

Quand on songe aux frais considérables que coûte chaque journée d'un grand paquebot, on comprend quelle économie s'attache à une réduction de vingt-quatre heures sur la durée d'un trajet. Le seul emploi de l'éclairage électrique a donc augmenté dans une certaine mesure la capacité du trafic des paquebots, et dans une grande mesure celle du canal maritime. Le doublement ou l'élargissement de ce canal qui était imminent a pu être retardé de quelques années grâce à la possibilité du transit de nuit.

Le rôle de l'électricité dans la guerre navale ou continentale reste réduit à l'inflammation des torpilles, à l'emploi des projecteurs et des signaux lumineux. Il ne semble pas que l'avenir puisse lui promettre un développement important; il semblerait que cet agent de civilisation si puissant se refuse à prêter un concours direct à l'art de la guerre, dernier reste de la barbarie des premiers âges. Mais il en est autrement pour l'industrie à laquelle il apporte des ressources inespérées.

Eclairage électrique. Usines centrales. Dès que l'on sût produire industriellement l'électricité, on pensa à établir des usines centrales, chargées de produire le courant et de le transmettre dans un périmètre donné, à l'aide d'un réseau de conducteurs. Le problème fut d'abord résolu en petit dans les installations industrielles de quelques centaines de lampes : puis on aborda hardiment les usines de plusieurs milliers de chevaux-vapeur, desservant un quartier entier d'une grande ville. Cet hiver (1890-91) il ne fonctionnera pas à Paris moins de huit usines dont la moins puissante représente environ mille chevaux-vapeur. Les villes de province suivent rapidement cet exemple, les plus petites aussi bien que les plus grandes, parce qu'elles présentent parfois des conditions plus favorables.

Il est permis de penser qu'avec le développement croissant des réseaux de distribution électrique, les conditions économiques de la vie domestique vont recevoir une profonde atteinte. On sait que le résultat des grandes agglomérations urbaines est le groupement des populations dans des habitations à nombreux étages, où l'espace manque pour l'emmagasinage, et où les approvisionne-

ments sont rendus pénibles. Aussi la tendance moderne est-elle la distribution, à domicile, poussée aussi loin que possible.

Déjà réalisée complètement ou à peu près pour l'eau et le gaz, cette distribution va donc l'être aussi en ce qui concerne l'électricité ; et, comme nous le disions plus haut, il est permis d'en espérer une modification importante et heureuse des conditions de l'habitation.

En effet, l'électricité fournissant une lumière pure et fixe, ne chauffant pas et ne viciant pas l'air, constitue non pas un éclairage de luxe, mais un éclairage sain et salubre, et, par conséquent, véritablement de première nécessité. Détrônant le gaz pour cet usage, l'électricité ne le bannira pas de la maison : bien au contraire, elle lui ouvrira tout grand son débouché normal, qu'il n'a jusqu'ici envisagé que timidement et comme pis-aller, le chauffage.

Sans doute, le gaz devra se transformer en vue de cette nouvelle application, et sacrifier le pouvoir éclairant, qui lui coûte si cher, au pouvoir calorifique, bien plus facile à obtenir. Il devra subir en même temps une importante réduction de prix: mais en même temps, il verra se développer ce nouveau débouché d'une manière certainement inespérée, au point de faire peut-être disparaître presque complètement le moteur à vapeur devant le moteur à gaz, et peut-être même de fournir aux usines électriques elles-mêmes, leur combustible sous la forme si précieuse de gaz, directement utilisable dans les cylindres des moteurs.

Une fois l'électricité dans la maison, tout porte à croire que son rôle ne se bornera pas à l'éclairage. On sait avec quelle facilité elle se prête à fournir la force motrice sous des puissances très faibles. Dès aujourd'hui, on peut relier aux circuits des usines centrales de petits moteurs électriques, développant 3 kilogrammètres par seconde, avec un rendement de 0,40, et des moteurs de 15 kilogrammètres seulement, avec un rendement de 0,60. La dépense du premier, au tarif actuel, n'excède pas 0 fr. 10 l'heure, et celle du second 0 fr. 28. Ces moteurs sont extrêmement petits et n'exigent presque aucun soin. Eh bien, il est hors de doute que cette possibilité d'employer aisément à domicile une force motrice de faible puissance, sera mise à profit dans un avenir très rapproché, pour effectuer mécaniquement une foule d'opérations ménagères qui se font à la main. On pourra, de plus, actionner des ventilateurs pour suppléer à l'imperfection des tirages naturels, en attendant qu'on puisse recevoir à domicile l'air pur, aussi nécessaire à la santé que l'eau pure.

Il suffit d'indiquer à grands traits et sans insister autrement, cette vue d'avenir, dont une partie, peut-être la chimère d'aujourd'hui, pourra devenir la vérité de demain, et entrer dans les habitudes aussi vite que le téléphone l'a fait dans ces dix dernières années.

Transmission de force. L'avenir réservé à l'électricité comme agent de transmission de la puissance motrice, est certainement très brillant. On sait que déjà de nombreuses usines situées en pays favorables, peuvent profiter de la faculté de transmission de l'électricité, pour aller chercher l'origine de leur force motrice en des points éloignés, où l'installation de l'usine même n'aurait pas été possible, ou bien aurait grevé ses produits de transports onéreux. L'expérience déjà acquise sous ce rapport permet d'entrevoir sans crainte l'éventualité d'un épuisement progressif des mines de houille, dont les produits pourront être à l'avenir réservés au chauffage et aux opérations métallurgiques qui ne peuvent s'en passer. Cette grande crainte de l'épuisement de la richesse minérale du sol, qui a si vivement agité les esprits il y a une douzaine d'années est donc aujourd'hui calmée, et c'est des progrès de l'industrie électrique que la génération actuelle doit attendre l'équilibre de la consommation et de la production du combustible minéral.

Si les transmissions de force motrice aux usines, par moteurs fixes, sont appelées à un grand développement, celui qu'il est permis de prévoir pour la transmission aux récepteurs mobiles, c'est-à-dire à la traction électrique, n'est pas moins remarquable.

La traction électrique des tramways, qui s'est généralisée d'une manière prodigieuse depuis trois ans, en Amérique, n'existe pour ainsi dire pas encore dans nos contrées. Quelques lignes en fonctionnement ne permettent que de juger de la praticabilité parfaite de ce mode de traction, lorsque les installations sont réalisées dans des circonstances favorables. Il y a, en France particulièrement, quelques difficultés d'ordre secondaire, qui entravent le progrès dans cette voie. Sans parler de la traction à vapeur, que l'électricité trouve déjà assez répandue il y a, pour nous borner aux points d'ordre électrique, la difficulté d'installer dans les villes des lignes de transmissions. Aériennes, elles sont d'un aspect disgracieux et assez encombrantes ; souterraines, elles sont fort coûteuses, et ne comportent pas, pour cette raison, le caractère un peu expérimental que comporte toute exploitation par de nouveaux procédés.

La traction par voitures automobiles, munies d'accumulateurs, présente à ce point de vue de grands avantages, puisque ces voitures peuvent circuler sur toutes les voies existantes, au milieu même des voitures à chevaux. Mais la difficulté a été jusqu'ici dans le poids très élevé des accumulateurs qu'il a fallu charger sur les voitures et qui constitue un poids mort considérable. Mais les efforts des inventeurs sont tournés de ce côté, et il n'est pas douteux que d'ici peu on ait pu réduire ces poids de telle sorte que la traction électrique sous cette forme ne prenne un rapide essor en France.

La traction électrique trouve encore des applications de détail dans une foule d'industries, parmi lesquelles nous pouvons citer les mines. Déjà les mines de houille du nord de la France emploient des treuils à commande électrique pour la manœuvre de leurs plans inclinés, et de petites locomotives électriques pour la traction des trains

de berlines dans les grandes galeries de roulage. Les manœuvres de pompes, de perforatrices et hâveuses, suivront et seront réalisées progressivement partout où l'état de l'atmosphère souterraine le permettra, et il n'est pas douteux que dans un avenir prochain, un réseau électrique complet sera un des auxiliaires les plus puissants des travaux souterrains.

Sous des formes un peu différentes, les industries de transport ont encore beaucoup à progresser du fait de l'électricité. Nous signalerons seulement le *telphérage*, système de transport par vagonnets roulant sur câble aérien. Mais il faut insister plus particulièrement sur des tentatives pleines de promesses et d'intérêt, qui se poursuivent en ce moment aux Etats-Unis, pour les *transporteurs* à grande vitesse. Bien que les inventeurs ne reculent pas devant l'idée de transporter des voyageurs à des vitesses de 300 kilomètres à l'heure, nous pensons que ces moyens seront d'abord appliqués aux transports postaux, ce qui suffirait à leur assurer une importance capitale. Il ne semble y avoir aucune difficulté insurmontable à créer un matériel de voies et de véhicules tels que l'électricité puisse les lancer à cette vitesse de 300 kilomètres à l'heure, soit à peu près 80 mètres à la seconde. Des vagonnets ayant une forme analogue à celle des projectiles, et guidés sur deux ou trois rails formant la voie, ont été construits et lancés sur des pistes circulaires avec des vitesses de l'ordre de celles dont nous parlons. Plusieurs genres d'appareils différents ont été ainsi étudiés, les uns munis d'une véritable petite locomotive électrique, les autres analogues à une armature de fer qui se déplace à l'intérieur d'un solénoïde indéfini, mais sectionné et où le courant passe de manière à entretenir le mouvement. Ces appareils sont étudiés par des compagnies disposant de capitaux considérables, et qui jugent parfaitement de la valeur d'avenir de ces affaires. Il n'est pas possible que leurs efforts n'aboutissent pas à un succès au moins partiel ; et, nous le répétons, ne pourrait-on appliquer ces appareils qu'aux services postaux à grande distance, que cela suffirait à constituer un progrès considérable.

Métallurgie et arts chimiques. Une partie importante de la métallurgie et des arts chimiques, voit ses procédés se renouveler par l'introduction de l'énergie électrique dans les réactions chimiques qui sont leur domaine. L'électro-métallurgie par voie humide est restée limitée à la galvanoplastie jusqu'à l'invention des machines dynamo-électriques véritablement industrielles. Dès qu'on pût obtenir l'électricité en quantités importantes et à bas prix, celle-ci vit s'agrandir ses opérations et devint une branche de la métallurgie par voie humide, qui prend de jour en jour plus de développement. L'affinage du cuivre par électrolyse est une opération aujourd'hui bien courante, et pratiquée dans nombre d'usines européennes. Mais voici que depuis peu, on fabrique en Angleterre, par voie galvanoplastique, des tuyaux de cuivre sans soudure, d'une qualité exceptionnelle, due à la pureté du métal. Ces tuyaux découpés en hélice donnent une sorte de fil carré que le tréfilage amène à sa forme définitive, donnant ainsi naissance à des fils d'une qualité incomparable.

Des tentatives pleines de promesses se poursuivent de plusieurs côtés pour le traitement direct des minerais, en particulier pour le zinc et le plomb.

L'électrolyse par fusion ignée permet aujourd'hui d'obtenir purs, et à des prix inconnus jusqu'ici, les métaux alcalino-terreux, dont le plus important semble devoir être l'aluminium. Les usines remarquables de Froges et de Creil, en France, et celle de Neuhausen, en Suisse, produisent chaque jour d'importantes quantités de ce métal.

Le ferro-aluminium qui s'obtient par les mêmes procédés commence à être très employé en métallurgie, en raison du pouvoir réducteur énergique de l'aluminium, qui désoxyde les bains et s'élimine de lui-même avec la plus grande facilité.

Des procédés du même genre sont appelés à faciliter le traitement d'un certain nombre de minerais. Il convient, en effet, de remarquer que la plupart des mines sont situées dans des pays de montagnes, où le combustible minéral est rare et les transports coûteux, tandis qu'en général il est facile d'y créer à peu de frais des forces motrices importantes, qui peuvent se transformer en énergie électrique avec facilité. La métallurgie électrique ne peut donc que prendre un essor de plus en plus grand, à mesure que seront créés les procédés rationnels de traitement des minerais.

Les arts chimiques forment encore une large part du champ ouvert à l'action de l'électricité comme agent de transformation. Déjà le blanchiment électrolytique, par action directe du chlore ou de l'ozone naissants, est appliqué dans un nombre important de fabriques de papier (procédés Hermitte). Les résultats obtenus ont été assez encourageants pour que ces usines se préoccupent de généraliser l'emploi des moyens électriques. Il semble même que l'on peut espérer réaliser par ces moyens la désagrégation et le blanchiment tout à la fois.

Parmi les autres applications, on peut encore signaler : l'épuration des alcools par les procédés Naudin, de Méritens, Teillard, qui ont tous pour résultat une transformation électro-chimique des aldéhydes, alcools supérieurs et huiles empyreumatiques contenus dans les flegmes soumis à la rectification ; la stérilisation des vins, moûts, et en général des liquides fermentescibles, sur lesquels un courant alternatif paraît exercer une action marquée ; l'épuration des eaux-vannes, qui a été tentée avec succès en Angleterre ; le tannage des peaux, etc.

Il serait presque impossible de citer toutes les opérations chimiques dans lesquelles on peut espérer apporter des perfectionnements importants par l'emploi judicieux de l'électricité ; il faudrait énumérer presque toutes les industries, car il n'en est presque aucune qui n'ait beaucoup à attendre des nouvelles méthodes électriques.

L'électricité n'est-elle pas, de toutes les formes de l'énergie, celle qui possède l'action chimique

la plus puissante et la plus profonde, donnant lieu, sans effort, à des réactions que la chaleur seule ne peut produire, et cela d'une manière immédiate et certaine? Aussi ses applications d'avenir se présentent comme innombrables dans toutes les branches d'industries qui ont à produire des transformations chimiques de la matière.

Télégraphie, téléphonie, signaux. La télégraphie ne paraît pas devoir recevoir d'ici longtemps de perfectionnement qui fasse époque dans son histoire. Sans doute on arrivera à accélérer les transmissions de plus en plus, par la construction meilleure des lignes, et l'emploi d'appareils spéciaux. Mais dans cet ordre d'idées le perfectionnement s'applique surtout à l'accroissement des distances de transmission directe sans relai.

La téléphonie est en possession d'appareils nombreux dont beaucoup sont excellents.

La téléphonie aérienne à grande distance n'est qu'une question de ligne, qui peut être résolue à prix d'argent. Cette industrie attend de l'avenir une grande extension commerciale plutôt qu'un progrès technique bien marqué. Les appareils de bureaux centraux, si compliqués par leur multiplicité, ont à recevoir de nouvelles dispositions, destinées à faciliter et accélérer un service qui n'a sa raison d'être que s'il est effectué rapidement. Les difficultés qui s'opposent à la transmission par les câbles sous-marins sont à la veille d'être levées, au moins pour les distances modérées, telles que celles qui séparent les côtes de France et d'Angleterre. De récentes expériences ne laissent aucun doute sur le résultat dans cette direction.

Les innombrables applications de détail que l'on fait de l'électricité, pour les signaux de toute nature, se généraliseront d'autant plus que celle-ci sera plus répandue et plus appréciée. Entrer dans le détail de ces applications sortirait de notre cadre et ne pourrait former ici qu'une énumération hors de saison.

En résumé, on peut dire que les emplois industriels de l'électricité sont encore à leur période de début. Des tentatives très importantes, bien souvent couronnées de succès, sont faites dans une foule de directions et il ne s'écoulera que peu d'années avant que l'électricité ait pris, dans l'industrie, une place des plus importantes parmi les applications des agents physiques à la satisfaction des besoins de l'humanité civilisée. — R.-V. P.

ÉLECTRO-AIMANT. Le calcul des électro-aimants est devenu chose relativement aisée depuis que les notions se sont précisées sur les quantités magnétiques. Ces organes ne sont plus guère employés qu'en télégraphie et dans quelques appareils spéciaux, où on leur demande des services parfois très différents. D'une manière générale, on peut les classer en deux catégories, suivant leur destination, savoir : les électro-aimants qui doivent développer un grand effort; ceux qui au contraire n'ont à exercer qu'une faible action, mais qui doivent agir très vite.

A titre d'exemple, l'électro d'un télégraphe Morse rentre dans la première catégorie, un effort sérieux étant nécessaire à l'impression nette. Au contraire, les électro-aimants formant *relais* dans les télégraphes rapides, doivent surtout agir très vite, et n'ont à déplacer qu'une légère armature.

Les deux qualités, grande force ou grande rapidité sont inconciliables; il faut renoncer à l'une à mesure qu'on augmente l'autre. D'où deux conditions de construction bien différentes.

Force portante. La force portante qu'un électro-aimant exerce *au contact* sur son armature peut se calculer très approximativement avec les formules qui s'appliquent aux cas simples de la théorie. Si l'on considère une section faite dans une barre uniformément aimantée de longueur indéfinie et de section S, l'action qui s'exerce entre les deux faces en contact est

$$F = 4.B^2S \times 10^{-5} \text{ grammes}$$

formule ou B représente l'induction du fer. On voit qu'elle est proportionnelle à la section S du fer, et qu'elle sera doublée si l'on fait agir les deux faces polaires de l'électro-aimant sur une même armature.

Pour pouvoir appliquer cette formule aux électro-aimants, il faut que ceux-ci soient constitués convenablement, c'est-à-dire que la culasse ait une section droite égale ou un peu supérieure à celle des noyaux, et que l'armature soit aussi égale ou supérieure aux noyaux.

L'induction maxima qu'on doit atteindre dans le bon fer est de 20,000 environ. La force portante pourra donc atteindre un maximum de 16 kilogrammes par centimètre carré de section droite.

La relation générale entre les différentes quantités en jeu est la suivante :

Appelons Φ le flux de force, qui, par définition, égale BS; N nombre de spires magnétisantes; I l'intensité du courant en unités C.G.S. (une unité=10 ampères); l la longueur totale du circuit magnétique, et μ la perméabilité, on a les relations :

$$\Phi = BS = 4\pi NI\frac{\mu}{l}S$$

$$B = 4\pi NI\frac{\mu}{l}$$

$$F = \frac{S}{8\pi}\left(4\pi NI\frac{\mu}{l}\right)^2$$

La quantité $4\pi NI$ s'appelle souvent *force magnétomotrice* et peut être représentée par un symbole spécial.

Si l'on exprime le courant en ampères et la force en grammes, on a :

$$NI = 125\frac{l}{\mu}\sqrt{\frac{f}{S}}.$$

Tout ceci se rapporte aux électros agissant sur leur armature *au contact*.

Lorsqu'il s'agit d'attraction à distance, les lois sont beaucoup plus compliquées. En effet, le flux de force ne passe plus alors tout entier par l'armature; une partie ne traverse que l'air, et n'agit plus pour l'attraction. Il faudrait donc, pour résoudre le problème, être en possession des moyens de calculer la répartition de la force à la surface

de l'armature pour une position quelconque de celle-ci. Or, ce problème se présente avec des difficultés mathématiques telles, que la solution générale en est impossible et qu'il en est à peu près de même de toutes les solutions particulières.

Pour les électros des relais, destinés à agir vite, on emploie fréquemment aujourd'hui des relais polarisés. L'aimantation préalable du fer des noyaux a pour effet de les rendre beaucoup plus sensibles aux faibles courants. On se propose, en effet, d'obtenir l'action avec un courant aussi faible que possible, et cette condition est pratiquement équivalente à celle de la plus grande vitesse, car le courant prenant graduellement sa valeur limite, une valeur donnée sera atteinte d'autant plus vite qu'elle sera plus faible.

La force d'attraction étant fonction du courant, la quantité qu'il importe de considérer est $\frac{dF}{di}$ qui doit être aussi grande que possible. Cette quantité est proportionnelle à $\frac{dB}{dH}$ rapport des variations de l'induction et de la force magnétisante (V. MAGNÉTISME). Or, il est facile de voir sur la courbe $B=f(H)$ que au voisinage de $B=0$, la valeur de $\frac{dB}{dH}$ est très faible, tandis que si le fer est déjà soumis par la présence de l'aimant à une induction B de 6,000 ou 8,000, par exemple, la valeur $\frac{dB}{dH}$ sera beaucoup plus grande et voisine de son maximum.

Lorsqu'on emploie de petits électros simples, qui doivent agir vite, il faut limiter strictement leurs dimensions au nécessaire et empêcher le contact direct de l'armature et du noyau. Les enregistreurs électro-magnétiques comportent des électro-aimants dont le noyau a 2 à 3 millimètres de diamètre sur 10 à 12 de hauteur: ils peuvent donner un grand nombre de vibrations par seconde. — R.-V. P.

* **ÉLECTRO-MÉTALLURGIE.** L'électro-métallurgie qui est longtemps restée limitée à la production des métaux par voie galvanoplastique est entrée, dans ces dernières années, dans une phase nouvelle. La création de puissantes machines dynamo-électriques a permis de mettre en jeu des quantités d'électricité très élevées et d'obtenir, par voie ignée, certaines réactions qui ne se produisent pas par voie humide.

L'électro-métallurgie des métaux terreux, et plus particulièrement la production de l'aluminium pur ou allié, a été jusqu'ici la seule qui ait donné lieu à des applications industrielles importantes. Les procédés Cowles, Héroult et Minet sont mis en œuvre dans diverses fabriques et livrent à l'industrie des produits remarquables à plus d'un titre.

Nous ne décrirons pas ces procédés que l'on trouvera exposés en grand détail à l'article ALUMINIUM de ce volume.

Les autres métaux alcalino-terreux peuvent être également l'objet d'une exploitation du même genre. Le magnésium, notamment, a donné lieu à quelques résultats intéressants. Mais les débouchés de ces métaux sont trop restreints pour que leur extraction ait pu faire l'objet d'une exploitation industrielle notable.

Procédés Elmore. L'électro-métallurgie par voie humide vient de recevoir récemment une impulsion nouvelle, par la découverte de procédés qui permettent d'obtenir directement des articles manufacturés.

Le dépôt de cuivre s'était borné, depuis la découverte de la galvanoplastie, à la production de pellicules relativement minces. Il y a quelques années, à l'époque où les cuirs gaufrés étaient en vogue, ce gaufrage était obtenu à la presse hydraulique, par compression entre des matrices gravées.

Ces matrices étaient des planches de cuivre électrolytique, formant le contre-type d'une planche-mère. Leur épaisseur était considérable, 15 à 20 millimètres, afin de leur donner la résistance suffisante. Malheureusement, il fallait plusieurs mois de séjour dans les bains pour obtenir de telles épaisseurs.

Récemment, M. Elmore, en Angleterre, a réussi à produire industriellement des tubes et des planches de cuivre, par électrolyse directe des cuivres bruts du Chili. L'idée de produire par électrolyse des tubes ou planches de cuivre est évidemment venue à un grand nombre de personnes. Mais lorsqu'on soumettait les échantillons obtenus aux essais propres à mettre en évidence leurs propriétés mécaniques, on reconnaissait facilement que le métal obtenu était cristallin, par conséquent cassant, et dépourvu de la malléabilité qui est une des plus précieuses propriétés du cuivre.

M. Elmore est parvenu à surmonter cette difficulté par un artifice très simple.

Pour obtenir des tubes, par exemple, M. Elmore emploie un mandrin d'acier préalablement bien tourné. Ce mandrin est placé dans le bain et sert de cathode. Il est disposé pour recevoir un mouvement lent de rotation autour de son axe; en même temps une molette ou un brunissoir appuie contre lui, tout en recevant un mouvement alternatif de va-et-vient le long d'une génératrice du mandrin.

Tous les points sur lesquels s'effectue le dépôt sont donc successivement soumis à l'action de ce brunissoir. Les cristaux sont écrasés dès leur formation, et le métal obtenu présente une grande pureté et une grande homogénéité.

Lorsque l'épaisseur obtenue est suffisante, on enlève le mandrin du bain, et on le chauffe légèrement. Le cuivre, plus dilatable et plus chaud que le fer, se détache lui-même de son support. On obtient ainsi un tube sans soudure, parfaitement homogène et cylindrique. Les essais de traction ont accusé une résistance à la rupture de 44 kilogrammes par millimètre carré.

S'il s'agit d'obtenir des planches de cuivre, le mode opératoire est le même, sauf que les mandrins sont beaucoup plus gros et plus courts. Le cylindre obtenu est fendu suivant une génératrice

et le développement donne la feuille voulue. Enfin s'il s'agit d'obtenir des fils, on prend un tube quelconque, que l'on découpe sur le tour en une hélice continue, à l'aide d'un filet de vis plus profond que l'épaisseur du métal. L'ébauche de fil ainsi obtenue est ensuite soumise aux méthodes habituelles de la tréfilerie. La conductibilité électrique obtenue serait très élevée, 104 0/0 de l'étalon de Matthiessen.

On ne saurait se dissimuler que ce procédé semble appelé à un grand avenir. Il permet d'obtenir en une seule opération des articles manufacturés d'une qualité supérieure, et cela en évitant les dépenses et les déchets des fusions et laminages successifs nécessités dans les procédés habituels. La principale dépense est celle du courant électrique. On peut l'évaluer en comptant qu'avec les dispositions actuelles un cheval-heure peut déposer environ 600 grammes de cuivre. Le seul inconvénient du procédé est la lenteur de l'opération. Celle-ci ne saurait être abrégée sans compromettre la qualité du métal. Aussi une production importante, comme celle que comporte nécessairement une industrie de ce genre, exige-t-elle un grand nombre de bains fonctionnant simultanément et une importante immobilisation de capital.

L'usine anglaise produit plusieurs tonnes par mois de ces cuivres électrolytiques manufacturés, et il existera sans doute prochainement d'importantes usines sur le continent. — R.-V. P.

• **ÉMAILLAGE.** L'émail est une substance vitrifiée, opaque ou colorée, qui s'applique sur les porcelaines, les faïences, sur le verre et sur les métaux. Nous ne nous occuperons ici que de l'*émaillage des métaux au point de vue industriel*, laissant de côté les émaux céramiques et les émaux artistiques, sur cuivre et sur métaux précieux, qui rentrent dans la joaillerie et la bijouterie.

L'art d'appliquer sur les métaux des couleurs ou peintures vitrifiables, qui deviennent adhérentes, inaltérables et brillantes, se pratique de plusieurs manières et nécessite l'emploi de matières différentes suivant les effets à obtenir. Dans tous les cas la vitrification est produite par l'action d'une haute température ayant pour but d'amener la couche d'émail à l'état de fusion.

Depuis un certain nombre d'années, l'émaillage industriel a fait de grands progrès et a acquis un développement considérable. Ce sont surtout les applications de l'émail sur la fonte et sur le fer que nous allons étudier ici.

Les premières tentatives pour réaliser industriellement l'émaillage sur fer, datent de 1849, époque à laquelle MM. Jacquemin frères, de Morez (Jura), commencèrent à fabriquer des plaques de tôle émaillées, pour divers usages, et notamment pour inscriptions, pour numéros de maisons, etc. On n'avait précédemment appliqué l'émail que sur le cuivre avec lequel il est plus facile d'obtenir l'adhérence parfaite. La composition des fondants nécessaires pour obtenir cette adhérence varie suivant qu'il s'agit du cuivre ou de la tôle.

M. Salvétat, qui a étudié très minutieusement cette composition, en analysant au laboratoire de la Manufacture de Sèvres un grand nombre d'échantillons de produits commerciaux, a indiqué les proportions suivantes pour l'émaillage appliqué par les trois fabricants ci-dessous :

	M. M. Jacquemin	M. Pâris		M. Japy		
Acide silicique	49.00	47.70	40.05	47.50	51.00	49.00
Acide borique	4.04	5.49	3.36	4.36	3.12	4.62
Oxyde de plomb	27.52	28.10	39.04	31.40	22.44	25.00
Oxydes de fer et de manganèse	2.50	1.00	1.00	2.52	4.20	2.70
Chaux	0.81	0.50	0.20	1.50	2.20	1.00
Magnésie	traces	traces	traces	traces	0.00	0.00
Alcalis	16.14	16.21	16.05	12.72	17.04	16.65
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

On remarque de suite, en lisant ce tableau, que les diverses préparations employées renferment toutes les mêmes éléments et que quelques-uns d'entre eux y entrent en proportions qui ne varient que dans des limites très rapprochées.

Dans un mémoire publié dans le *Bulletin de la Société d'encouragement*, M. Pâris a indiqué, pour le fondant employé sur fer la composition suivante :

Flint-glass	130.00
Carbonate de soude	20.50
Acide borique	12.00

L'application de la matière vitrifiable sur le métal se modifie suivant la composition de cette matière et le métal sur lequel on veut la faire adhérer. L'émail, préalablement broyé en poudre très fine, est étendu au moyen d'une spatule sur les parties à recouvrir d'enduit protecteur, et on passe au feu de cuisson les pièces ainsi revêtues de la couche d'émail.

L'application d'une seconde couche est nécessaire dans certains cas, notamment pour obtenir des surfaces plus nettes, plus homogènes et exemptes de diverses défectuosités auxquelles la première couche peut être sujette.

Lorsqu'on opère sur des pièces à grande surface il est généralement préférable d'appliquer l'émail en couches successives au moyen d'un tamis à l'aide duquel on saupoudre les parties à émailler, après les avoir enduites d'une matière agglutinative qui disparaît ultérieurement lorsque la pièce émaillée est soumise dans la moufle à l'action de la chaleur qui vitrifie le fondant. On ne doit exposer les pièces au feu de moufle

qu'après s'être assuré qu'elles sont complètement sèches. Plus les pièces ont de grandes dimensions plus les difficultés d'application et de cuisson s'accroissent également. L'émailleur n'a guère que l'habitude du coup d'œil pour juger si la température nécessaire est atteinte et si la couche est convenablement vitrifiée; la plus grande difficulté consiste dans l'emploi de fondants qui glacent les uns avant les autres, quand on veut en appliquer plusieurs de composition différente sur la même pièce.

L'industrie des fontes et des tôles émaillées, pour les appareils de chauffage et pour les ustensiles de cuisine, a pris une extension considérable. Un grand nombre d'autres applications se multiplient aussi tous les jours, et, à côté de ces produits commerciaux, nous devons signaler aussi la production des pièces vraiment artistiques, à grandes dimensions, dont M. Pâris s'est fait notamment une remarquable spécialité. — G. J.

***ENCLENCHEMENT**. *T. de chem. de fer*. Depuis la publication du *Dictionnaire*, quelques types nouveaux d'enclenchements ont été produits, les uns pour perfectionner les combinaisons très compliquées que comporte l'établissement des grands postes, dans les gares importantes et munies d'un grand nombre de croisements, les autres au contraire destinés à être appliqués dans de petites stations de passage, où le trafic est peu actif et ne justifierait pas la création coûteuse d'installations très complètes pour la sécurité.

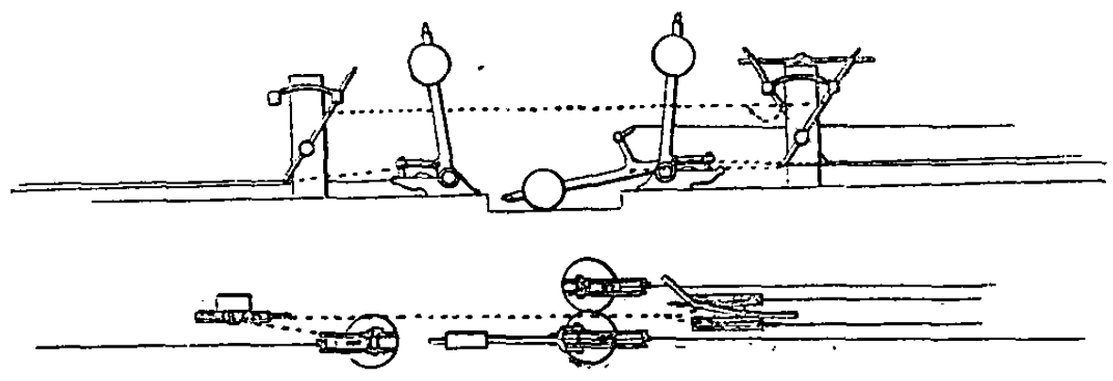


Fig. 481 et 482.

Dans la première catégorie, il y a lieu de signaler l'emploi des leviers dits *directeurs* appliqués dans les grandes cabines que construit la maison Saxby, et permettant de simplifier l'installation des tables d'enclenchements. En principe, un levier directeur ne manœuvre aucun appareil, il est simplement destiné à faire la *sélection* de la direction à donner à un mouvement; il est, par conséquent, enclenché avec les leviers de tous les appareils qu'intéresse ce mouvement, de sorte que, pour renverser le levier directeur, il faut avoir préalablement placé dans la position convenable tous les signaux et toutes les aiguilles qui permettent au mouvement en question de s'effectuer avec sécurité; cela fait, le levier directeur est renversé et on peut alors manœuvrer l'unique levier du signal qui autorise la mise en marche de la manœuvre.

Il résulte de là qu'il suffit qu'il y ait autant de leviers directeurs que de directions dans lesquelles on peut engager un train ou une manœuvre; comme d'autre part, le nombre des signaux est égal à celui des provenances d'où peuvent venir les trains ou les manœuvres et que chacun de ces signaux n'a qu'un levier; le nombre total des leviers de signaux est, y compris les directeurs, égal à celui des provenances ajouté à celui des directeurs; tandis qu'auparavant, c'était le produit de ces deux nombres; on voit donc qu'il y a une sérieuse réduction dans le nombre des leviers, puisqu'au lieu du nombre de leviers primitivement nécessaire, c'est le logarithme de ce nombre.

L'introduction des leviers directeurs a donc pour effet de diminuer: d'abord les frais d'installation, puisque la cabine peut être moins longue et que chaque levier supprimé coûte de 2 à 300 francs; ensuite les frais d'exploitation, puisqu'on ménage mieux les forces et le temps du personnel, à qui on impose un trajet moindre dans la cabine.

Comme type d'une disposition plus élémentaire, nous signalerons les dispositifs que M. Gourguechon, chef de section des chemins de fer de l'Etat français, a fait appliquer à Parthenay, à Loudun, et à quelques autres gares de ce réseau. Comme l'indique les figures 481 et 482, l'enclenchement est obtenu pour une bifurcation à trois directions par une barre de fer coudée à ses deux extrémités, reposant sur un pivot placé sur la tête d'un poteau, sur lequel deux leviers de mâts carrés ont été placés, de trois taquets d'arrêt supplémentaires posés sur les leviers des mâts carrés, et de chaînes reliant les leviers des signaux; ces enclenchements peu coûteux peuvent être installés en vingt-quatre heures avec des matériaux en service. — M. C.

ENGRAIS. Dans le *Dictionnaire* nous avons exposé à ce mot la définition moderne de l'engrais, ainsi que les faits d'expérience et les idées philosophiques sur lesquels elle repose. Nous avons à préciser, ici, les conséquences pratiques de cette théorie et à énumérer brièvement les immenses progrès qu'elle a fait faire à l'agriculture et au commerce des matières fertilisantes.

Progrès agricole. Livrée à ses seules ressources l'agriculture se trouvait enfermée dans un cercle vicieux. Les récoltes épuisent le sol de certains éléments qui sont transportés avec elles sur les marchés et ne font pas retour à la terre. Tels sont notamment l'acide phosphorique et la potasse. Le fumier produit à la ferme restitue bien au sol les éléments contenus dans les pailles et dans les fourrages consommés à l'étable ou à l'écurie; mais, encore, cette restitution n'est-elle que partielle, car les animaux emportent avec eux les quantités de ces éléments qu'ils ont prélevées, pour la formation ou l'accroissement de leur squelette et de leurs masses musculaires.

Mais les grains exportés, les fourrages vendus, ne donnent lieu à aucune restitution. Il en résulte forcément que la productivité d'un sol fertile ne peut être maintenue qu'à l'aide d'une importation d'engrais équivalente à l'exportation qu'entraîne l'utilisation ou la réalisation des récoltes. De là l'épuisement plus ou moins rapide de terres autrefois très fertiles. De là aussi la décadence de certaines nations qui n'ont pas su entretenir la fertilité de leur sol. Cet épuisement, cette décadence, sont souvent masqués par des apparences trompeuses qui encouragent la routine et l'incurie des cultivateurs.

Une terre stérile que l'on défriche produit pendant plusieurs années d'abondantes récoltes de céréales parce que la charrue, en soulevant la terre, en y faisant pénétrer l'air et l'eau, permet à la végétation d'utiliser les éléments qu'elle contenait inertes, auparavant.

Après les céréales viennent les fourrages, le trèfle, la luzerne qui, se nourrissant dans des couches plus profondes, peuvent encore réussir lorsque la surface est épuisée par la production des grains. La consommation de ces fourrages par les animaux, sur place ou à l'étable, produit du fumier qui, restituant à la couche superficielle les éléments puisés dans les couches profondes, permet aux céréales de réussir à nouveau.

Le sol paraît régénéré pour l'observateur superficiel, tandis que sa fertilité naturelle n'a fait que changer de niveau.

Les assolements qui font succéder les cultures les unes aux autres, dans un certain ordre, sont le remède empirique que les cultivateurs ont opposé à l'épuisement de leur sol. Ils ont ainsi obtenu des résultats encourageants parce que, toutes les cultures n'ayant pas les mêmes exigences, une plante à potasse, par exemple, peut très bien réussir sur un sol qui vient de porter une plante à acide phosphorique, bien que ce dernier élément ait été emporté, en grande partie, par la récolte précédente.

Mais la pratique a eu fréquemment l'occasion de constater, même sur des terres réputées autrefois pour leur fécondité, que le même assolement longtemps continué ne donne plus les mêmes résultats, que notamment la luzerne et le trèfle finissent par refuser de venir sur les terres qui en ont déjà porté un certain nombre de fois.

S'il en est ainsi des terres riches et fertiles, que dire de celles que la culture a toujours considérées comme peu productives? Pourquoi le système de culture qui paraît maintenir la fertilité où elle existe est-il impuissant à la créer où elle fait défaut?

Ce problème, autrefois insoluble, trouve dans la théorie chimique des engrais une solution aussi heureuse qu'inattendue.

Un grand nombre de terres relativement stériles doivent leur situation précaire à ce que la nature a omis de les pourvoir, en quantité suffisante, d'un ou de plusieurs des éléments utiles à la végétation. Elles sont, dès lors, limitées à la production de récoltes peu exigeantes à l'égard de l'élément ou des éléments manquants. Ces récoltes livrées au bétail, produisent un fumier dont la composition est aussi vicieuse que celle du sol et dans le même sens. Il ne peut, par conséquent, l'améliorer.

Grâce à l'analyse chimique de la terre, complétée, au besoin, par celle des récoltes qu'elle produit, on peut savoir, aujourd'hui, quel est ou quels sont les éléments manquants et, en les apportant à la terre sous forme d'engrais chimiques, on fait immédiatement apparaître la fertilité où n'existait que la misère et la désolation.

C'est ainsi, pour n'en citer qu'un exemple, que certaines fermes de la Champagne pouilleuse ont acquis brusquement une prospérité inconnue jusque-là dans ce malheureux pays, lorsque l'analyse chimique du sol a enfin révélé le secret de sa stérilité. Nous avons, en effet, reconnu que cette terre déshéritée était pourvue de tous les éléments nécessaires à la végétation, à part la potasse qui lui faisait défaut ou ne s'y rencontrait qu'en proportion insuffisante.

L'emploi du chlorure de potassium en addition aux fumures ordinaires a fait immédiatement apparaître les récoltes maxima en permettant aux plantes d'utiliser les richesses du sol, ce qu'elles ne pouvaient faire auparavant faute de la quantité de potasse indispensable à leur développement.

Ces heureuses transformations, qui se comptent aujourd'hui par centaines, s'accomplissent souvent à fort peu de frais, parce que la terre manque rarement de tous les éléments nécessaires, à la fois. L'efficacité des engrais chimiques est telle, d'ailleurs, qu'il suffit presque d'apporter la quantité indispensable à la formation de la récolte pour l'obtenir, sans avoir trop à se préoccuper d'augmenter le stock d'éléments utiles contenus dans le sol.

Mais là ne s'arrêtent pas encore les bienfaits de la théorie moderne des engrais. Elle n'a pas seulement permis de fertiliser des terres stériles, de maintenir un équilibre favorable là où il existait naturellement, mais, grâce à elle, l'agriculture a pu étendre le champ de son ambition. Elle a pu modifier la nature même des végétaux cultivés et leur faire exagérer, à volonté, le développement de leurs parties les plus utiles. Aussi, en 1884, lorsqu'une bonne loi est venue créer, pour le cultivateur, un intérêt sérieux à faire de la betterave riche en sucre, on a vu immédiatement, dès la campagne suivante, cette richesse s'élever à un taux que l'on ne croyait accessible qu'à la culture allemande.

C'est ainsi, encore, que le choix de bonnes variétés, aidé de l'emploi des engrais chimiques qui les font réussir, a permis d'élever fortement la proportion du grain dans les récoltes de céréales, la richesse en fécule dans les pommes de terre, etc., etc.

Aussi la consommation des engrais chimiques prend-elle de jour en jour plus de développement.

Progrès industriel et commercial. Jusqu'en 1840 le commerce des engrais était resté rudimentaire. La poudrette plus ou moins mélangée de terre ou de tourbe, les viandes d'équarrissage, le sang des abattoirs, les boues de villes et quelques ré-

sidus d'industrie étaient seuls offerts à l'agriculture, sous des formes plus ou moins déguisées et à des prix excessifs, par rapport aux résultats produits. Aussi ces engrais ou *poudres végétatives*, comme on les appelait alors, étaient-ils fort peu en faveur auprès des cultivateurs.

— La découverte du guano du Pérou vint modifier profondément cet état de choses. Cet engrais était employé depuis des siècles par les cultivateurs de la côte péruvienne, mais l'Europe n'a commencé à en faire usage que vers 1840. Il est alors devenu l objet d'un commerce fort actif et les importations pour la France seulement, se sont peu à peu élevées jusqu'à 130,000 tonnes d'une valeur de 42,000,000 de francs, en 1870. De 1870 à 1880 l'importation s'est maintenue à une moyenne de 72,000 tonnes, valant 25,000,000. A parlir de 1880 elle diminue rapidement pour tomber à 680 tonnes en 1888 et 7,393 en 1889.

Comme on devait s'y attendre, les premiers gisements découverts ont été rapidement épuisés. On en a trouvé d'autres qui ont été épuisés à leur tour et aujourd'hui cette branche de commerce est presque éteinte à cause de la pauvreté des produits qu'elle livre encore à l'agriculture. C'est que la science ayant fait connaître les causes de l'action des engrais, le guano n'est plus considéré comme un produit aux propriétés merveilleuses, mais seulement comme une source d'azote et de phosphate de chaux. Sa valeur n'est plus mystique. Elle dépend uniquement de sa richesse à l'égard de ces deux éléments utiles à la végétation. Il a, dès lors, à subir la concurrence de tous les produits indigènes qui peuvent livrer à l'agriculture ces mêmes éléments, dans des conditions souvent beaucoup plus économiques.

Le développement que la théorie chimique des engrais a provoqué de la part de l'industrie indigène a donc eu pour premier résultat de refouler le guano et de le remplacer par des produits dont la recherche et les manipulations ont apporté un important aliment au travail national.

Phosphates. Nous ne reviendrons pas sur l'étude des phosphates qui a été traitée avec tout le développement nécessaire dans le *Dictionnaire* — V. PHOSPHATE.

— Nous nous bornerons à rappeler, en ce qui les concerne, que d'importantes sociétés minières extraient les phosphates de notre sol, dans vingt-quatre de nos départements et même en Algérie et en Tunisie, ce qui ne nous empêche pas d'en tirer une certaine quantité de l'étranger, notamment de Belgique, d'Allemagne, d'Espagne et d'Amérique.

Les os des animaux qui ont été les premiers engrais phosphatés employés par l'agriculture, avant même qu'elle connût la raison de leurs propriétés fertilisantes, sont mieux que jamais recueillis et, après divers traitements industriels, fournissent aussi leur contingent à la consommation agricole sous les formes suivantes :

Poudres d'os verts (os simplement pulvérisés) ;

Poudres d'os dégélatinés (os dégélatinés et pulvérisés) ;

Noirs de sucreries (os calcinés en vase clos et ayant servi à l'épuration des jus sucrés) ;

Noirs de raffineries (les mêmes ayant servi à l'épuration des sirops) ;

Cendres d'os (os calcinés à l'air et à blanc).

Tous ces phosphates pulvérisés dans de puissants moulins sont livrés soit directement à l'agriculture, soit aux grandes usines de produits chimiques qui leur font subir de nouvelles manutentions.

— Les quantités de phosphates divers consommées directement par l'agriculture qui en obtient d'excellents résultats sur les prairies, dans les défrichements de bois et, en général, dans tous les sols chargés de débris végétaux, s'élèvent actuellement à environ 150,000 tonnes d'une valeur moyenne de 50 francs, soit 7,500,000 francs par an.

A cette consommation il faut ajouter celle des scories de déphosphoration de la fonte, nouvelle source d'acide phosphorique dont il a été parlé à l'article DÉPHOSPHORATION (V. ce mot au *Supplément*). La production de ces scories dans les usines métallurgiques françaises s'élève annuellement à 70,000 tonnes qui sont à peu près entièrement absorbées par l'agriculture et dont la valeur est d'environ 1,000,000.

Une fraction fort importante des phosphates extraits de nos carrières et de nos phosphates d'os, ainsi que la presque totalité des phosphates d'importation est transformée par les usines de produits chimiques en *superphosphates*. Pour cela on les mélange avec de l'acide sulfurique qui s'empare d'une grande partie de la chaux qu'il transforme en sulfate de chaux (plâtre), pendant que l'acide phosphorique devient libre ou reste combiné à une faible partie de la chaux sous forme de phosphate acide. Le produit définitif de cette fabrication est donc un mélange d'acide phosphorique ($PhO^5.3HO$), de phosphate acide de chaux ($CaO.2HO.PhO^5$), de sulfate de chaux

($CaO\,SO^3$)

avec diverses matières qui existaient à l'état d'impuretés dans le phosphate employé. Sous cette forme, le phosphate de chaux, chimiquement désagrégé et devenu soluble dans l'eau, pour la plus grande partie, est efficace dans tous les sols dont la richesse en acide phosphorique n'est pas suffisante. Aussi l'agriculture fait-elle une consommation de superphosphates qui augmente chaque année dans d'assez larges proportions.

— Elle s'est élevée, en 1889, à environ 400,000 tonnes, d'une valeur moyenne de 70 francs, ce qui donne une valeur totale de 28,000,000 dont le tiers environ nous est venu de l'étranger.

La consommation totale des engrais phosphatés ne s'élève cependant encore qu'au quart environ des quantités que la production des récoltes fait perdre au sol français, déduction faite de la restitution par les fumiers.

Il existe donc encore une marge considérable pour le développement de toutes les industries qui aboutissent à la production des engrais phosphatés.

Azote. M. Grandeau estime à 272,400 tonnes le déficit annuel que les récoltes imposeraient au sol de la France, déduction faite de l'azote qui est restitué par le fumier de ferme. Mais ce chiffre colossal est calculé en retranchant simplement l'azote des fumiers de celui des récoltes, sans tenir aucun compte de la quantité considérable d'azote que l'atmosphère fournit à la végétation.

Il est vrai que la faculté que possèdent les plantes d'utiliser l'azote élémentaire de l'air était encore fortement contestée par la plupart des savants, il y a quelques années, mais depuis la découverte des nodosités à bactéries des racines des légumineuses, faite par MM. Helriégel et Wilfarth, il s'est fait un curieux revirement dans les esprits et l'absorption directe de l'azote atmosphérique compte aujourd'hui autant de partisans qu'elle avait naguère de détracteurs. Il est donc nécessaire de rectifier le chiffre de M. Grandeau en tenant compte, tout au moins, de l'azote fixé par les légumineuses. Mais il n'est pas même besoin de recourir aux théories nouvelles pour établir que ces appréciations sont singulièrement exagérées.

M. Grandeau arrive, en effet, en divisant par le nombre d'hectares cultivés le déficit rappelé ci-dessus, à une perte annuelle de 11k,23 d'azote par hectare et par an. Or, les travaux de nombreux savants résumés et discutés par MM. Lawes, Gilbert et Warington (1) ont établi que, sous le climat de l'Angleterre et sous celui de Paris, la terre reçoit annuellement 10 kilogrammes d'azote par hectare sous forme d'ammoniaque et d'acide nitrique apportés par l'eau de la pluie. On sait, en outre, par les recherches du docteur Frankland, que 1,000 mètres cubes d'eau de pluie contiennent de 120 à 230 grammes d'azote à l'état de matières organiques. Or, la terre recevant annuellement, sous le climat de Paris, 6,000 mètres cubes, en moyenne, d'eau pluviale par an, s'enrichit encore de ce chef de 730 grammes à 1k,380 d'azote, soit, en moyenne, de 1k,055 grammes.

L'atmosphère fournit donc annuellement, et par hectare, 11k,055 d'azote combiné, quantité sensiblement égale à celle que M. Grandeau considère comme étant en déficit.

Si on ajoute à ces apports les quantités d'azote élémentaire que les terres et les plantes tirent de l'atmosphère, suivant les expériences de MM. Berthelot et André et de MM. Helriégel et Wilfarth, on est forcé de reconnaître que notre sol ne perd pas d'azote et en gagne, au contraire, chaque année, des quantités importantes. C'est ce qu'il est facile de constater par l'analyse de toutes les terres qui ne sont pas fréquemment soumises au labour, telles que les prairies, les bois, les landes et même les vignes qui ne sont labourées que superficiellement. Toutes les recherches qui ont été faites sur ces terres ont toujours constaté un enrichissement rapide en matières azotées.

Les terres de labour s'appauvriraient, au contraire, rapidement si on ne leur fournissait fréquemment du fumier ou d'autres engrais azotés, ainsi que l'établissent les expériences de M. Dehérain. Mais, dans la culture ordinaire, les terres reçoivent périodiquement du fumier et passent fréquemment par des cultures fourragères qui rendent, en grande partie, l'azote que les céréales et les racines ont pu enlever. Les trèfles et les luzernes laissent, en effet, d'abondantes racines riches en azote originaire de l'atmosphère, qui se décomposent rapidement et représentent une abondante fumure. Aussi a-t-on constaté qu'après ces fourrages les céréales sont généralement plus belles qu'avant, ce qui indique bien un enrichissement en azote malgré la très forte quantité de cet élément qu'enlève la légumineuse.

Des analyses périodiques nous ont d'ailleurs permis de constater dans diverses fermes que la teneur en azote des terres de labour allait plutôt en augmentant qu'en diminuant. On peut au moins affirmer qu'elle se maintient à la condition, bien entendu, que les fumiers soient convenablement recueillis et utilisés et que les assolements fassent largement intervenir les fourrages de la famille des légumineuses qui sont les plus puissants fixateurs de l'azote atmosphérique. Mais, alors, quelle peut être l'utilité des engrais azotés que l'agriculture recherche avec avidité et dont elle fait une consommation fort importante, comme on le verra plus loin ?

L'azote, dont l'analyse constate la présence dans toutes les terres cultivées, ne s'y trouve guère qu'à l'état de matières organiques azotées, de débris végétaux et d'humus, matière noire qui n'est autre chose que le dernier terme de la décomposition des débris végétaux. Or, les plantes n'absorbent ni l'humus ni les débris qui lui donnent naissance. Pour que l'azote qu'ils contiennent devienne utilisable par elles, il faut que la décomposition soit encore plus avancée, il faut que, par voie d'oxydation, l'humus ait été ramené à l'état de bicarbonate d'ammoniaque ou de nitrate. Cette transformation s'accomplit constamment dans le sol sous l'influence d'un ferment spécial qui a été signlé par MM. Schlœsing et Muntz, le ferment nitrique qui existe en plus ou moins grande abondance dans tous les sols cultivés. — V. *Dictionnaire*, NITRIFICATION.

C'est donc grâce à la nitrification que l'azote des matières organiques devient utile à la végétation ; mais c'est elle aussi qui détruit ces matières et en appauvrit plus ou moins rapidement, suivant son activité. Les nitrates sont tous solubles dans l'eau et facilement entraînables par les pluies qui ruissellent à la surface ou pénètrent dans les profondeurs du sol. Aussi ne trouve-t-on jamais que de très faibles quantités de nitrates dans les couches arables, alors même que la terre est très riche en matières azotées et que la nitrification y est très active.

Ce sont précisément ces nitrates que les racines des céréales et de beaucoup d'autres plantes cultivées doivent saisir au passage pour s'alimenter. Le moment où elles en ont surtout besoin est au printemps, lorsque la plante prend son essor et s'accroît rapidement. Or, la nitrification opérée par un être vivant, est nécessairement peu active pendant l'hiver, vu l'abaissement de la température et, d'un autre côté, c'est pendant cette saison que le sol est lavé par les eaux les plus abondantes. Il arrive donc généralement, même dans les sols riches en matières azotées, que l'azote assimilable, c'est-à-dire l'azote nitrique, est peu abondant dans le sol, au moment même où la culture en a le plus grand besoin.

C'est alors qu'une addition d'engrais azoté très

(1) *Annales agronomiques*, tome VII, année 1881, page 429 et suivantes.

assimilable, de nitrate par conséquent, produit les meilleurs effets, en provoquant une poussée rapide et un large enracinement qui permet à la plante d'absorber, en beaucoup plus grande quantité, les phosphates et les autres éléments minéraux qui se trouvent dans le sol.

Un autre effet, fort utile aussi, de l'application des nitrates, en couverture, au printemps, est de permettre à la plante cultivée de dominer et d'étouffer les plantes parasites qui, moins sensibles au défaut d'azote assimilable, s'empareraient plus rapidement qu'elle du sol et lui disputeraient, par conséquent, les éléments minéraux qui lui sont indispensables.

L'engrais généralement employé pour cet usage est le nitrate de soude bien que la soude soit à peu près inutile à la végétation. Mais, dans le sol, il est rapidement transformé en nitrates de potasse, de chaux, de magnésie, d'ammoniaque, qui sont directement utilisés par les végétaux pendant que les sels de soude qui en résultent vont se perdre dans les sous-sols.

Le sulfate d'ammoniaque est aussi utilisé de la même façon, mais son application est bien moins étendue. Il ne convient qu'aux terres sablonneuses où le nitrate de soude serait trop rapidement entraîné dans les sous-sols par les pluies qui succèdent à l'épandage. Il agit d'ailleurs de la même manière, car il se nitrifie très rapidement et revient par conséquent à un emploi de nitrate plus ménagé et donné, pour ainsi dire, à mesure du besoin. Grâce à l'emploi méthodique de ces engrais répandus en une ou plusieurs fois suivant l'aspect des récoltes, on parvient, à la condition, bien entendu, que le sol soit largement pourvu des autres éléments indispensables, à donner aux céréales exactement la puissance de végétation nécessaire pour atteindre au maximum de rendement, sans arriver à la verse qui est également due à l'excès d'azote assimilable par rapport aux éléments minéraux.

Après ces explications il n'y a pas lieu d'insister pour faire comprendre l'utilité du nitrate de soude et du sulfate d'ammoniaque pour la culture de la betterave. Surexcitée par ces engrais, dès le début de sa végétation, elle prend rapidement son essor et acquiert la force de résister aux ennemis qu'elle redoute surtout pendant sa jeunesse.

Si les engrais azotés, rapidement assimilables, sont aussi utiles sur les terres riches en azote et bien entretenues, ils sont, à plus forte raison, indispensables sur les terres pauvres, incultes ou mal cultivées qu'il s'agit de mettre en valeur. Leurs applications sont donc très générales, aussi leur commerce a-t-il pris, par suite de la vulgarisation de la théorie chimique des engrais, une importance colossale.

Nitrate de soude. Nous sommes malheureusement forcés de demander le nitrate de soude à l'importation, car c'est un produit naturel des régions tropicales. Ce sel s'y forme exactement comme dans nos sols cultivés, par la nitrification des matières organiques azotées sous l'influence du ferment nitrique qui en provoque l'oxydation par l'oxygène de l'air.

Le carbone devient de l'acide carbonique

$$(C+2O=CO^2)$$

l'hydrogène devient de l'eau ($H+O=HO$) et l'azote passe à l'état d'acide azotique

$$(Az+5O=AzO^5),$$

Mais cet acide ne peut se former que là où il rencontre une base capable de le neutraliser, aussi la nitrification ne se produit-elle qu'en présence du carbonate de chaux.

Sur les hauts plateaux du Pérou, de la Bolivie et du Chili, il y a des terrains calcaires où les oiseaux de mer apportent leurs déjections et leurs cadavres.

La température élevée de ces régions détermine une décomposition rapide de ces détritus et la nitrification les transforme en nitrate de chaux, sel éminemment soluble, que les eaux entraînent vers des terrains plus bas et salés. Il se produit alors une double décomposition entre le sel marin et le nitrate de chaux d'où il résulte du chlorure de calcium et du nitrate de soude

$$(NaCl+CaO.AzO^5=NaO.AzO^5+CaCl).$$

Le chlorure de calcium, sel très soluble et même déliquescent, descend dans le sol pendant que le nitrate de soude reste près de la surface et cristallise dans les couches supérieures pour former une sorte de roche qu'on nomme *caliche*, et qui n'est autre chose que du sable aggloméré par du nitrate de soude.

En lessivant cette roche par de l'eau chaude on obtient une dissolution de nitrate qui cristallise par le refroidissement. Il existe aujourd'hui de très importantes usines qui font cette opération et expédient leur produit à Iquique où le nitrate est embarqué sur des navires qui l'apportent en Europe.

— Avant 1860, le commerce du nitrate se bornait à quelques milliers de tonnes destinées à alimenter les fabriques de produits chimiques, pour la production du salpêtre dit *de conversion*, pour celle de l'acide nitrique et pour le service des chambres de plomb où se fabrique l'acide sulfurique.

Depuis cette époque vers laquelle la consommation agricole a commencé, les importations de nitrate de soude en France et dans les autres pays d'Europe ont constamment augmenté, si bien qu'elles sont arrivées, pour les trois dernières années et pour la France seulement, aux quantités énormes que voici :

En 1887, 98,917 tonnes valant environ 20,000,000.
En 1888, 158,587 tonnes valant environ 31,000,000.
En 1889, 177,867 tonnes valant environ 35,000,000.

Ces chiffres, plus éloquents que tous les discours, montrent bien l'importance du service que la théorie chimique des engrais a rendu à notre agriculture en lui faisant connaître les propriétés fertilisantes du nitrate de soude.

Sulfate d'ammoniaque. Les deux sources du sulfate d'ammoniaque sont les eaux de lavage du gaz de l'éclairage et les eaux vannes de la vidange des villes. Traitées dans des appareils distillatoires convenables, ces eaux donnent une dissolution concentrée de carbonate d'ammoniaque qui est reçue dans de l'acide sulfurique et produit le sulfate d'ammoniaque dont la valeur commerciale est en moyenne de 30 francs les 100 kilogrammes et qui contient 20 0/0 d'azote très assimilable, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

La production totale de la France atteint à peu près à 20,000 tonnes. Elle en reçoit en outre 10,000 tonnes de l'étranger, mais elle en exporte environ 2,500 tonnes. La consommation du sulfate d'ammoniaque peut donc se chiffrer par 27,500 tonnes dont la valeur est de 8,250.000 francs.

L'agriculture trouve encore de l'azote plus ou moins assimilable dans le sang des abattoirs desséché et réduit en poudre, dans les viandes d'équarrissage, dans les os, dans les vidanges des villes employées directement, dans les poudrettes provenant du dessèchement de ces vidanges, dans les résidus de poil, de laine, de plume, de corne et de cuir, dans les tourteaux de graines oléagineuses, etc., etc.

Nous ne citons ces diverses sources que pour mémoire, car on y puisait avant que la théorie des engrais en eût expliqué l'utilité. On peut affirmer, toutefois, que la recherche et le traitement de toutes ces matières se font avec beaucoup plus de soin qu'autrefois et que, par conséquent, les quantités qui sont utilisées par l'agriculture sont sensiblement plus élevées. De même que les fumiers, ces divers produits n'agissent sur la végétation qu'après avoir subi la nitrification. Leur efficacité dépend donc du milieu plus ou moins nitrifiant dans lequel on les place et de la résistance, plus ou moins grande, qu'ils apportent à la nitrification. D'une manière générale, leurs effets sont plus lents à se produire que ceux du nitrate de soude et du sulfate d'ammoniaque, mais, par contre, ils sont plus durables. Ils conviennent surtout aux terres sablonneuses et légères, dans lesquelles les sels azotés seraient trop facilement entraînés par les eaux pluviales.

Potasse. La potasse est beaucoup moins nécessaire à notre sol que l'azote et l'acide phosphorique. Beaucoup de terres en sont suffisamment pourvues pour produire presque indéfiniment de bonnes récoltes, sans recevoir d'autres engrais potassés que le fumier de ferme, qui leur restitue la plus grande partie des quantités qui leur ont été empruntées par les récoltes. Il est à remarquer, en effet, que les plantes les plus exigeantes en potasse sont, en général, consommées par le bétail, à la ferme même et que leur potasse fait, par conséquent, retour au sol par la voie du fumier. Les récoltes qui se vendent sur les marchés sont relativement pauvres en potasse et n'en font qu'une faible exportation. Cependant certaines terres manquent de potasse à un tel point que leur culture ne peut être rémunératrice qu'à la condition de leur fournir cet élément en quantité au moins correspondante aux exigences des récoltes. Nous avons déjà cité plus haut l'exemple de la Champagne pouilleuse, que l'introduction des engrais potassiques est en train de transformer.

Les sels qui fournissent la potasse à l'agriculture sont le chlorure de potassium, le sulfate et le nitrate de potasse. Le carbonate de potasse a été aussi conseillé, mais son prix est trop élevé pour que son emploi puisse prendre une sérieuse extension. Pour la même raison, le nitrate et le sulfate sont relativement peu employés, le chlorure fournissant la potasse à plus bas prix.

Le chlorure de potassium est extrait, en Allemagne, des sels mixtes de potasse, soude et magnésie, que l'on trouve dans les mines de Stassfurth. On l'obtient aussi, en France, comme résidu de la fabrication de l'iode au moyen des cendres de warechs, et du traitement des salins de betteraves pour la production du carbonate de potasse.

— Le chlorure de potassium contient environ la moitié de son poids de potasse et vaut, en moyenne, 22 francs les 100 kilogrammes. L'importation des chlorures allemands s'est élevée à 10,000 tonnes, en 1889. On peut estimer à un chiffre à peu près égal la production nationale. La consommation agricole aurait donc été d'environ 20,000 tonnes valant 4,400,000 francs, soit 5,000,000 en y comprenant tous les autres sels de potasse.

Chaux. La chaux est utile à l'agriculture comme engrais puisqu'elle entre, ainsi que nous l'avons expliqué dans le *Dictionnaire* au mot Engrais, dans la composition de tous les végétaux. Elle est absorbée par eux à l'état de phosphate, de sulfate, de nitrate, et surtout de bicarbonate. Il existe des terres qui manquent complètement de chaux et sur lesquelles les engrais calcaires ont, par conséquent, une grande utilité. Mais ces sortes de terres sont relativement rares et, pour peu que l'analyse constate la présence de la chaux, il y en a presque toujours assez pour en fournir à l'alimentation des plantes. Mais là n'est pas le principal rôle agricole de cet élément.

La chaux sature les acides du sol et maintient le milieu neutre ou très légèrement alcalin, condition indispensable de la vie et de l'activité du ferment nitrique et, par conséquent, de la nitrification. C'est pourquoi les terres qui manquent de chaux ne peuvent donner de bonnes récoltes de céréales que lorsqu'elles ont été chaulées ou marnées, ou bien lorsqu'on leur fournit artificiellement, sous forme de nitrate de soude, l'azote nitrique indispensable à leur production. Mais quels sont donc les acides qui se trouvent dans les terres arables et qui ont besoin d'être saturés?

Ce sont précisément les produits de la décomposition des matières végétales que les récoltes laissent dans le sol ou qui leur reviennent par l'intermédiaire du fumier. En un mot, c'est l'humus, ou acide humique, composé fort complexe, résultant de la combustion partielle des matières hydrocarbonées des végétaux et qui est constamment en voie d'oxydation dans les couches supérieures du sol où il est au contact de l'atmosphère. Mais, dans les couches inférieures où l'oxygène pénètre difficilement, cet acide humique se conserve et s'empare de toutes les bases, chaux, magnésie, potasse, ammoniaque, etc., qui peuvent exister dans le sol. Il fixe même les phosphates et les soustrait ainsi à l'absorption des racines, en même temps qu'à l'entraînement par les eaux.

L'humus est donc utile à l'opération agricole en s'opposant à la déperdition des éléments fertilisants, à la condition qu'il ne soit pas en quan-

tité excessive et que son oxydation et sa destruction, par conséquent, rende constamment à l'absorption des racines une quantité suffisante des éléments qu'il a fixés. Il lui est nuisible, au contraire, lorsque sa proportion s'élève au delà de certaines limites et lorsque le genre de culture auquel la terre est soumise ne permet pas l'aération fréquente du sol par les labours : la culture des prairies, par exemple.

Les anciens cultivateurs avaient donc raison, dans une certaine mesure, lorsqu'ils attribuaient la fertilité des terres à leur couleur noire, c'est-à-dire à la présence de l'humus. Mais ils avaient tort de trop généraliser cette observation, et la stérilité des vieilles prairies et des tourbières donnait un formel démenti aux conséquences trop étendues qu'on avait voulu en tirer.

La chaux, en se combinant à l'acide humique, en diminue singulièrement les inconvénients, car, une fois transformé en humate de chaux, il ne peut plus fixer les éléments fertilisants et ne s'oppose plus à l'existence du ferment nitrique auquel il fournit, au contraire, une matière essentiellement nitrifiable.

Enfin la chaux possède encore la propriété fort importante de coaguler l'argile, c'est-à-dire de lui enlever sa plasticité et, par conséquent, de rendre plus perméables à l'air et à l'eau et moins résistants à la charrue les sols trop compacts par suite d'une proportion trop élevée d'argile. Elle est alors un véritable amendement, puisqu'elle modifie la constitution physique du sol. La chaux peut donc être employée en agriculture à trois points de vue différents :

1° Comme aliment des plantes;

2° Comme saturateur des acides du sol et, par conséquent, pour son action chimique sur les diverses substances qui le composent;

3° Comme modificateur de ses propriétés physiques.

Comme aliment des plantes, elle n'est utile que dans les sols très pauvres en chaux et doit être donnée, surtout, sous forme de sulfate de chaux (*plâtre*) qui est assez soluble dans l'eau pour pénétrer rapidement dans le sol et aller ainsi à toutes les racines.

Le carbonate de chaux (craie, marne) intervient de la même façon en se transformant, dans le sol, en bicarbonate de chaux, grâce à l'acide carbonique produit par l'oxydation des matières organiques. Le bicarbonate de chaux est soluble dans l'eau, mais il ne peut exister que dans un milieu humide, la dessiccation le décomposant en carbonate et acide carbonique.

Le phosphate de chaux qui est absorbé par les racines fournit aussi de la chaux à la végétation.

Enfin on a conseillé l'emploi, comme engrais, du fluorure de calcium ou *chaux fluatée*, sous le prétexte que le fluor était utile à la végétation. C'est là un point qui aurait besoin d'être élucidé par des expériences physiologiques précises, car s'il est vrai qu'on trouve souvent du fluor dans les cendres des végétaux, on constate aussi que les mêmes plantes en sont souvent privées et jusqu'ici, par conséquent, cet élément a été considéré comme accidentel. Comme sel de chaux, le fluorure de calcium est certainement le moins bon qne l'on puisse employer, car il est parfaitement insoluble dans l'eau et même dans l'eau chargée d'acide carbonique.

Comme saturateur et agent de nitrification, c'est évidemment au carbonate de chaux et surtout à la chaux éteinte (hydrate de chaux) qu'il convient de recourir.

Le carbonate de chaux n'est décomposé par l'acide humique et ne le sature que lorsque la température du sol s'élève au moins à 45 ou 50°. Cette réaction ne peut donc se produire qu'en été. L'hydrate de chaux, au contraire, le sature parfaitement, à toutes les températures. Il agit donc en toutes saisons.

Mais est-il nécessaire de saturer la totalité des masses d'acide humique que renferment certains sols? Il faudrait pour cela des quantités souvent colossales de chaux et leur emploi, outre qu'il serait fort dispendieux, serait nuisible à d'autres points de vue. L'important, pour que la nitrification puisse se produire, est que la couche supérieure du sol, celle qui est le plus accessible à l'oxygène de l'air, soit un milieu favorable à la vie du ferment nitrique.

Il suffit donc de saturer l'humus d'une couche assez mince de terre et, pour cela, des quantités de chaux ne dépassant pas 1,000 à 1,500 kilogrammes à l'hectare sont très suffisantes, pourvu qu'elles restent dans la couche qu'il s'agit de saturer et ne soient pas dispersées dans toute la masse de la terre arable. Les chaulages opérés dans ce but doivent donc être légers, superficiels et fréquents. Toutes les chaux conviennent à cet usage. On peut même y employer les menus de four qui n'ont qu'une très faible valeur. Il faut seulement tenir compte de la richesse en chaux caustique du produit dont on dispose pour arrêter la dose à répandre.

A défaut de chaux on emploie la craie ou la marne, produits naturels riches en carbonate de chaux mais dont l'effet utile est moins certain et qu'il faut répandre en beaucoup plus grande quantité.

Comme amendement calcaire on emploie également la chaux ou la marne, mais alors il ne s'agit pas seulement de modifier la couche superficielle du sol. Il faut agir sur toute sa masse, aussi doit-on recourir, dans ce cas, à des doses très élevées, 5,000 à 10,000 kilogrammes à l'hectare pour la chaux, 20,000 à 40,000 kilogrammes pour la marne. Ces masses calcaires doivent être enterrées à la charrue et non déposées simplement à la surface du sol, comme dans le cas précédent.

Les écumes de défécation des sucreries, qui sont formées de chaux combinée, en partie, aux matières azotées végétales provenant des jus de betteraves, peuvent très bien remplacer la chaux pour ces divers usages. Elles apportent, en outre, une certaine quantité d'engrais azoté dont il faut tenir compte.

Les quantités de plâtre, de chaux et de marne

consommées par l'agriculture française sont aujourd'hui fort importantes. Mais nous ne possédons aucun document qui nous permette de les chiffrer et d'en indiquer la valeur.

Magnésie. La magnésie n'est pas moins indispensable que la potasse et la chaux à la production des récoltes, mais comme elles, et à un degré plus élevé encore, elle est très répandue dans les terres cultivables. Il n'existe que fort peu de terres où cet élément fasse défaut et, alors, son introduction dans les engrais, sous forme de sulfate ou de kainite (sulfate double de potasse et de magnésie plus ou moins impur), produit de très remarquables résultats. Mais jusqu'ici le nombre des terres où la magnésie se montre utile est si restreint, que le commerce de ses sels mérite à peine d'être mentionné.

Oxyde de fer. L'oxyde de fer est très répandu dans la nature. Toutes les terres en contiennent des quantités considérables. Sur cinq cents analyses de sols venant de points très divers, nous n'en avons pas rencontré plus de trois ou quatre dont la teneur en oxyde de fer se soit montrée inférieure à 1/2 0/0, ce qui représente 20,000 kilogrames environ, à l'hectare, dans une couche de 20 centimètres d'épaisseur. Les dosages les plus nombreux sont de 2 à 3 0/0 et on en trouve souvent qui vont jusqu'à 6 à 8 0/0, et même au-dessus. Si d'un autre côté on remarque que les plantes ne contiennent jamais que de très faibles quantités d'oxyde de fer et que les exigences maxima des récoltes ne dépassent pas 20 kilogrammes par hectare et par an, on est disposé à penser que l'agriculture ne peut avoir, dans aucun cas, à se préoccuper de l'introduction du fer dans les engrais. C'est ainsi que l'on avait été amené, jusqu'à ces dernières années, à négliger complètement les sels de fer au point de vue agricole.

Cependant les expériences de M. Griffits, en Angleterre, celles de M. Margueritte Delacharonny et de M. Fischer, en France, établissaient, sans conteste, la haute efficacité du sulfate de fer mis au pied des plantes, à doses même très faibles. L'analyse permettait en même temps de constater que les plantes ainsi traitées, tout en prenant un plus fort développement, se montrent plus riches en oxyde de fer et en acide phosphorique. Le sulfate de fer est donc utile à l'agriculture malgré les doses énormes d'oxyde de fer que contiennent toutes les terres cultivées.

Comment s'expliquer cette utilité ?

L'oxyde de fer contenu dans les terres s'y trouve, pour la majeure partie, à l'état de sesquioxyde (Fe^2O^3) insoluble et inabsorbable. Ce sesquioxyde retient en combinaison également insoluble la plus grande partie de l'acide phosphorique contenu dans le sol et le soustrait à l'absorption des racines. Les quantités, relativement très faibles d'oxyde de fer et d'acide phosphorique qu'absorbent les plantes, proviennent de la réduction, par les matières organiques, du phosphate de sesquioxyde de fer qui, devenu phosphate de protoxyde ($3\,FeO\,PhO^5$), est soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique qui imprègne le sol. Ce sel devient ainsi facilement absorbable par les plantes, et, en outre, se prête à des doubles décompositions avec les sels de chaux, de magnésie, de potasse et d'ammoniaque que contiennent les terres, d'où résulte la formation de phosphates alcalins et alcalino-terreux dont se nourrissent les racines des plantes. Mais cette réduction du phosphate de sesquioxyde de fer par les matières organiques n'est possible que dans certaines conditions qui ne se trouvent pas toujours réalisées dans la couche arable : 1° parce que les matières organiques réductrices peuvent manquer à certains moments; 2° parce que l'oxygène de l'air qui pénètre par la surface du sol tend à produire un travail chimique inverse.

Le sulfate de fer étant un sel de protoxyde et, par conséquent, un puissant réducteur, intervient pour augmenter la puissance réductrice du sol à l'égard du phosphate de sesquioxyde de fer et favorise par conséquent l'assimilation de l'acide phosphorique et du fer, puisque cet élément ne pénètre dans les plantes qu'à l'état de phosphate.

Le sulfate de protoxyde de fer n'est pas décomposé par le carbonate de chaux. Il peut donc pénétrer plus ou moins profondément avec l'eau dans les terres même calcaires. Mais il ne persiste pas longtemps à cet état. A mesure qu'il exerce son action réductrice, il absorbe de l'oxygène et se transforme en sulfate de sesquioxyde, qui ne peut persister lui-même en présence des carbonates de chaux ou de magnésie qui existent dans presque tous les sols. Il se transforme donc finalement en sulfate de chaux ou de magnésie avec mise en liberté d'acide carbonique qui concourt, lui aussi, à la dissolution des sels utiles à la végétation.

Enfin, pendant que s'opèrent ces diverses transformations, le fer au minimum, absorbé par les plantes, favorise la formation de la chlorophylle, qui détermine, comme on sait, la fixation du carbone dans le végétal. De là son accroissement plus rapide. Le sulfate de fer n'est donc pas, à proprement parler, un engrais, puisqu'il n'entre pas, en nature, dans les plantes pour les alimenter. Mais il est utile par les réactions qu'il détermine dans le sol et par les produits qui en résultent. C'est, par conséquent, un agent assimilateur efficace, surtout dans les sols calcaires et, en général, dans toutes les terres pauvres en oxyde de fer ou en matières organiques.

C'est dire, évidemment, que son emploi ne peut dispenser de recourir aux engrais proprement dits, mais qu'il en développe singulièrement l'efficacité : 1° en réduisant le phosphate de sesquioxyde de fer; 2° en formant des sulfates absorbables et en fournissant, par conséquent, de l'acide sulfurique à la végétation; 3° en déterminant dans le sol un dégagement d'acide carbonique utile à la dissolution des éléments des engrais et du sol.

Enfin, le sulfate de fer est encore utile à l'agriculture à un tout autre point de vue. Il intervient comme parasiticide dans un grand nombre de cas. Il a été conseillé comme fixateur de l'azote

des fumiers. On l'emploie en dissolution concentrée (50 0/0) en badigeonnage sur les ceps de la vigne contre l'anthracnose, sur les troncs et les branches des arbres fruitiers pour y tuer les mousses et les préserver des ravages des insectes. En dissolution faible (1 à 2 0/0), répandue sur les feuilles au moyen du pulvérisateur, il s'est montré efficace contre la chlorose de la vigne et des arbres fruitiers. Aussi le sulfate de fer, bien que son emploi agricole soit très récent, tend-il à prendre une place importante dans le commerce des produits chimiques destinés à la fertilisation du sol. On l'obtient heureusement à très bas prix comme résidu de diverses industries chimiques (fabrication de l'alun, utilisation des pyrites, etc.). — V. *Dictionnaire*, FER.

— Le mouvement commercial et industriel qui est résulté, en France, de la vulgarisation de la théorie chimique des engrais se résume, en définitive, dans les chiffres suivants :

1° Phosphates.	7.500.000 fr.
2° Scories.	1.000.000
3° Superphosphates.	28.000.000
4° Nitrate de soude.	35.000.000
5° Sulfate d'ammoniaque.	8.250.000
6° Sels de potasse.	5.000.000
7° Sulfate de magnésie, sulfate de fer, matières animales, tourteaux, chaux, etc., etc.	15.250.000
Total.	100.000.000 fr.

Cent millions d'engrais consommés annuellement par l'agriculture française, tel est le bilan actuel de la théorie chimique des engrais ! Et si l'on considère que pour augmenter les récoltes ordinaires d'un hectolitre de blé d'une valeur moyenne de 20 francs, il faut employer, en addition aux fumures habituelles, pour 5 francs environ d'engrais chimique, on arrive à conclure que les 100,000,000 de francs d'engrais consommés correspondent à une augmentation de récoltes dont la valeur n'est pas moindre de *400,000,000 !* — H. J.

● * **ENREGISTREUR.** Appareil fixant automatiquement par un graphique, au moyen d'un procédé quelconque, la marche d'un phénomène afin d'en faciliter l'étude et de permettre la recherche d'états transitoires échappant à l'œil de l'observateur. L'emploi de ces instruments décèle, en effet, des anomalies existant dans certaines opérations mécaniques ou chimiques, alors qu'avec la simple observation directe on se trouve en présence de phénomènes bizarres et le plus souvent inexplicables.

Les enregistreurs ont, de plus, l'avantage de fournir un contrôle continu dans la fabrication et constituent ce que les Anglais ont appelé « a watchman which never sleep » un veilleur qui jamais ne s'endort. Les chefs d'usines tendent aujourd'hui à les répandre en grand nombre dans toutes leurs installations et cette application a été la cause d'un fait assez curieux pour être rapporté.

Lorsque les ouvriers ont vu que leurs manipulations allaient être contrôlées et que l'on saurait ainsi de quelle façon elles sont conduites, ils ont commencé par briser les instruments en les qualifiant de noms peu flatteurs. Mais ayant été intéressés par les ingénieurs dans les bénéfices qu'une opération bien conduite pouvait produire, ils ont senti qu'au lieu d'être un ennemi, l'enregistreur devenait au contraire un associé et ils ont demandé à ce que toutes leurs équipes fussent contrôlées.

Dès la fin du XVIII^e^ siècle on s'est préoccupé de la question des appareils enregistreurs et le Conservatoire des arts et métiers en possède quelques-uns d'un réel intérêt ; à notre époque, M. Jules Richard (1880), inventa un nouveau système qui, par sa simplicité, son bas prix, sa facilité d'emploi, se répandît rapidement dans les sciences et dans l'industrie.

Il consiste en une petite plume métallique en forme de pyramide, à base triangulaire, fendue suivant une de ses arêtes, qu'on place à l'extrémité d'un style mû par un appareil quelconque. Cette plume garnie d'encre a l'avantage d'écrire sur des bandes de papier sans frottement appréciable, ce qui permet de l'employer pour rendre enregistreur tous les instruments de mesure quelque délicats qu'ils soient. Le papier porté par un cylindre qui contient un mouvement d'horlogerie, se déplace en fonction du temps et se prête facilement à l'enregistrement des diagrammes, lesquels s'inscrivent ainsi avec une exactitude et une clarté parfaites.

M. J. Richard et son frère F.-M. Richard se consacrèrent à l'étude des appareils pouvant être rendus enregistreurs, et arrivèrent en quelques années à créer un grand nombre d'instruments applicables à tous les cas qui se présentent dans les sciences ou dans l'industrie.

La simple énumération de ces appareils nous entraînerait un peu loin ; qu'il nous suffise de dire que l'application de leur système a été faite à la chaleur, l'humidité, les pressions et dépressions, à la densité, à la qualité des matériaux, à la hauteur de l'eau, à la vitesse des machines et des chemins de fer, à la valeur des courants électriques (tension et quantité) depuis les valeurs les plus petites jusqu'aux courants employés pour la fabrication de l'aluminium ; en météorologie, à la vitesse et à la direction du vent, à la quantité d'eau tombée, à l'évaporation, etc., en un mot, il n'est point aujourd'hui d'études scientifiques ou industrielles qui ne puissent être facilitées par un enregistreur approprié.

Les progrès ainsi réalisés sont d'autant plus intéressants qu'il n'y avait pas seulement à étudier chaque fois une nouvelle manière d'appliquer le système enregistreur proprement dit, mais que le plus souvent, il fallait créer de toutes pièces le système destiné à percevoir le phénomène que l'on voulait contrôler. Nous pouvons citer comme exemple : les thermomètres à compensateurs, les pyromètres différentiels, les cinémomètres, les anémomètres, etc.

Nous renvoyons les intéressés aux notices spéciales qui ont été publiées et nous montrons seulement, figures 483 et 485, deux instruments pris comme types parmi ceux qui sont aujourd'hui les plus répandus.

Il faut ranger dans la catégorie des enregistreurs les nombreux appareils qui ont été construits pour recevoir les communications électri-

ques dès qu'on a abandonné le système Chappe et les premiers télégraphes électriques à cadran, tels les récepteurs Morse, Hugues, Baudot et surtout les appareils autographiques Caselli et les enregistreurs de sir William Thomson.

Il en est de même des appareils photographiques maintenant appliqués à l'étude de la physiologie, des mouvements rapides, du vol des oiseaux, etc. Tout le monde connaît les magnifiques travaux que le docteur Marey a fait dans ce genre. Signalons également dans cette branche les procédés exposés par le colonel Laussedat pour le lever des plans.

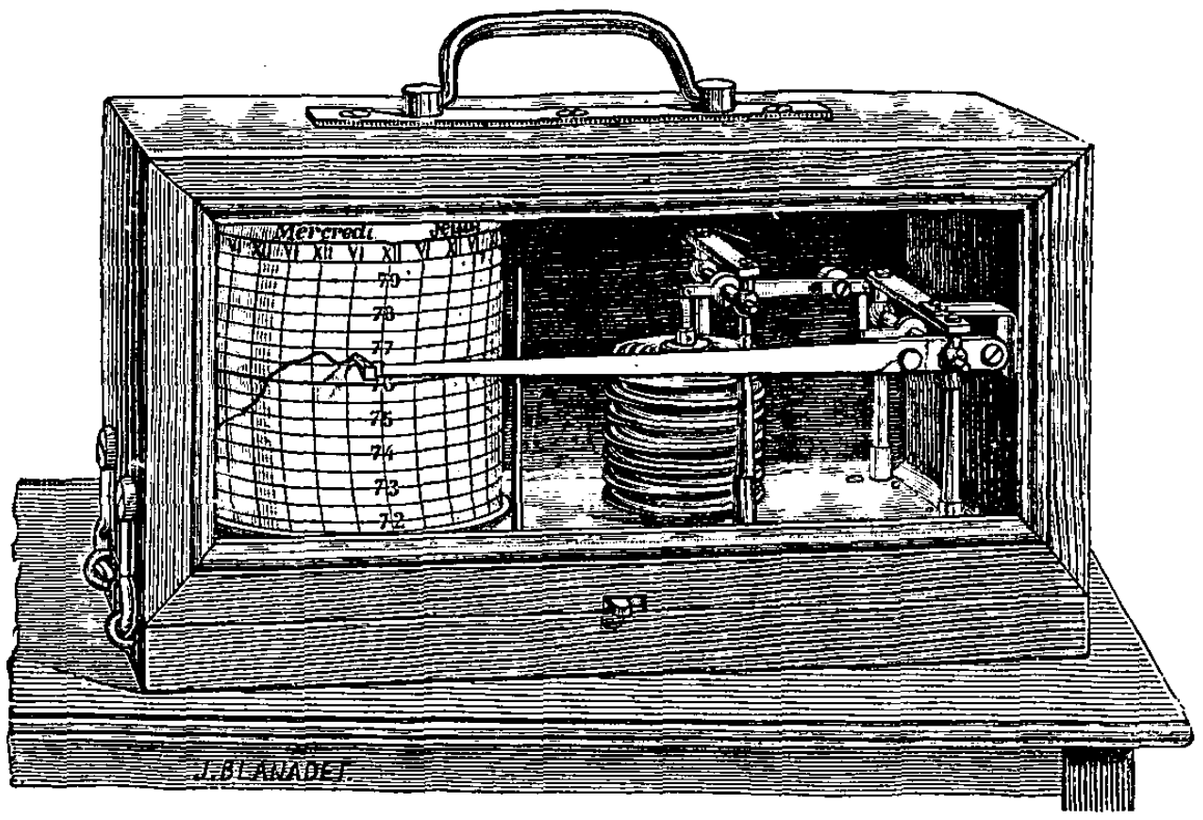


Fig. 483. — *Baromètre enregistreur (Richard frères) écrivant à l'encre les variations de la pression atmosphérique en fonction du temps.*

Cet exposé serait incomplet si nous omettions de parler du phonographe Edison, cet admirable enregistreur de la parole. Cet appareil encore peu connu en Europe commence, paraît-il, à se répandre considérablement en Amérique. Puisse-t-il justifier toutes les espérances qu'il avait fait naître lors de son apparition.

Les procédés les plus divers ont été et sont encore employés pour faire tracer automatiquement les diagrammes des phénomènes étudiés au moyen des enregistreurs, qui sont utilisés avantageusement dans les essais mécaniques; on en trouvera un exemple plus loin à l'article ESSAIS MÉCANIQUES.

Pajot d'Ons en Bray expose dans son Mémoire à l'Académie des sciences (1734), qu'il emploie des tiges de métal écrivant sur une bande de papier enduit de corne de cerf brûlée et porphyrisée. Dans les essais de Watt nous trouvons la même tige, mais écrivant sur papier enduit de blanc de zinc. L'emploi d'une pointe légère se déplaçant sur du noir de fumée déposé sur un cylindre au moyen d'une flamme fumeuse remonte, croyons-nous, au savant anglais Young. Dans d'autres enregistreurs,

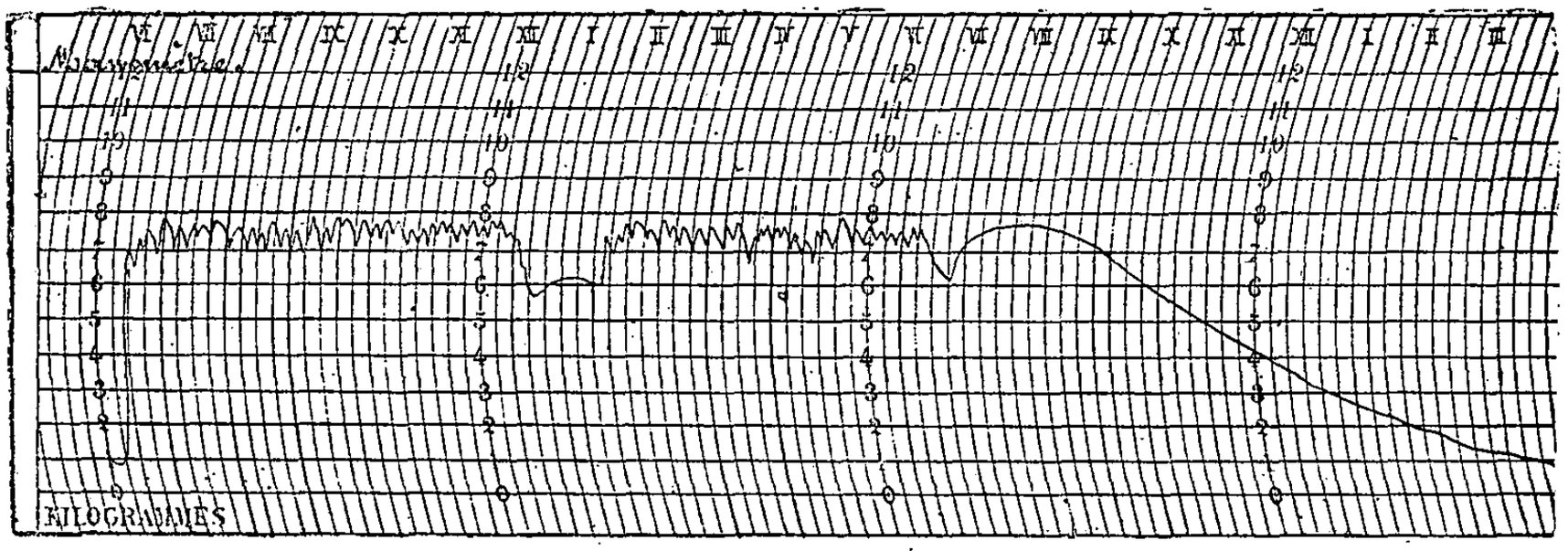


Fig. 484. — *Spécimen des diagrammes donnés par les enregistreurs Richard frères. Courbe de pression de générateur à vapeur. Demi-grandeurs linéaires.*

nous trouvons un procédé qui consiste à faire frapper des points sur le papier, soit pour le gaufrer, soit pour le piquer. Le magnifique météoroscope suédois exposé à Paris en 1881, non seulement écrivait les indications en chiffres ordinaires, mais encore burinait les diagrammes sur une planche de cuivre destinée à l'impression.

Le simple crayon a été maintes fois employé comme le moyen le plus simple, il présente cependant de graves inconvénients; s'il est en graphite dur, il ne trace qu'à grand'peine; si le graphite est mou, lorsqu'il vient d'être taillé il laisse facilement un trait délicat, mais il s'émousse rapidement et ce trait devient large et peu lisible.

Un agent curieux d'enregistrement est l'hélice de Mayer qui trace un trait au moyen d'encre d'imprimerie déposée sur sa tranche par un rouleau encreur.

Un autre procédé qui eut une assez grande vogue est la plume de verre. C'est un tube court,

effilé à la lampe qu'on emplit d'encre et dont on place la pointe contre le papier ; une fois amorcée, la plume laisse un trait assez fin. Malheureusement l'ouverture très petite se bouche facilement et la plume n'écrit plus au bout de très peu de temps.

Une autre plume très réputée encore est le siphon-recorder de sir William Thomson. Elle consiste en un petit tube métallique recourbé en forme de siphon. L'une des extrémités étant au-dessus du papier à diagrammes sans toutefois y toucher, l'autre plonge dans un réservoir. Lorsque le tube est garni d'encre, le siphon s'amorce et la plume projette de l'encre sous l'influence de vibrations aussi longtemps que le réservoir l'alimente. Ce système a été appliqué dans les appareils qui reçoivent les dépêches transmises par les câbles sous-marins.

La plume de M. Jules Richard que nous avons décrite plus haut, a marqué un progrès considérable. Elle présente l'avantage de ne peser, étant garnie d'encre, que 6 centigrammes et d'écrire sans frottement, le trait ne se faisant que par la capillarité qui fait écouler l'encre de la plume sur le papier, une fois qu'elle est amorcée. Ces qualités ont permis de rendre enregistreurs des appareils d'une délicatesse excessive, et, par exemple, de construire des manomètres enregistreurs écrivant le vingtième de millimètre d'eau de pression ou de dépression, soit un deux cent millième d'atmosphère.

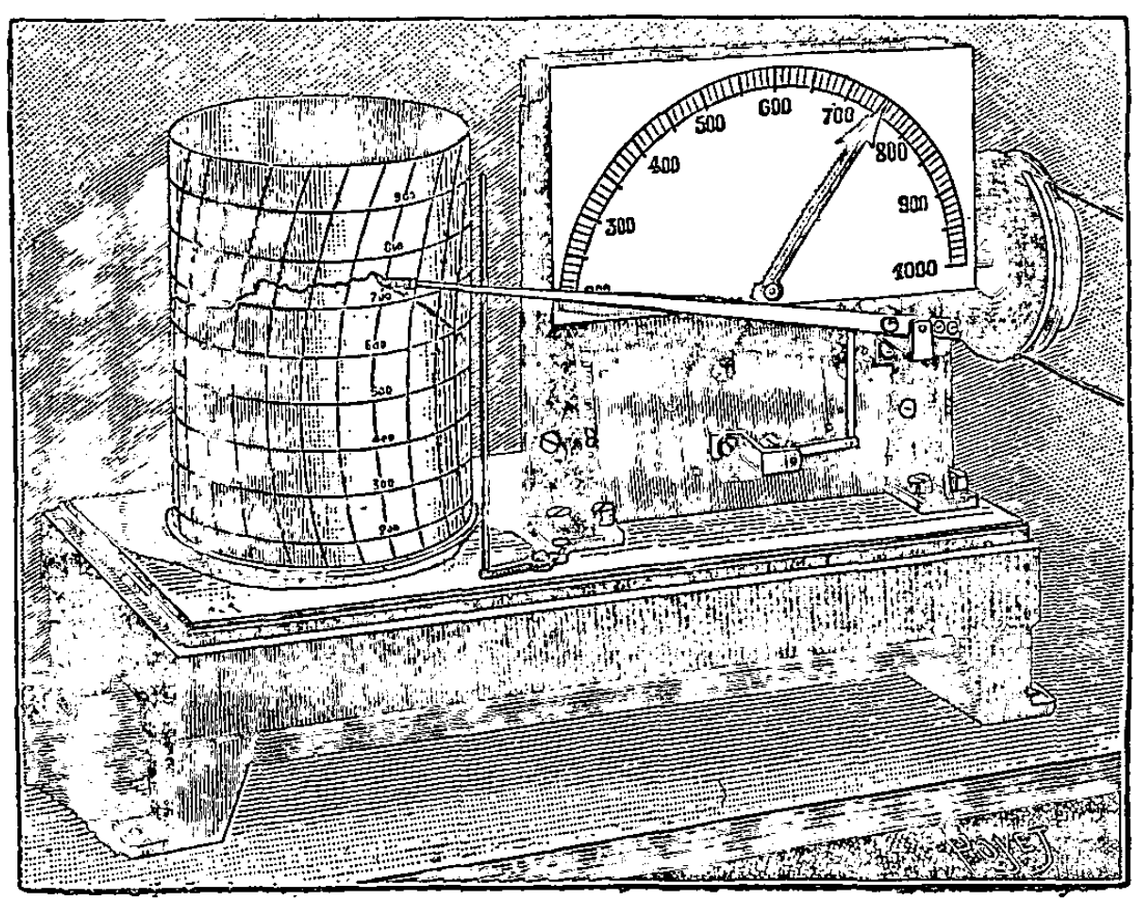


Fig. 485. — *Cinémographe Richard frères. Appareil calculant la vitesse absolue d'un arbre de machine et l'écrivant à l'encre. Le diagramme représente le nombre de tours par minute* $\left(V=\frac{e}{t}\right)$.

Il est enfin un système beaucoup plus compliqué que le précédent mais qui se prête à l'enregistrement de phénomènes d'une délicatesse excessive. C'est celui qui consiste à employer l'action de rayons lumineux sur un papier sensibilisé. Il a l'avantage de supprimer tout organe mécanique, mais il a une foule d'inconvénients parmi lesquels celui d'être d'une manipulation longue et difficile et d'exiger un local spécial.

Il est employé de deux façons : dans le premier cas on place l'instrument dont on veut enregistrer les indications, de façon qu'il démasque plus ou moins une ouverture assez longue et étroite. Un papier sensibilisé est appliqué d'un côté de l'ouverture et de l'autre on met une source de rayons lumineux (lampe, etc.). Le papier se sensibilise alors sur une hauteur correspondant à l'ouverture. Ce moyen est employé en Angleterre dans divers observatoires pour le baromètre et le thermomètre à mercure.

Le second moyen, beaucoup plus élégant, consiste à placer sur l'organe mobile de l'instrument, un petit miroir qui reçoit un faisceau lumineux et le renvoie sur un papier sensibilisé. Au développement on obtient une ligne diagrammatique noire, comme celle donnée par un appareil traçant mécaniquement. Parmi les appareils de ce genre, nous pouvons citer les beaux instruments imaginés par MM. Mascart pour l'enregistrement des variations du magnétisme terrestre et de l'électricité atmosphérique, ainsi que les ingénieux et multiples instruments de M. le docteur d'Arsonval pour la physiologie, l'électricité, etc.

° **ENSEIGNEMENT TECHNIQUE.** L'enseignement technique est l'application aux professions industrielles, agricoles ou commerciales, de données théoriques et pratiques empruntées à l'ensemble des connaissances humaines. L'enseignement technique doit donc recevoir, à cause de son triple but, trois grandes directions différentes correspondant à l'industrie, à l'agriculture et au commerce et, dans chacune de ces directions, se partager en deux divisions, l'une consacrée aux études théoriques qui relèvent de l'école proprement dite et l'autre consacrée aux applications pratiques qui ont pour domaines divers : l'atelier, le laboratoire, les salles de dessin et de modelage, les fermes et les champs d'agriculture expérimentale et les musées industriels, agricoles et commerciaux.

Quoique toutes les professions, même celles dites « libérales » ou celles se rattachant aux beaux-arts, aient, à les bien considérer, chacune leur côté technique qui nécessite des études spéciales et parfois l'habitude d'exercices physiques, ce qui caractérise plus particulièrement les professions relevant de l'enseignement technique, et par suite cet enseignement lui-même est le grand

développement d'études pratiques et de travaux manuels qu'il comporte et aussi cette nécessité inéluctable de toujours ramener les études théoriques à une application industrielle, agricole ou commerciale.

Comme tout enseignement complètement organisé, l'enseignement technique doit comprendre enseignement primaire, enseignement secondaire et enseignement supérieur ; ce dernier embrassant les études nécessaires à la formation des maîtres de divers degrés et aussi les hautes études sans lesquelles aucun enseignement ne peut avoir chance de progresser.

On ne saurait nier que l'enseignement technique organisé méthodiquement comme il l'est aujourd'hui en France et chez certaines nations étrangères, ne soit réellement né d'hier et n'ait obtenu que tout récemment les programmes nettement définis, les méthodes particulières et les écoles spéciales qui lui font sa place dans la grande famille de l'enseignement ; cependant, plus encore que tout autre, l'enseignement technique, remontant à l'origine de l'industrie, voit son histoire se confondre avec l'histoire même de l'humanité.

Les premiers artisans, ceux auxquels sont dus les habitations et les objets préhistoriques, furent, en effet, malgré leur ignorance complète des notions les plus élémentaires du savoir, les premiers maîtres de l'enseignement technique ; car ils durent s'efforcer de transmettre à leurs enfants, par leurs conseils et mieux encore par leurs exemples, les procédés primitifs qu'ils employaient pour éclater un silex, pour tisser une natte, pour façonner une poterie ou pour tailler un morceau de bois, et, au bout de nombreuses générations, on put constater dans les œuvres écloses sous l'influence de traditions constantes et de recherches successives, des perfectionnements industriels et des tentatives d'ornementation qui caractérisent les écoles les plus anciennes et qui, se développant, offrirent, plus de quatre mille ans avant notre ère, dès les premières dynasties de l'Egypte pharaonique, un art industriel très avancé et tout à fait maître de ses procédés.

A des époques plus rapprochées de nous, on a pu classer les nombreuses écoles qui, dans la Grèce antique, surent travailler le marbre, les métaux, la terre cuite et l'ivoire ; Pompéi nous a conservé de charmants spécimens de l'industrie gréco-romaine et les villas et les églises mérovingiennes et carlovingiennes se parèrent d'œuvres exécutées sous l'influence des traditions gallo-romaines.

Il y eut donc, dans ces milliers d'annees qui sont du domaine des civilisations anciennes ou des âges de transition, de considérables progrès accomplis successivement dans l'industrie, progrès qui décèlent un véritable enseignement technique, plutôt pratique que théorique, divisé peut-être en autant de branches qu'il y avait d'industries diverses, et par suite manquant de coordination ; mais on peut apprécier toute l'étendue et l'importance qu'avait pris cet enseignement par les remarquables spécimens de l'industrie du passé conservés dans nos musées.

En revanche, dès les derniers siècles du moyen âge, les corporations des métiers, créées à l'imitation des collèges d'artisans de la Rome antique, furent les véritables dépositaires des traditions et des progrès de l'industrie, traditions et progrès qu'elles conservèrent avec un soin jaloux et que, grâce à un apprentissage trop étroitement réglé, elles firent se perpétuer pendant plus de six siècles, du douzième à la fin du dix-huitième, constituant ainsi, à une époque où la division du travail n'avait pas encore spécialisé et localisé l'ouvrier dans une faible partie de son industrie, un véritable enseignement technique général, particulier à chaque profession, mais aussi complet que le permettait l'état d'avancement du savoir pendant cette longue période.

En France, l'édit de Turgot abolit en 1776 les corporations, maîtrises et jurandes, et détruisît ainsi la principale et presque la seule source alors de l'enseignement technique ; mais on peut citer, dès 1788, une création féconde entre toutes dans le domaine de cet enseignement technique, création due à l'initiative privée.

Le duc de La Rochefoucauld-Liancourt fonda, à ses frais, dans la ferme de La Montagne (Oise), une école où il faisait élever les enfants des sous-officiers du régiment de dragons dont il était le colonel et où il leur faisait enseigner un état, précédant ainsi de peu d'années la proposition faite à la Convention par Lakanal, le 26 juin 1793, de créer des écoles primaires dont le programme comprendrait, outre des notions théoriques suffisantes, des ouvrages manuels pour les deux sexes. Dans l'une et l'autre de ces mesures, remontant à cent ans à peine, se trouve l'origine de notre enseignement technique actuel.

En effet, l'école de La Montagne, transportée en 1799 à Compiègne sous le nom de *Prytanée français*, comprit bientôt une division dans laquelle les élèves destinés aux arts mécaniques devaient faire un apprentissage de trois années et étaient répartis selon leurs goûts et leurs dispositions, dans des ateliers où ils étaient formés aux professions suivantes : 1° forgerons, limeurs, ajusteurs, tourneurs sur métaux ; 2° fondeurs ; 3° charpentiers, menuisiers en bâtiments, meubles et machines ; 4° tourneurs et 5° charrons. A cette école de Compiègne, le travail des ateliers était de huit heures par jour, durée du temps consacrée au travail manuel qui fut conservée en y rattachant le dessin industriel, lorsque l'école de Compiègne fut transportée en 1803, sous le titre d'*Ecole des arts et métiers*, à Châlons-sur-Marne où elle existe encore.

Dans le plan actuel de l'enseignement technique en France, les Ecoles nationales des arts et métiers au nombre de trois, Châlons, Aix et Angers, auxquelles viendra bientôt s'ajouter l'Ecole nationale des arts et métiers en construction à Lille, constituent, avec l'Ecole nationale d'horlogerie de Cluses, les écoles d'enseignement secondaire de l'enseignement technique, écoles ayant au-dessus d'elles, pour leur former des maîtres et

aussi pour étendre plus loin le champ de leurs études théoriques, l'Ecole centrale des arts et manufactures et le Conservatoire des arts et métiers de Paris, véritables écoles d'enseignement supérieur et de hautes études de l'enseignement technique, dont la dernière est de plus un admirable musée industriel.

Quant à la partie primaire de cet enseignement, elle se divise de fait en deux sections comprenant l'enseignement primaire supérieur et l'enseignement primaire élémentaire. Pour ce dernier, que nous avons vu en germe dans la proposition Lakanal à la Convention, il reçoit aujourd'hui un heureux développement grâce aux ateliers du travail manuel que, à l'imitation de l'Ecole Salicis à Paris, on annexe de plus en plus aux classes de tous degrés des écoles primaires ; mais, pour l'enseignement technique primaire supérieur, c'est évidemment sur sa création et son développement que se sont portés, depuis trente ans, les plus grands efforts des particuliers d'abord, puis des municipalités et enfin du gouvernement.

Aussi les établissements d'enseignement technique primaire supérieur sont-ils nombreux en France ; soit qu'ils doivent leur fondation au gouvernement comme les trois Ecoles nationales d'apprentissage de Vierzon, de Voiron et d'Armentières et l'Ecole nationale de Dellys (Algérie) ; soit qu'ils doivent leur fondation aux départements et aux municipalités ou à ces dernières seulement, avec ou sans allocation du budget de l'Etat, comme des anciennes écoles départementales ou municipales primaires supérieures dont la plupart sont actuellement en cours de transformation pour faire large place, dans leurs programmes, à l'enseignement technique et aux travaux manuels ; soit enfin qu'ils doivent leur création, ancienne ou récente, à des compagnies puissantes ou à des groupes d'industriels, à des congrégations ou à de simples particuliers. Les types de ces écoles sont nombreux et il serait difficile d'en citer quelques-uns sans être injuste à l'endroit de ceux laissés dans l'oubli : cependant l'Ecole d'apprentissage du Havre ; l'Ecole Diderot, à Paris ; l'institution Livet, à Nantes ; l'Ecole professionnelle de l'est de la France, à Epinal et l'Ecole professionnelle de Saint-Etienne, peuvent, à juste titre, fournir, par l'étude de leurs programmes, de leurs conditions même d'existence et des résultats obtenus, les éléments complets de l'enseignement technique primaire supérieur.

Il ne s'est agi jusqu'ici, dans cette étude de l'enseignement technique en France, que des garçons ; mais si, pour les jeunes filles, on ne peut encore montrer des établissements spéciaux aptes à distribuer cet enseignement à l'état d'enseignement supérieur et d'enseignement secondaire ; si surtout, par une heureuse entente des devoirs que la femme doit remplir dans la famille, cet enseignement technique primaire doit, pour elle, se doubler d'un enseignement ménager, il faut reconnaître que, depuis quinze années, il a été fait beaucoup dans cet ordre d'idées et que les grandes villes comme Paris, le Havre, Rouen, Reims, Nancy, entre autres, montrent avec orgueil des écoles professionnelles et ménagères de mieux en mieux comprises et que certaines congrégations religieuses et certains orphelinats ainsi que de grands centres manufacturiers fournissent, eux aussi, d'excellents types de cet enseignement mixte à la fois professionnel et ménager. De plus, pour les jeunes filles comme pour les garçons, les écoles primaires renferment des ateliers, ces derniers réservés dans les écoles de jeunes filles à la couture et à la coupe, en attendant que, à défaut d'enseignement professionnel plus complet, l'enseignement ménager ne vienne, lui aussi, réclamer dans les écoles de jeunes filles, la grande place à laquelle, plus que tout autre enseignement peut-être, il a un droit incontestable.

En outre, on ne peut passer sous silence les nombreuses associations d'enseignement comme les Associations polytechnique et philotechnique et l'Union de la jeunesse à Paris, la Société philomatique à Bordeaux, les chambres de commerce et les chambres syndicales ainsi que les Unions industrielles qui ont créé depuis vingt années de nombreux cours d'adultes, surtout pour les hommes, il est vrai, mais dans lesquels sont distribuées largement des notions théoriques et parfois pratiques d'enseignement technique industriel.

Telle est, bien sommairement résumée, la part faite de nos jours en France à l'enseignement technique pour les professions industrielles ; mais, pour être plus récent en fait et par conséquent moins développé, l'enseignement technique appliqué aux professions agricoles et aux professions commerciales, offre les mêmes germes, les mêmes grandes divisions et, depuis quelques années, d'aussi rapides développements.

L'enseignement technique agricole comprend, en effet :

1° L'enseignement supérieur et les hautes études représentés par plusieurs établissements spéciaux, tels que l'Institut agronomique de Paris, l'Ecole forestière de Nancy, l'Ecole vétérinaire de Maisons-Alfort et l'Ecole supérieure d'agriculture avec champs d'expérience de Vincennes ;

2° L'enseignement secondaire comptant plusieurs écoles d'agriculture, comme celles de Grignon et de Grand-Jouan, relevant de l'Etat et celle de Villepreux créée par la ville de Paris ; des écoles en voie de formation pour les industries spéciales telles que la fabrication du beurre et du fromage et des colonies agricoles et de réforme telles que celle de Mettray et plusieurs fondations religieuses ;

3° L'enseignement primaire qui se compose surtout de conférences faites, particulièrement aux instituteurs par des inspecteurs régionaux ou départementaux et de leçons, malheureusement encore trop peu développées, qui sont inscrites, pour les campagnes, au programme de l'enseignement primaire des écoles communales.

Quant à l'enseignement technique commercial, tout ou presque tout était encore à faire, il y a quelques années ; mais aujourd'hui l'Ecole des hautes études commerciales renferme bon nombre de données d'enseignement supérieur appli-

quées au commerce et l'Ecole de commerce fondée par la Chambre de commerce de Paris est un type assez complet de ce que peut être l'enseignement secondaire technique commercial ; en revanche, l'enseignement primaire n'est pas suffisamment organisé et malgré les cours commerciaux faits dans les écoles de la ville de Paris et dans certaines écoles primaires supérieures des départements, malgré certains de ces cours professés avec grand zèle sous les auspices d'associations d'enseignement ou des chambres de commerce ; malgré enfin quelques embryons de musées commerciaux, il reste encore beaucoup à faire pour donner à l'enseignement technique commercial le même développement qu'a acquis aujourd'hui l'enseignement technique industriel.

En résumé, d'incontestables progrès ont été accomplis depuis peu d'années dans le domaine de l'enseignement technique industriel, agricole et commercial et d'autres progrès, non moins considérables, sont en préparation et ne peuvent manquer de se réaliser, dans un avenir très prochain ; enfin, grâce à la fréquence des Expositions universelles, à l'établissement de musées spéciaux (véritables expositions permanentes), et aussi grâce aux missions à l'étranger et aux bourses de voyages d'études qu'il y a lieu de distribuer libéralement, le moment n'est pas éloigné où l'enseignement technique, relevé et mis en honneur, mieux connu et plus apprécié, occupera en France la place qui lui est due et que, pendant trop longtemps, on avait négligé de lui assurer. — CH. L.

** **ÉQUATEUR.** La république de l'Equateur est située au nord-ouest de l'Amérique méridionale. C'est un pays montagneux, surtout à l'ouest, où la Cordillière des Andes suit la côte ; il est peu peuplé, fertile, mais mal cultivé, son climat est sain, tempéré par l'élévation du sol. Sa superficie est de 643,000 kilomètres carrés, sa population, sans progrès sensible depuis vingt-cinq ans, comprenait en 1885 un peu plus d'un million d'habitants recensés et 200,000 indiens environ, échappant à toute domination dans le réseau de rivières et de vallées boisées qui couvre la partie est du territoire, sur le haut Maragnon.

La capitale est Quito, la ville la plus élevée du monde (3,000 mètres au-dessus de la mer), 80,000 habitants. La ville principale est ensuite Guayalquil, port important sur le Pacifique, 40,000 habitants, puis Cuenca, 30,000 habitants.

Les revenus de l'Etat n'ont pas changé, non plus que les dépenses, d'une manière sensible: Il paraîtrait que cet Etat est resté stationnaire, au contraire de ses voisins. Le compte de l'exercice 1887 pour les recettes donnait en sucres (monnaie équivalant à 5 francs), 9,774,000 sucres, dont près de 3,500,000 pour les douanes, et environ la même somme de dépenses dont 4,500,000 pour le service de la dette publique. Celle-ci en augmentation progressive assez sensible, s'élevait en 1888 à : dette extérieure 9,396.000 sucres, dette intérieure 4,820,000 sucres, au total 14,216,000 sucres.

L'importation en 1887 s'est élevée à 11,462,000 sucres, l'exportation à 11,119,000 sucres. La plus grande partie de ce commerce se fait par le port de Guayalquil, dont le mouvement était à la même époque de 204 navires entrés dont 102 vapeurs, pour 137,083 tonneaux. Nous n'avons de statistique détaillée que pour le port de Guayalquil ; les principaux articles d'exportation y ont été : le cacao en première ligne, c'est la grande culture du pays, 34,000,000 de livres, pour une valeur de plus de 5,000,000 de sucres ; puis le café, 2,000,000 de livres valant 4,200,000 sucres ; le caoutchouc, pour 240,000 sucres ; les peaux, les chapeaux de paille, l'ivoire végétal, l'orseille, le quinquina. Les métaux entrent aussi dans une proportion importante dans l'exportation, mais si les mines paraissent nombreuses et riches, elles sont partout très mal exploitées. A l'importation, les principaux articles sont les objets d'habillement et les outils et machines.

212 kilomètres de chemins de fer sont en exploitation, et 1,600 kilomètres de fils télégraphiques. Il y a encore beaucoup à faire pour mettre ce pays au niveau de ses voisins, mais il faut reconnaître que sa situation intérieure a été longtemps très troublée, et que les efforts sérieux pour entrer dans la voie du progrès datent de trop peu de temps pour que les résultats en soient encore très appréciables.

L'Equateur à l'Exposition de 1889.

Contrairement à l'empressement témoigné par toutes les républiques du nouveau monde, l'Equateur a refusé les fonds nécessaires à sa représentation officielle à l'Exposition de 1889. Mais le président de la République, M. Antonio Florès, ancien ministre de l'Equateur à Paris, et qui nous avait promis avant son départ la participation de son pays, a ouvert une souscription parmi ses compatriotes et a recueilli 150,000 francs, au lieu de 60,000 que le Sénat lui avait refusés.

Les commissaires à Paris furent MM. Ballen, consul général, et Dorn y Alsua ; sous leur intelligente direction, l'Equateur tira le meilleur parti du petit emplacement accordé au pied de la Tour Eiffel. L'architecte, M. Chedame, s'était inspiré des anciens temples élevés par les Incas au Soleil qu'ils adoraient comme une divinité, et un sculpteur de talent, M. Fugère, avait décoré ce pavillon avec différents motifs empruntés au musée ethnographique du Trocadéro, où sont exposés les travaux d'une mission envoyée dans ce pays par le gouvernement français.

L'ameublement du pavillon était d'une richesse et d'une originalité parfaites, cristal et or avec des tapisseries or et rouge. Une superbe lanterne en argent massif avait été donnée par M. Reyne, membre du jury, et complétait heureusement le coup d'œil de ce salon véritablement luxueux.

M. Florès a été un des principaux exposants, dans cet ensemble qui était son œuvre. Il avait envoyé une collection très curieuse d'objets du pays : oiseaux aux plumages multicolores et brillants, minéraux, bois, etc. A côté, se trouvaient de nombreux échantillons de cacao, cafés, cotons, quinquina, plantes médicinales, peaux, sucres, ivoire végétal ou noix de Corozo, cire, cochenille, vanille, enfin, comme dans toutes ces expositions américaines, de nombreuses richesses minéralogiques : métaux, cristal de roche, soufre, alun. Notons aussi une belle collection lithologique.

Mme d'Escombrera et Mlle D. Dorn avaient envoyé des broderies et des ouvrages à l'aiguille dignes d'attention ; dans le même genre on pouvait voir aussi des travaux exécutés par les Indiennes du pays, notamment un fort beau tapis.

Sous le nom d'*annexe de la République de l'Equateur*, une autre exposition avait été organisée, près du quai, dans un pavillon aztèque, qui faisait partie de l'*Histoire de l'habitation humaine*. On avait réuni là des documents ethnographiques de l'époque inca et de l'époque contemporaine; des armes, des costumes, et différents objets usuels dénotant chez ces populations un certain goût artistique, qui ne demanderait qu'à être développé.

** **ESPAGNE.** Les agitations intérieures qui ont troublé l'Espagne depuis le XVIIIe siècle, et en particulier depuis cinquante ans, n'ont pas permis à ce pays de

prendre son entier développement industriel, et de suivre les progrès ininterrompus, par lesquels seuls les pays de la vieille Europe peuvent se soutenir en face du nouveau monde, repeuplé, actif, riche de ressources naturelles inestimables, et de terres fertiles qui ne coûtent rien. *Donc il ne faut pas demander* à l'Espagne autre chose que des produits agricoles ; encore sont-ils, à l'exception des vins, peu propres à l'exportation. La population est rare, ignorante, pauvre et peu laborieuse. La moitié de la terre est en friche, surtout au centre et au sud, et la plupart des villages sont détruits ou tombent en ruine. Les 12,000 villes ou villages qui couvraient, sous les Arabes, la vallée du Guadalquivir, sont réduits à 800 à peine, et depuis deux cents ans 1,200 localités ont entièrement disparu, il n'en reste plus que le nom. L'Aragon, les Castille, l'Estramadure, une grande partie de l'Andalousie, sont, malgré leur fertilité, dans un état d'abandon déplorable. Valence et Murcie sont au contraire bien cultivées, *de même que la Catalogne, qui, en outre est* une province très industrieuse, bien plus avancée que le reste de la péninsule au point de vue de l'instruction et la facilité de circulation des capitaux. Barcelone, sa capitale, est considérée comme la ville d'avenir de l'Espagne, tant par son esprit de progrès que par sa situation commerciale excellente, sur la route de France et en face de l'Italie. Aussi on se rappelle que c'est dans cette ville de province que fut organisée la grande Exposition internationale espagnole en 1888. Madrid est surtout une ville de commerce, Barcelone est un centre industriel, de fabriques, produisant, comparativement à Madrid, qui vient après, dans la proportion de 9 à 1.

Le royaume d'Espagne est actuellement gouverné par la régente Marie-Christine ; le roi Alphonse XIII n'atteindra sa majorité qu'en 1902.

L'état intérieur du pays fait espérer une longue période de calme, très profitable au développement des affaires et au rétablissement des finances.

La superficie de la péninsule est de 500,000 kilomètres carrés environ, et la population de 17.000,000 d'habitants, en augmentation notable, près de 1,000,000 en douze ans. Les provinces les plus denses de population sont celles de Barcelone, de Biscaye, de Pontevedra et de Guipuzcoa. Madrid est la ville la plus peuplée (472,000 habitants) ; viennent ensuite Barcelone (272,000), Valence (170,000). Séville et Malaga, les seules qui dépassent 100,000 habitants. On compte dans ces chiffres un très petit nombre d'étrangers, dont 17,600 français.

Les finances espagnoles ont depuis longtemps une déplorable réputation. Cependant de grands efforts sont faits pour leur relèvement, et la paix laisse espérer un équilibre durable du budget. Les recettes ont été évaluées dans le dernier exercice à 851,000,000.

Malgré les fonds inscrits au budget et à la Dette pour les routes et canaux, les voies de communication manquent partout, et sont une des plus importantes entraves à la prospérité du pays. Dans toute cette contrée presque aussi étendue que la France, on trouve environ 20,000 kilomètres de routes de toutes natures et pas de chemins vicinaux ; dans la plupart des provinces, ceux-ci sont remplacés par le lit des torrents et le fond des vallées ; les rivières, généralement torrentueuses ou à sec, sont peu navigables, et six canaux existant sont bien insignifiants pour l'étendue de la péninsule ; le développement total des canaux et rivières navigables n'atteint pas 700 kilomètres. Les chemins de fer ont donné de bons résultats, aussi leur extension a-t-elle été assez rapide, et actuellement 10,000 kilomètres sont en exploitation.

La principale production de l'Espagne est le vin, surtout depuis la destruction de nos vignobles. La surface plantée en vignes est évaluée à 2,000,000 d'hectares, et la récolte de 1888, qui a donné lieu à une évaluation spéciale, s'est élevée à 28,000,000 d'hectolitres. Ces vins sont ordinairement forts en couleur et en alcool, et sont très utiles pour les coupages. Les autres richesses naturelles ou agricoles sont le mercure, l'argent, le plomb, le marbre, le sel, les moutons mérinos, qui ont beaucoup souffert des concurrences des colonies anglaises ; les chevaux arabes et les bœufs, très renommés, et qui assurent une exportation importante de cuirs.

L'industrie est presque nulle ; elle se borne, en général, à mettre les matières premières en état d'être transportées et utilisées par les étrangers. Aussi les importations d'objets manufacturés, surtout des machines, des verreries et poteries, des effets d'habillement, des meubles, des produits chimiques, sont-elles énormes ; il ne faut pas moins que l'exportation colossale des vins (335 000,000) pour empêcher la ruine rapide et complète de l'Espagne.

Au surplus voici les chiffres, par nature de marchandises :

Classes	Importations	Exportations
Céréales.	53.200.000	11.400.000
Boissons fermentées. . .	69.200.000	335.800.000
Denrées coloniales . . .	55.100.000	3.600.000
Tabac.	43.100.000	»
Semences, fruits, herbes.	»	690.000
Animaux et vivres anim. .	50.300.000	27.100.000
Houille.	26.000.000	»
Minéraux.	5.900.000	62.500.000
Métaux bruts et demi-bruts	16.000.000	18.000.000
Peaux, cuirs.	26.100.000	5.300.000
Matières textiles.	66.400.000	17.900.000
Sparterie.	»	7.800.000
Bois, liège.	37.100.000	900.000
Verreries et poteries . . .	3.900.000	»
Objets métalliques. . . .	8.700.000	2.700.000
Machines, vaisseaux, voitures, etc..	41.600.000	»
Objets en cuir.	»	11.500.000
Filés.	15.400.000	900.000
Tissus, corderie.	64.800.000	800.000
Meubles, articles en bois.	6.600.000	200.000
Bouchons de liège. . . .	»	16.700.000
Papier	7.200.000	3.900.000
Imprimés, cartes à jouer	»	2.200.000
Drogueries, matières colorantes et chimiques. .	15.900.000	4.600.000
Résines, graisses, huiles.	7.400.000	19.000.000
Objets divers	234.300.000	76.800.000
Total.	855.200.000	727.200.000

L'accroissement commercial a été assez rapide pendant ces dernières années, le tableau suivant en fera suivre la progression :

Années	Importations	Exportations
1884	779.643.000	619.192.000
1885	764.757.000	698.000.000
1886	855.206.000	727.349.000
1887	811.212.000	722.182.000

La France est en première ligne dans ce commerce général ; après elle viennent l'Angleterre, l'Allemagne, la Belgique et la Suède avec les chiffres du tableau en tête de la page 763.

Le Portugal figure à l'importation pour un chiffre insignifiant, mais à l'exportation pour plus de 30,000,000 de francs.

Le développement des côtes est considérable mais les

	Importations	Exportations
France.	245.000.000	338.900.000
Grande-Bretagne.	113.400.000	156.400.000
Allemagne.	103.100.000	12.300.000
Suède	29.000.000	2.000.000
Belgique.	29.000.000	6.700.000

ports ne sont pas très nombreux ; Barcelone, Cadix, Malaga, Carthagène, Alicante. La marine marchande était composée en 1886 de 1,450 navires à voiles jaugeant plus de 50 tonneaux, pour un total de 269,000 tonneaux, et 356 vapeurs d'au moins 100 tonnes, pour 260,000 tonneaux. Le mouvement total, en 1887, a été de 11,000,000 de tonnes anglaises, dont plus de 4,000,000 sous pavillon espagnol et 6,900,000 sous pavillon étranger.

L'armée régulière comprend en temps de paix 131,000 hommes ; en temps de guerre 870,000 hommes. La flotte comprend 23 navires et 226 canons, 7.000 hommes de troupes, 14,000 marins.

L'instruction publique est encore relativement peu développée, surtout dans le centre. Mais les écoles publiques ont néanmoins doublé depuis trente-cinq ans. En 1877, 25 0/0 seulement de la population savait lire et écrire. Mais en 1888 les chiffres d'enfants inscrits permettaient d'espérer des résultats bien plus satisfaisants, atteignant environ 60 0/0. Des écoles civiles spéciales ont été fondées à diverses époques, et réglementées toutes en 1877 uniformément, elles fournissent des ingénieurs des chemins, canaux et ports, des mines, des montagnes, des ingénieurs des arts et manufactures, des architectes, des diplomates, des négociants, des vétérinaires et des agriculteurs.

Colonies espagnoles. L'Espagne, autrefois maîtresse des plus riches colonies de l'ancien et du nouveau monde, les a toutes perdues successivement, par suite de guerres malheureuses, ou de séparations insurrectionnelles. Les débris qui lui restent, dans des îles plus faciles à garder, sont dans une dépendance toujours précaire, et récemment encore il a fallu réprimer, non sans difficulté, une insurrection à Cuba.

L'Espagne possède actuellement les colonies suivantes :

	Kilomètres carrés	Habitants.	Proportion p. kil. car.
Cuba.	118.000	1.521 684	13
Porto-Rico.	9.620	754.000	78
Philippines	293.000	5.559.000	19
Iles Soulou.	2.456	75.000	30
Mariannes.	1.140	8.665	8
Carolines	700	22.000	31
Palaos.	750	14.000	19
Côte d'Afrique. . . .	40	1.000	25
Guinée, Fernando-Po, Annobon, etc. . . .	2.105	45.106	21
Territ. de Rio-de-Oro	»	»	»

Au total environ 8,000,000 d'habitants.

Ces colonies, très anciennes, pour la plupart, sont prospères. Le nombre des villes de plus de 20,000 habitants y est considérable, et on y trouve des villes comme La Havane, capitale de Cuba, qui compte 200,000 habitants ; dans la même île, Matauzas, 90.000 habitants, et Santiago, 71,000. Ponce, à Porto-Rico, 40,00 0 habitants; Manille, dans les Philippines, 185,000 habitants. Ce sont de grands centres commerciaux, dont l'importance, bien que décroissante, est encore une source de richesses pour la métropole. Cuba a un budget de plus de 25,000,000 de pesos, bien équilibré, et une dette de peu d'importance eu égard à sa situation financière. Les douanes fournissent près de la moitié des recettes, et une loterie nationale 2.500,000 pesos par an. L'armée cubaine nécessite une dépense de 6,500,000, et les travaux publics 879,000 pesos seulement. Il y a là une différence assez anormale, et qu'il serait intéressant, pour le pays, de voir prochainement renverser.

Cuba est par excellence la terre du sucre. C'est à peu près le seul article d'exportation, à destination uniquement des Etats-Unis, mais il atteint des chiffres énormes :

1870.	873.197.000 kilogr.
1880.	460.000.000 —
1886.	668.533.000 —

La Havane seule a exporté, en 1887, 262,400 barriques, 40,918 caisses et 623,454 tonneaux de sucre. Le mouvement maritime de ce port est très important ; il est entré en 1887, 1,068 navires jaugeant 1,351,000 tonneaux, dont 411 sous pavillon espagnol, et 657 sous pavillon étranger.

1,500 kilomètres de chemin de fer sont en exploitation dans l'île de Cuba, et les lignes télégraphiques ont une longueur de 4,500 kilomètres.

Porto-Rico. Le commerce est important eu égard surtout au peu d'étendue de l'île. Voici les derniers chiffres connus :

Années	Importations	Exportations
1886	11.116.543 pesos.	10.293.544 pesos.
1887	11.012.964 —	10.994.913 —

Les principaux articles d'exportation ont été en 1887 :

Sucre. . . .	80.792.377 kil. pour	5.251.504 piast. f.
Café	12.550.721 —	3.514.210 —
Miel	29.111.811 —	698.683 —
Tabac . . .	3.462.419 —	1.128.772 —

Dans les ports de l'île les entrées et sorties de navires se sont élevées à 1,350 navires. Il n'existe pas de chemin de fer. Les télégraphes ont une longueur de 750 kilomètres.

Philippines. Ici, pays par excellence de grandes propriétés, les contributions fournissent davantage que les douanes, plus du double.

1887 : importations, 17,530,000 p. f. ; exportations, 25,254,000 p. f.

Principaux articles d'exportation : chanvre de Manille écru et ouvré 5,460,000 dollars, sucre, 7,995,000, tabac et cigares 2,024,000, café 2,093,000, bois de teinture, peaux, indigo. A l'importation, les articles d'habillement, et les outils et machines.

Le mouvement de navigation comprend environ 440 navires. Les chemins de fer sont en construction seulement, pour environ 200 kilomètres. Les télégraphes ont une longueur de 1,150 kilomètres.

L'Espagne à l'Exposition de 1889.

L'Espagne, qui venait de convier toutes les nations à l'Exposition universelle de Barcelone, très brillante d'ailleurs et de tous points très réussie, ne pouvait se dispenser de prendre part à la nôtre, et si des raisons de solidarité ont empêché le gouvernement de la reine-régente de donner son adhésion sous une forme officielle, on doit lui savoir gré d'avoir fait voter par les Cortès un crédit de 500,000 francs, considérable pour l'état de ses ressources, et d'avoir autorisé de hauts personnages à se mettre à la tête du mouvement, qui avait eu pour promoteur M. Fr. de Rius y Taulet, maire de Barcelone. En outre, les diverses colonies espagnoles ont reçu de la métropole 225,000 francs pour leurs envois particuliers. L'emplacement accordé à cette exposition, un peu par-

tout, était d'environ 4,000 mètres carrés, plus deux salons dans le palais des Beaux-Arts.

L'architecte du pavillon espagnol des produits alimentaires situé sur le quai d'Orsay, était M. Mélida, beau-frère du peintre Bonnat. Il s'était principalement inspiré de l'architecture arabe du sud de l'Espagne. L'aspect général, vu de la Seine, était élégant et d'une légèreté incomparable, avec ses petites arcades à fleur d'eau, et au-dessus ses longues fenêtres géminées sous une ogive; du côté de l'Esplanade des Invalides, un bel escalier double en marbre d'Helva conduisait aux salles d'exposition, et en même temps aux sous-sols ; au centre une grande tourelle de mosquée en briques rouges rompait la ligne de faîte composée d'une galerie à jour terminée à chaque extrémité par des lions soutenant une tour héraldique. La façade tout entière était ornée sobrement de fresques, de mosaïques, de faïences, de sculptures, d'armoiries et d'écussons, de guerriers et de lions en relief, le tout du plus heureux effet.

Les caves du sous-sol, ou, mieux, du rez-de-chaussée à les considérer de la Seine, représentaient ces fameuses bodegas des propriétaires de vignobles espagnols. On pouvait y admirer de merveilleux empilements de barriques, renfermant les vins les plus renommés: le Xérès, ou naturel, ou additionné d'alcool, *aguardiente,* pour les gosiers anglais, qui en sont friands, ou sec ; le Moscatel fait avec des raisins à demi-séchés au soleil; le Malaga, l'Alicante, etc. Les grands centres vinicoles sont: Valence, Aragon, les Castilles et les îles Baléares. L'exportation des vins communs, qui se chiffre annuellement par 150,000,000 de francs, se fait surtout en France pour les coupages.

Quant aux bouteilles, on les avait disposées pour le plaisir des yeux, de mille façons pittoresques. Ici c'était une pyramide, là un arc de triomphe, là encore un autel, et dans ce coin un immense tronc d'arbre, dans lequel reposaient les bienheureux flacons, entourés de mousse, enfin de simples gradins le long des murs étaient chargés de bouteilles de toutes les contenances et de toutes les formes, aux cachets multicolores.

Dans les salles de l'étage supérieur, on trouvait, un peu pêle-mêle, les savons, les chocolats, qui sont une réputation espagnole très ancienne, et même ont conservé longtemps un monopole, avant la concurrence française de Ménier et de la Compagnie coloniale ; les conserves de fruits, les divers produits de l'orange, les liqueurs, l'huile d'olive, une production très importante, le safran. Les produits agricoles sont d'ailleurs les seuls qui méritent attention. Les produits manufacturés, réunis dans une salle spéciale, semblaient inférieurs. Les minerais, autrefois considérés comme une des principales richesses du pays, ne sont plus rien lorsqu'on les compare aux envois des américains du Nord et du Sud.

L'art espagnol au Champ-de-Mars. La peinture espagnole occupait une place importante dans la section des beaux-arts, et si de l'ensemble ne se dégageait pas l'impression d'un art jeune, puissant, plein d'avenir, du moins peut-on dire que chacune, des œuvres envoyées avait sa valeur et son intérêt propres ; dans ces deux salles, on se sentait réellement chez un peuple étranger; nous avons bien retrouvé là quelques noms connus des Parisiens, mais certainement ces transfuges ont su garder, bien mieux que leurs confrères des autres pays, le caractère national.

L'art espagnol est à la fois brillant, très en dehors, et mystique. Ce peuple va sans transition des gitanas et des toreros à l'Inquisition. Aussi était-on frappé tout d'abord par de grands tableaux historiques lugubres, même sauvages ; tels *la Cloche de Huesca*, par M. Casado, épisode d'une révolte en Aragon ; la *Mort du général Torrijos en 1831*, par M. Gisbert, scène d'exécution capitale des patriotes libéraux ; *le duc de Gandie devant le corps d'Isabelle*, par M. Carbonero : la *Chaire de Philippe II* à l'Escurial, par M. Alvarès, où l'on a cherché le grand dans le terrible, sans le rencontrer peut-être.

A ce point de vue, nous avons mieux aimé le *Christ* de M. Aranda ; c'est bien de la religion espagnole dans toute son intolérance et son exagération, mais aussi c'est bien un tableau religieux, où la pensée tient une place, autrement que dans les études de nu auxquelles on nous a habitués depuis si longtemps sous le prétexte du *Christ en croix,* ou du *Christ au tombeau.*

Si, comme nous venons de le dire, on voulait trouver une autre physionomie personnelle chez les artistes espagnols, il fallait la chercher dans les scènes amusantes et animées exposées par M. Aranda, le Meissonier espagnol, *Partie perdue*, *Partie d'échecs*, les *Politiciens* ; par M. Mélida, *Carnaval*, *Bolero*, *Maja*, *Manola* : par M. de Los Rios, *Retour de chasse*, *Place prise* ; par M. Falero, qui, d'ailleurs, comme le précédent, est tout Parisien, et qui avait envoyé son fameux tableau : l'*Etoile double* ; M. Madrazzo, encore un habitué de nos Salons, médaille de 1re classe, en 1878, avait un fort remarquable ensemble de portraits de femmes vêtues de couleurs voyantes bien méridionales. Le paysage était uniquement représenté, mais d'une manière brillante, par M. Rico, avec des vues de Paris et d'Italie particulièrement lumineuses et animées, *Palais ducal*, *Saint-Toma*, *villa à Tivoli*, *Canet* et *Cannes*.

Enfin, à citer encore, un portrait à teintes vaporeuses de M. Ant. de la Gandara; *Hyménée*, scène antique, par M. Luna; *Enterrement à la campagne*, sous l'orage, par M. Masa ; *Visite à l'hôpital*, par M. Jimenez, et de petits tableaux secs et papillotants, par M. Domingo.

Dans les dessins, ceux de D. Vierge, le vrai, et notamment ceux pour l'illustration de *Pablo de Ségovie*, le *Don Quichotte* extraordinaire de M. Atalaya, et de belles eaux-fortes de Los Rios.

Bien peu de choses à dire de la sculpture espagnole : elle tire ses inspirations de la sculpture italienne, et c'est regrettable ; néanmoins nous devons faire exception pour M. Quérol, dont le groupe : *la Tradition*, bien qu'un peu maniéré, méritait l'attention. — C. DE M

ESSAIS MÉCANIQUES DES MÉTAUX. *T. de mécan.* Dans l'étude que nous avons publiée à ce mot dans le *Dictionnaire*, nous insistions sur l'importance que présentent actuellement les essais mécaniques dont les métaux sont l'objet, lorsqu'on veut apprécier la fatigue à leur imposer, et le travail qu'on en peut attendre en pratique.

Dans les essais habituels, on s'attache à relever sur une éprouvette soumise à un effort de traction, la charge de rupture et l'allongement correspondant, et on en déduit, d'après un coefficient de sécurité un peu arbitraire, la fatigue qu'on peut admettre en service sans s'exposer à déterminer des déformations permanentes sur les pièces employées.

Nous remarquions à cette occasion que l'élément dont la connaissance présente le plus d'intérêt au point de vue des applications pratiques, ce n'est pas tant la résistance à la rupture que la limite d'élasticité déterminant la charge qu'on ne peut pas dépasser sans inconvénient, et nous signalions en même temps, avec M. Périssé, combien il importerait de modifier l'installation des machines, à cet effet, en les munissant d'indicateurs et de dispositions particulières leur permettant de tracer automatiquement la courbe des allongements par rapport aux efforts de traction.

On aurait ainsi la limite d'élasticité relevée par la machine elle-même, sans que l'observateur ait aucune opération minutieuse à effectuer, et le résultat obtenu serait en même temps à l'abri de toute discussion, tenant à une erreur ou à un défaut d'attention.

Cette question a fait depuis lors l'objet d'études suivies, et on a imaginé divers types d'appareils susceptibles d'enregistrer automatiquement les éléments de l'élasticité des métaux. Parmi ceux-ci nous signalerons un *élasticimètre enregistreur* d'une disposition particulièrement simple et remarquable, qui est dû à MM. Neel et Clermont, l'un chef, et l'autre sous-chef de l'atelier des essais de métaux à la Compagnie des chemins de fer de Lyon.

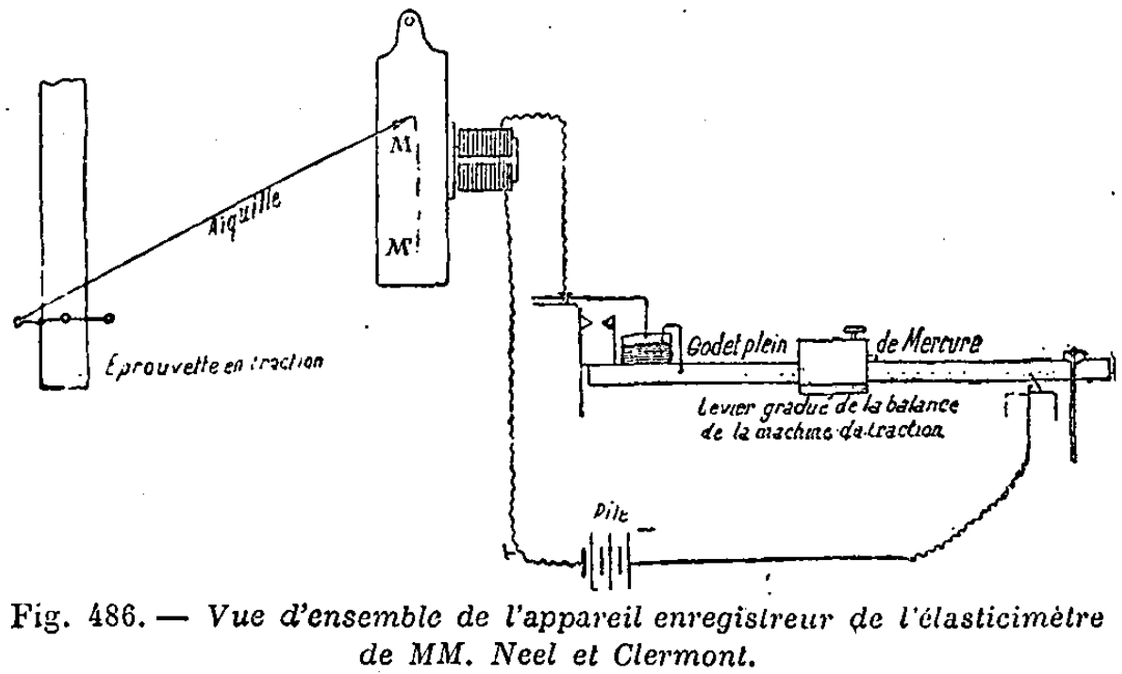


Fig. 486. — *Vue d'ensemble de l'appareil enregistreur de l'élasticimètre de MM. Neel et Clermont.*

Cet appareil a l'avantage de pouvoir s'adapter sur les machines existantes, il inscrit automatiquement les résultats obtenus, et donne l'allongement élastique avec une approximation de 1/1000 de millimètre, permettant ainsi d'en déduire sans erreur le module d'élasticité du métal employé. Ajoutons enfin que le maniement en est facile et se comprend immédiatement.

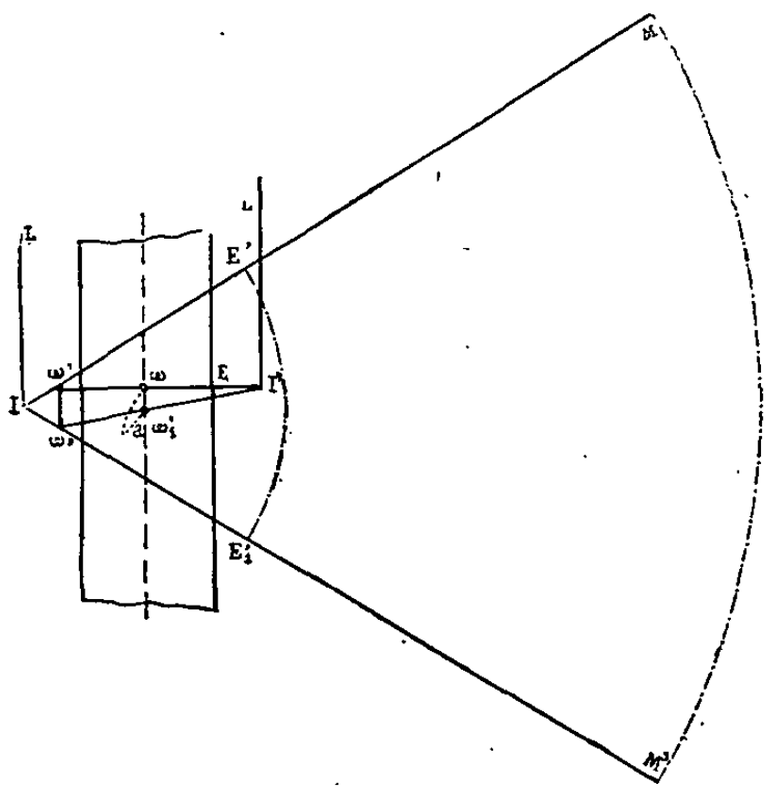


Fig. 487. — *Vue schématique en élévation du double étrier mobile avec l'aiguille indicatrice de l'élasticimètre, de MM. Neel et Clermont.*

Pour saisir le principe de cet appareil, il faut observer tout d'abord, avec MM. Neel et Clermont que, pour obtenir une précision aussi rigoureuse, il est indispensable d'enregistrer automatiquement l'allongement des quatre côtés diamétralement opposés de l'éprouvette, car c'est la moyenne de ces données qui représente l'allongement vrai de la fibre neutre : l'expérience montre en effet que les différents côtés d'un barreau d'épreuve s'allongent un peu différemment, sans qu'il soit possible d'assigner à l'avance le sens de cette différence qui doit tenir, soit à un défaut d'homogénéité du métal, soit à un défaut de symétrie dans la forme de l'éprouvette ou dans l'action de la machine.

MM. Neel et Clermont se sont donc attachés à déterminer l'allongement vrai de la fibre neutre considérée comme la moyenne des allongements superficiels, et ils ont imaginé à cet effet l'appareil représenté figures 486 à 488. Celui-ci se compose d'un étrier fixe placé à l'une des extrémités de la longueur initiale à mesurer, et d'un double étrier mobile d'un type spécial (fig. 487 et 488) placé à l'autre extrémité. Ces deux étriers sont réunis par deux lames flexibles L I, L I', légèrement bandées disposées sur deux faces opposées de l'éprouvette, et maintenues à une extrémité d'une manière invariable par des vis de pression engagées dans l'étrier fixe. L'appareil mobile placé

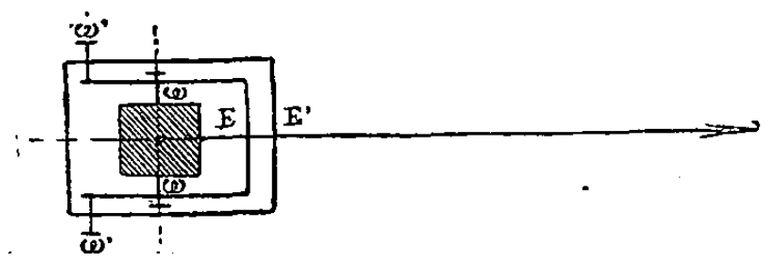


Fig. 488. — *Vue en plan.*

à l'extrémité opposée comprend un premier étrier E ω porté par l'éprouvette elle-même au moyen de deux vis de pression ω disposées sur les deux autres faces; la distance de celles-ci à l'étrier supérieur est exactement égale à la longueur à mesurer.

Le coude de l'étrier est maintenu en E (fig. 487) par l'une des lames L I' flexibles dans une position invariable, mais lorsque l'éprouvette s'allonge en entraînant les vis de pression ω avec elle, l'étrier pivote autour de ce coude. Le second étrier mobile E', extérieur au premier, est relié à celui-ci par deux vis de pression ω', celles-ci étant disposées à une distance des premières telle qu'on ait ω' ω = ω E. (fig. 488). Le coude de cet étrier est articulé en i dans la seconde lame flexible L I, et par suite celui-ci doit également pivoter autour de l'axe ainsi formé lorsque l'éprouvette s'allonge,

le premier étrier qui s'est incliné entraînant le second par les vis de pression ω'. Celui-ci prend à son tour une position inclinée et entraîne avec lui l'aiguille indicatrice IM qui oscille dans le plan de la fibre neutre. Le schéma de la figure 487 montre comment s'opère cet entraînement : la pointe E restant fixe, l'étrier E passe de la position Eω à celle Eω', par l'allongement de l'éprouvette, et l'étrier E'I' passe à la position E'I en pivotant autour de IE' et entraînant avec lui l'aiguille M.

On trouvera dans la *Revue générale des chemins de fer*, n° d'avril 1890, la démonstration fournie par MM. Neel et Clermont pour montrer que le déplacement vertical de l'étrier ainsi disposé accusé par l'aiguille qu'il actionne, représente bien la moyenne des déplacements superficiels sur les quatre faces, et par suite l'allongement de la fibre neutre définie plus haut; on voit facilement sur la figure que ce déplacement $\omega\,\omega' = a$ est relié au déplacement MM' de l'aiguille par la relation $a = \frac{MM'\,I'\,\omega'}{2\,I'M}$ car on a en effet par construction $\omega'E = 2.E\omega$.

Pendant que l'éprouvette prend son allongement élastique, l'aiguille se déplace donc d'une quantité proportionnelle facile à mesurer ; mais il convient, en même temps, de relever les charges successives avec les allongements correspondants pour être en mesure d'apprécier le point où la limite d'élasticité est atteinte. Ce résultat est réalisé automatiquement par une disposition très ingénieuse représentée en schèma dans la figure 486, et dont nous donnons la description d'après MM. Neel et Clermont. Les déplacements de l'aiguille sont enregistrés à cet effet sur une plaque de verre MM' enduite d'une mince couche de noir de fumée sur laquelle, grâce à un léger frottement, elle vient tracer un trait. Cette plaque est maintenue par un cadre *ad hoc* pouvant osciller autour d'un axe horizontal et muni d'une petite plaquette en fer doux faisant face aux deux pôles d'un électro-aimant fixé sur le même support. Au moyen de deux fils électriques, cet électro est réuni, d'une part à un godet rempli de mercure porté par le levier gradué de la balance qui sert à mesurer les efforts de traction, d'autre part, à une sorte de stylet vertical isolé électriquement de la balance. Les choses sont disposées de telle façon que, au moment où le levier de la balance est horizontal, c'est-à-dire à l'instant où l'effort subi par l'éprouvette atteint la charge pesant sur le levier, le stylet plonge dans le mercure, et ferme le circuit d'une pile sur l'électro. Immédiatement, le cadre mobile supportant la plaque est attiré, et par suite de ce mouvement, l'aiguille trace sur le noir de fumée un petit trait horizontal perpendiculaire à la direction de la courbe continue qu'elle dessinait primitivement.

Au même instant, l'opérateur ajoute une nouvelle charge sur le levier, celui-ci s'abaisse, le contact est rompu entre le stylet et le mercure, l'électro cesse d'attirer le cadre qui reprend sa position primitive sous l'action d'un ressort antagoniste, et l'aiguille continue donc à tracer la courbe des allongements jusqu'à ce que, la surcharge ajoutée étant équilibrée, un nouveau contact se produise, et que, par suite d'une nouvelle attraction de l'électro, la courbe soit coupée par un nouveau trait perpendiculaire.

La portion de courbe comprise entre deux traits successifs représente l'allongement que le barreau d'épreuve a pris sous la surcharge correspondante.

L'expérience continue, donnant ainsi automatiquement une série de traits qui jalonnent en quelque sorte la courbe des allongements. Ces traits sont également espacés tant qu'on reste dans la période élastique, mais lorsque la limite d'élasticité est dépassée, l'intervalle des traits augmente aussitôt d'une manière très sensible et en donne ainsi un témoignage évident. D'après MM. Neel et Clermont, la détermination de la limite d'élasticité sur le tracé ainsi établi est aussi nette que celle du point de rupture lui-même.

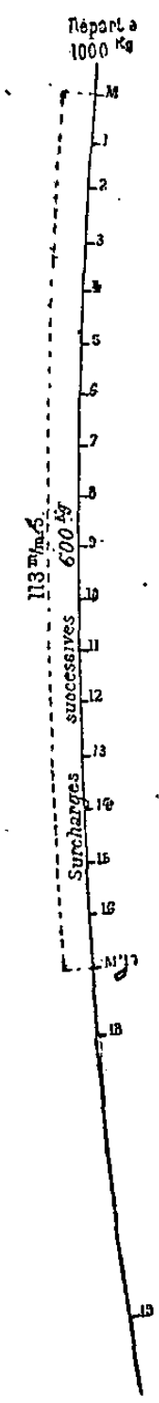


Fig. 489.

Dès que l'opération est terminée, on passe la plaque en verre dans un vernis qui fixe le tracé, et on obtient ainsi un véritable cliché négatif permettant de tirer sur papier au ferro-prussiate, autant d'épreuves positives que l'on désire. Le diagramme ainsi tracé reproduit tous les éléments de l'expérience dans des conditions d'authenticité indiscutables, puisqu'il est obtenu automatiquement sans intervention de l'opérateur, et sans qu'il y ait d'autre part aucune liaison mécanique avec la charge exercée, ce qui pourrait altérer, comme on sait, la sensibilité de la balance.

Nous représentons dans la figure 489 d'après le Mémoire de MM. Neel et Clermont un spécimen de diagramme obtenu ; et nous indiquons en même temps d'après ces auteurs, comment on en peut déduire : 1° la limite élastique ; 2° l'allongement élastique ; 3° le module E.

On observera d'abord que le diagramme part d'une charge initiale de 1,000 kilogrammes, par exemple figurée en M, déterminée de manière à mettre les organes en tension au commencement de l'expérience, les allongements successifs sont ensuite relevés sous des surcharges continuelles de 500 kilogrammes.

Comme les allongements restent proportionnels aux charges, tant que la limite élastique n'est pas atteinte, on voit immédiatement que cette limite est formée par la charge correspondante au dernier allongement constant obtenu, soit le dix-septième dans le diagramme figuré. La limite élastique totale atteint donc

$$1{,}000 + 17 \times 500 = 9{,}500^{k},$$

soit 24k,1 par millimètre carré, si la section est de 394 millimètres carrés.

L'allongement élastique correspondant à la charge de 8,500 kilogrammes atteint sur le diagramme 113mm,5, soit 126 millimètres pour la limite de 9,500 kilogrammes, et il reste à en déduire l'allongement correspondant a de l'éprouvette d'après la relation que nous avons démontrée plus haut $a=\frac{MM_1}{2}\frac{l'\omega'}{l'M'}$, et si le rapport $2\frac{l'M}{l'\omega'}$ qui dépend des éléments de construction de l'appareil est égal à 550, on en déduit $a=0^{mm},229$ pour une fibre neutre de 200 millimètres de longueur, soit $1^m/^m,145$ pour une fibre de 1 mètre.

Le module élastique E s'en déduit immédiatement, en prenant le rapport de la limite d'élasticité 24k,1 à l'allongement ainsi déterminé 0m,001145, et on trouve ainsi 21,048'. — B.

ESSIEU. L'essieu est l'axe autour duquel les roues tournent et qui supporte la charge de la voiture, presque toujours par l'intermédiaire de ressorts. Il doit supporter la charge en mouvement et résister aux chocs provenant des inégalités des routes et de la vitesse de translation. De sa rupture résultent de graves accidents ; c'est la pièce dont la solidité a le plus d'importance, et qu'il est prudent de ne jamais forcer pour avoir toute sécurité.

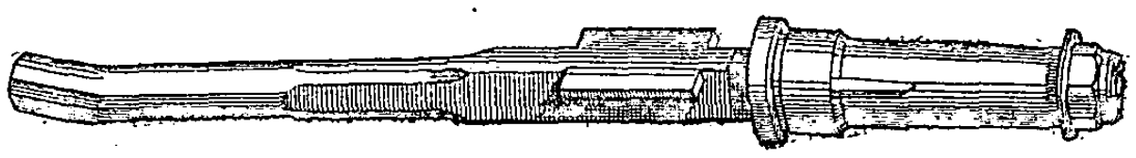


Fig. 490.

La description de l'essieu de chemin de fer ayant été faite (V. *Dictionnaire*, Essieu), il ne sera question ici que des essieux de voitures.

Le fer est, depuis longtemps, la seule matière employée à la fabrication des essieux de voitures ; jusqu'à présent on n'a fait que très rarement des essieux en acier ; il y aurait cependant, au point de vue de la légèreté, intérêt à employer des aciers extra doux, à condition d'amortir les chocs par l'emploi du caoutchouc, ce qui permettrait de réduire les dimensions sans danger.

L'essieu se compose de deux parties principales : le corps, partie de l'essieu supportant la voiture, et les deux fusées ajustées dans les boîtes fixées dans les moyeux des deux roues.

Les *corps d'essieu* ont presque tous la forme suivante : ils sont ronds au milieu, puis huit pans et enfin carrés près des rondelles et sous les patins qui supportent les ressorts.

La figure 490 représente la moitié d'un essieu patent avec patin à brides. Les essieux pour lourdes charges ont souvent le corps carré ou un peu méplat dans toute leur longueur.

Le patin est la partie large de l'essieu qui supporte le ressort ; le plus employé est celui qui permet de monter le ressort avec deux brides ; le patin à boulons n'a que la largeur du ressort et oblige à percer deux trous pour réunir les deux pièces ; on ne l'emploie que pour des voitures très légères.

Dans les fortes voitures, souvent le patin est sous l'essieu ; le ressort est alors maintenu par des brides, qu'il faut faire extrêmement solides puisqu'elles supportent toute la charge ; ce montage permet de baisser le centre de gravité de l'épaisseur de l'essieu et du ressort réunis ; or, en baissant le centre de gravité on augmente la stabilité. C'est dans le même but que beaucoup d'omnibus sont montés avec des essieux à corps cintrés ou coudés suivant les formes de caisse.

Le *devers* ou *carrossage*, inclinaison de l'axe des fusées sur l'axe du corps, doit correspondre exactement à l'*écuanteur* de la roue ou à l'écuanteur moyen dans les roues à rais entrelacés. Le devers pousse la roue contre la rondelle, ménage ainsi l'écrou de l'essieu, s'oppose au déboîtage qui est surtout à craindre avec les boîtes coniques des essieux à graisse et diminue, dans les essieux patent, la tendance à la fuite d'huile : par son poids, l'huile se maintient du côté hermétiquement fermé de l'essieu (on peut, du reste, obtenir ce résultat par d'autres moyens).

Le devers de l'essieu doit être tel que le profil inférieur de la fusée soit plus bas de quelques millimètres du côté de l'écrou pour ramener la roue contre la rondelle ; ce profil inférieur doit rester dans les mêmes conditions pour toutes les formes de fusées ; le devers de la fusée conique doit donc être plus grand que celui de la fusée cylindrique.

On donne aux fusées d'essieu une légère inclinaison en avant ou *serrage*, dans le but de contrebalancer la flexion du corps d'essieu dans le sens de la traction et d'avoir les fusées et le corps d'essieu dans le même plan vertical, quand la voiture chargée roule au trot sur le pavé, c'est-à-dire quand elle est dans les conditions les plus défavorables. Le devers a cet inconvénient que la moindre inclinaison de l'essieu, en avant ou en arrière de sa position normale, recule ou rapproche les cercles des roues, à la hauteur du centre, et le roulement ne peut se faire qu'avec un glissement latéral qui augmente le tirage et détériore la route.

Fusées. La résistance au glissement des fusées d'essieu dans leurs boîtes, quoique peu considérable relativement à la résistance au roulement, peut, avec un mauvais montage, prendre une grande importance et produire l'enrayage de l'essieu ; il y a donc lieu de s'en préoccuper.

Pour donner à cette résistance sa plus petite valeur, il faut donner à la fusée une surface de glissement assez considérable pour que l'huile puisse se maintenir facilement entre les surfaces, et construire la roue de façon que le contact avec la boîte se fasse toujours sous la surface de la fusée, sans que le coincement soit jamais possible. Il faut aussi choisir le meilleur système de grais-

sage. Après avoir employé exclusivement la graisse, on a perfectionné les essieux et on a adopté généralement ceux qui sont lubrifiés à l'huile.

La fusée conique est la plus rationnelle parce que c'est celle qui se rapproche le plus de la forme d'égale résistance ; on ne l'emploie cependant plus que pour les essieux les plus communs, parce qu'elle oblige à donner du jeu et que le graissage à l'huile n'est pas applicable. Avec la fusée cylindrique la boîte n'a pas de jeu et on peut graisser à l'huile. Le cône doit varier suivant la charge à porter.

Il y a quatre genres principaux de fusées d'essieux : 1° l'essieu à graisse ou ordinaire; 2° l'essieu demi-patent; 3° l'essieu patent à graisse; 4° l'essieu patent à l'huile.

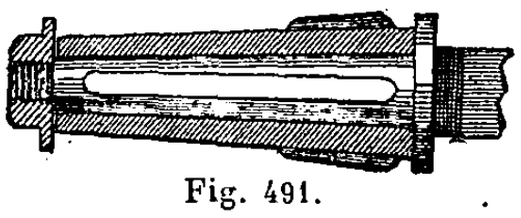


Fig. 491.

Essieux à graisse. Ce genre d'essieu n'est appliqué qu'aux voitures les plus communes, surtout aux voitures agricoles, pour lesquelles on recherche avant tout le bon marché de construction; mais la nécessité dans laquelle on se trouve de le graisser très fréquemment, en rend l'entretien coûteux et il est donc, malgré son plus bas prix d'achat, moins avantageux que les autres systèmes. L'essieu à graisse (fig. 491) a une fusée conique, la boîte est retenue par un écrou à chapeau, quelquefois percé d'un trou pour recevoir une clavette ; le dessus de la fusée est plat, pour former réservoir de graisse sans diminuer la surface en contact sous la fusée; une rainure en forme d'hélice est creusée dans la boîte. Le jeu longitudinal ou battement laisse échapper la graisse.

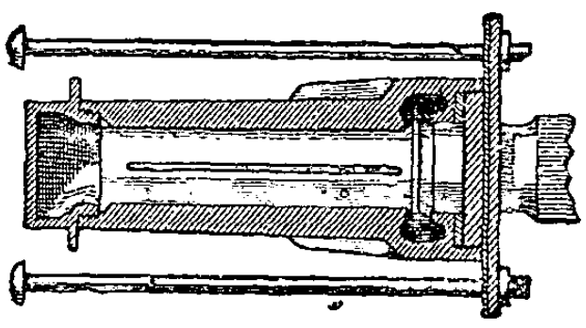


Fig. 492.

On peut éviter cet inconvénient en plaçant des rondelles de cuir aux deux extrémités de la boîte.

Les essieux de charrette sont à corps carré ou méplat ; les fusées sont presque semblables à celles des essieux à graisse ; il y a devant l'écrou un téton destiné à recevoir une clavette ; quelquefois l'écrou est remplacé par une simple rondelle ou *esse*, qui est maintenue par une clavette carrée très solide. Le cône de la fusée est plus prononcé, la fusée porte un ou deux réservoirs circulaires qui ont l'inconvénient de diminuer la portée de la boîte. L'esse est quelquefois remplacé par un gobelet ayant la forme de l'écrou, mais non fileté et traversé par la clavette.

L'*essieu demi-patent* est très employé en Angleterre pour les voitures de commerce et de transport. La roue est retenue sur l'essieu à fusée cylindrique (fig. 492) par une contre-plaque en deux pièces qui s'emmanche derrière la rondelle soudée de l'essieu et est fixée au moyeu par des boulons qui le traversent. Ce système donne une très grande sécurité, mais l'essieu est difficile à régler et l'huile s'échappe constamment derrière le moyeu ; de plus, on ne peut monter ni démonter facilement, car il faut se placer entre les roues pour serrer les écrous. Cet essieu se graisse à l'huile.

L'*essieu patent à graisse* (fig. 493) a des fusées cylindriques, il est monté du côté de la rondelle exactement comme l'essieu patent, et de l'autre côté il porte un écrou de fer, garni d'un cuir, contre lequel vient frotter le bout de la boîte. Le graissage doit se renouveler assez souvent. Pour empêcher l'écrou de se desserrer, on taraude l'une des fusées à droite et l'autre à gauche et on place les fusées de façon que la roue en tournant serre l'écrou ; mais en reculant, l'effet inverse se produit et l'écrou peut se desserrer.

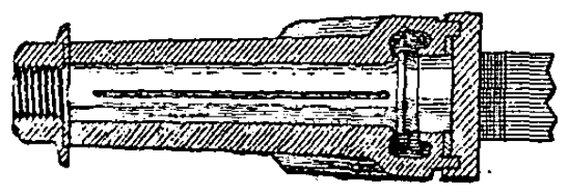


Fig. 493.

Essieu patent à l'huile. Toutes les voitures de luxe, les omnibus, les voitures de commerce et un grand nombre des plus forts camions sont aujourd'hui montés avec l'essieu patent qui est de tous les essieux celui qui donne le meilleur roulage, reste très propre, se graisse uniquement à l'huile et seulement à de longs intervalles ; cet essieu présente donc de grands avantages relativement aux systèmes précédents.

L'essieu patent à l'huile, inventé par John Collinge, en 1787, se compose d'une fusée cylindrique avec renflement ou collet et d'une boîte généralement en fonte (fig. 494). La fusée et la boîte sont cémentées. Du côté de la tête, la boîte frotte sur un cuir qui s'appuie sur une rondelle de fer, soudée ou rapportée à l'essieu ; l'autre bout de la boîte est maintenu par une *bague* de bronze qui s'emmanche à frottement doux sur un emplacement cylindrique, sauf une partie plate en contre-bas qui empêche la rotation. La bague est maintenue le plus souvent par deux écrous, se vissant l'un à droite et l'autre à gauche. Une goupille fendue est placée devant le second écrou dans un trou percé dans le bout de la fusée, et un chapeau en cuivre jaune recouvre le tout. Les deux écrous se maintiennent mutuellement ; mais aussitôt que l'on serre les écrous pour enlever le jeu longitudinal produit par l'usure de la bague et du cuir, la clavette ne touche plus le second écrou et n'empêche plus les écrous de se desserrer. En pratiquant des entailles à ce second écrou, on évite cet inconvénient. Plusieurs constructeurs, notamment la Compagnie des omnibus,

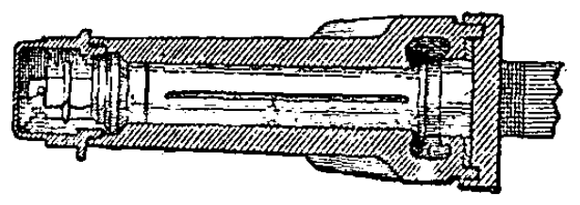


Fig. 494.

emploient ce système dû à M. P. Anthoni qui lui a donné le nom d'*écrou de sûreté*, et avec lequel on peut serrer par sixième de tour.

Dans les essieux patent, le second écrou recevant seul tous les chocs, comme on peut s'en rendre compte facilement, il devrait être plus long que le premier qui ne sert que de butée mobile, permettant de régler le jeu longitudinal.

Pour les fortes charges, on emploie l'*essieu* dit d'*omnibus*, qui a été établi, en 1845, par M. P.

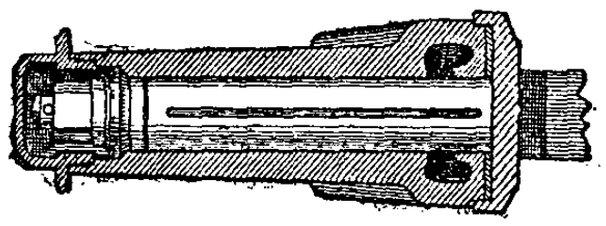


Fig. 495.

Anthoni, pour les omnibus de Paris ; quelquefois on supprime le collet, comme l'indique la figure 495. La tête de la boîte est plate, ce qui donne plus de portée à la rondelle ; la bague est maintenue en place par un seul écrou à entailles ou mieux sans entailles.

L'écrou à entailles (fig. 496), qui permet de régler le jeu à mesure qu'il se produit, ne tient sur la vis que par le frottement du filet sans s'appuyer sur un épaulement. Les chocs transversaux de la roue matent le filet, qui s'incline peu à peu et finit par s'user complètement ; un dernier choc fait passer l'écrou pardessus le filet ; la clavette est bientôt cisaillée et la roue tombe. La clavette ne peut servir qu'à empêcher l'écrou de tourner, mais elle est trop faible pour résister seule aux chocs de la roue quand l'écrou est usé.



Fig. 496.

L'écrou sans entailles (fig. 497) est serré à fond contre l'épaulement de la bague, qui lui sert de butée fixe. Ce montage, qui est le plus solide, ne présente pas les inconvénients du montage précédent. Toutefois, cet écrou ne pourrait s'appliquer sans modification aux essieux des voitures de luxe, parce qu'on ne peut enlever le jeu longitudinal qu'en changeant le cuir ; or, comme on ne peut le changer constamment et que l'usure est constante, il s'ensuit qu'il y a toujours du jeu sur la longueur et que l'huile peut fuir. Pour éviter la fuite d'huile, on coupe la rondelle de cuir aussi juste que possible sur le collet de l'essieu ; si les écrous sont serrés de façon à ne pas laisser de jeu sur la longueur, l'huile ne peut passer.



Fig. 497.

L'essieu patent présente plusieurs inconvénients :

1° On ne peut régler le jeu sur la longueur de la fusée, provenant de l'usure de la bague et du cuir, qu'en serrant les écrous ; l'écrou gauche s'éloigne alors de la clavette qui ne peut plus le maintenir.

2° Le plat qui doit empêcher la bague de tourner prend facilement un jeu, qui par son mouvement circulaire entraîne le premier écrou ; l'essieu n'est plus réglé, il se desserre sur la longueur, ou, ce qui est plus grave, il se serre trop, ce qui peut faire chauffer et enrayer..

L'écrou de réglage décrit plus loin, évite ces deux inconvénients. Pour remédier au premier, on a essayé de nombreux systèmes dérivant tous de l'écrou à entailles ; on en augmente le plus possible le nombre, en remplaçant les entailles par des crans, par exemple ; comme on ne peut serrer que d'une fraction de tour, invariable suivant le nombre de crans, on ne peut régler à volonté dans une position intermédiaire.

L'*écrou de réglage*, exposé en 1889 par M. G. Anthoni, remédie aux deux inconvénients signalés ; il permet de fixer la position de la bague avec la plus grande précision et de serrer l'écrou à bloc ; en fixant ainsi très solidement la bague, on l'empêche de serrer l'essieu sur la longueur, ce qui est une cause d'enrayage. L'écrou de réglage R (fig. 498 à 500), se visse dans la bague B ; il est fou sur l'essieu *e*, il bute contre l'épaulement de la bague et y est solidement maintenu par l'écrou E, serré à bloc contre lui ; on règle exactement l'essieu en modifiant la position de la bague d'une fraction de tour aussi petite que l'on voudra ; après avoir desserré d'un vingtième de tour l'écrou E, on enfonce la clef qui se dégage de cet écrou et s'engage sur les six pans de l'écrou R ; on resserre l'écrou E et on met la clavette. L'écrou E étant toujours serré à fond contre l'écrou de réglage, dont la position en longueur est fixe, n'a besoin que d'une seule entaille.

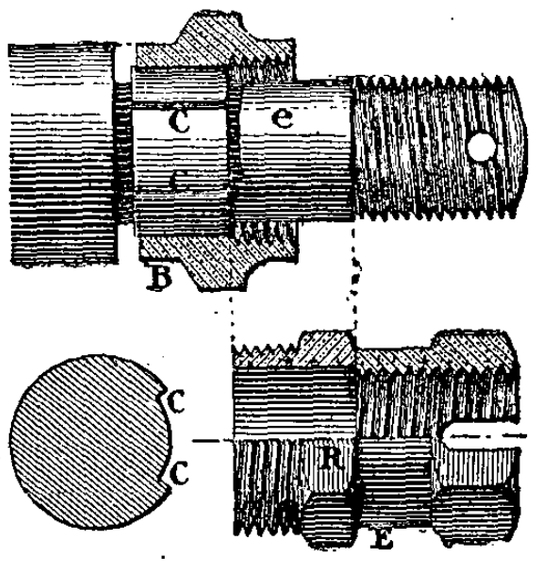


Fig. 498 à 500.

La bague ne peut avancer ou reculer que si l'on tourne l'écrou de réglage avec la clef ; sa position est donc absolument certaine.

La bague maintenue par les deux encoches CC ne peut prendre le jeu circulaire qui se produit actuellement avec le plat et peut desserrer ou serrer les écrous. Le bout de l'essieu est bien plus fort que d'habitude. L'écrou de réglage facilite le graissage en supprimant tout tâtonnement ; la position de la bague une fois réglée par l'écrou R on démonte l'écrou E, puis ensemble, sans les dévisser, l'écrou R et la bague B ; après le graissage, il suffit de replacer ces deux pièces ensemble, de serrer l'écrou E à fond, comme s'il s'agissait d'un essieu à graisse et de remettre la clavette dans l'entaille.

En mettant un cuir à la partie de la bague qui frotte sur la boîte, et en remplaçant le cuir de la rondelle par une rondelle élastique de caoutchouc, complètement protégée par deux cuirs emboutés et cousus ensemble, M. Varon obtient un essieu patent ne faisant jamais de bruit en roulant,

même s'il y a du jeu sur la longueur; la bague protégée par le cuir ne s'use pas. M. Kellner obtient un résultat analogue en interposant des rondelles de liège aux deux bouts de la fusée.

M. Anthoni emploie des bobines coniques de caoutchouc entre la boîte et le moyeu. Ce système augmente la durée des roues et de la voiture à la condition de prendre pour les moyeux des dimensions suffisantes; il donne toute sécurité, un grand confort, une grande élasticité à la roue, et diminue le tirage en laissant aux roues la liberté de se mouvoir dans le sens transversal sans entraîner la voiture. Le même ingénieur emploie dans le même but le *tasseau élastique de caoutchouc*.

On a souvent essayé de remplacer par du caoutchouc les tasseaux de bois placés entre le patin P de l'essieu et le ressort RS. Le caoutchouc ainsi employé ne peut produire aucun effet, d'abord parce que les chocs se transmettent par les brides B; de plus si l'on serre le ressort, on serre en

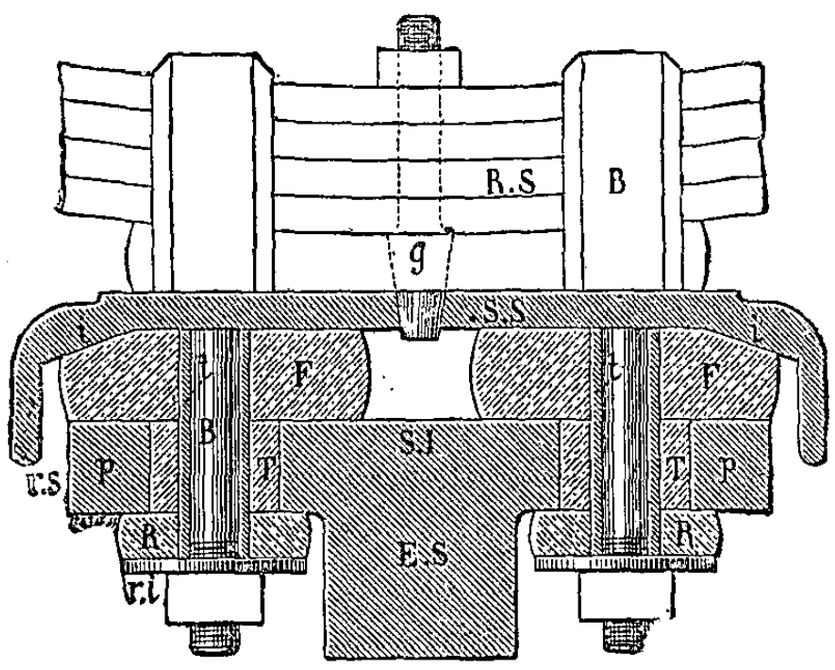


Fig. 501.

même temps le caoutchouc F qui perd alors son élasticité et devient comme un corps dur; si au contraire on ne serre pas les écrous des brides pour laisser au caoutchouc toute son élasticité, le ressort n'est plus tenu et le montage se disloque.

Le tasseau de caoutchouc laisse au montage toute sa solidité, grâce à une disposition de tubes entretoises *t* (fig. 501), qui permettent un serrage énergique du ressort sur le patin de l'essieu, sans serrer les caoutchoucs, auxquels on laisse ainsi toute leur élasticité; les tasseaux F supportent la charge de la voiture; après un choc le caoutchouc F se comprime d'abord, puis reprend sa place; les rondelles R supportent la réaction de l'écrou *ri* qui sans elles viendrait buter sous le patin; les tubes de caoutchouc T isolent les brides et le patin. Il y a ainsi un isolement complet, électrique pour ainsi dire, empêchant complètement la transmission des vibrations entre l'essieu et le ressort. L'emploi de ce tasseau de caoutchouc est indiqué pour les voitures de luxe, pour les voitures d'ambulance et pour le transport des marchandises fragiles.

Causes du chauffage et de l'enrayage des essieux. Quand l'essieu patent est mal soigné, la boîte chauffe, grippe, s'enraye sur la fusée et met la voiture momentanément hors de service. Les principales causes d'enrayage sont les suivantes :

1° Le manque d'huile dans les réservoirs ou sa mauvaise qualité; 2° l'huile des réservoirs ne circule pas sur la fusée; 3° la boîte ne tourne pas librement sur la fusée, parce que la fusée ou la boîte se sont faussées ou ont reçu un choc pendant le montage de la voiture; 4° l'essieu est trop serré sur la longueur et chauffe; l'huile est chassée par la chaleur, et la boîte tourne à sec. Il résulte de ce frottement à sec que la boîte grippe; elle se lime et laisse détacher des *grains*, suivant l'expression employée; mais dire que l'enrayage se produit parce que la fonte laisse détacher des grains, c'est prendre le résultat pour la cause; 5° le frottement ne se fait pas sur toute l'étendue du dessous de la fusée; 6° dans le transport des voitures par chemin de fer, les vibrations chassent l'huile et matent les fusées dans les boîtes : aussitôt que la voiture commence à rouler, les boîtes peuvent s'enrayer; on évite ce grave inconvénient en graissant les essieux avec un mélange d'huile et de suif, en serrant fortement les écrous, de façon à ce qu'on soit obligé de visiter les roues à l'arrivée, de les nettoyer, et de les graisser de nouveau à l'huile avant de faire rouler. On peut aussi éviter cette cause d'enrayage en mettant un excès d'huile dans les boîtes et les chapeaux; il faut alors, de même, nettoyer les roues en arrivant.

En suspendant les voitures sur leurs essieux et en laissant les roues folles, le transport sur chemin de fer n'a plus ces graves inconvénients.

La *boîte de sûreté* diminue les causes d'enrayage en faisant circuler l'huile par son poids d'une manière continue et régulière pendant le mouvement de la roue, et par le moyen même de ce mouvement, dans deux portions d'hélice de sens contraires qui viennent se raccorder par leurs extrémités pour former une courbe continue. — V. *Dictionnaire*, ROUE, figure 502.

On remplace quelquefois les bagues de bronze par des bagues de fer; les boîtes étant généralement de fonte, cet emploi a pour résultat l'usure de la boîte; il vaut donc mieux employer la bague de bronze qui s'use plus, mais n'abîme pas la boîte et se remplace bien plus facilement.

La Compagnie des omnibus emploie, depuis longtemps, des boîtes de bronze. Avec ces boîtes on évite l'enrayage d'une manière certaine; si un essieu chauffe, la boîte peut s'user rapidement, mais le service n'est pas interrompu.

L'emploi des boîtes de fer se répand de plus en plus; cette boîte est plus dure que celle de fonte; elle se cémente aussi bien que l'essieu et donne ainsi un frottement entre deux parties d'acier trempé; de plus elle est plus solide et plus légère.

Graissage. Après avoir parfaitement nettoyé toutes les parties de l'essieu patent, on le graisse avec de l'huile de pied de mouton ou d'olive surfine, et on le remonte avec soin. Les deux écrous de l'essieu patent usuel doivent être fortement serrés l'un contre l'autre de façon à maintenir la bague dans une position telle qu'il n'y ait pas de jeu sur

la longueur et que cependant la roue tourne très librement sans le moindre effort. Il vaut mieux avoir du jeu sur la longueur que d'avoir le moindre raide, qui par un trop fort serrage des écrous contre la bague, pourrait faire chauffer.

Ruptures d'essieu. Ces accidents proviennent, si la force des fusées a été bien calculée, soit de la maladresse du cocher, soit de la trop grande intensité des chocs répétés sur de mauvais chemins, contre les trottoirs ou les rails de tramway.

L'examen des ruptures d'essieu donne à cet égard un enseignement dont il faut tenir compte: le fer paraît scié au-dessus et au-dessous de la partie arrachée qui seule tenait encore au moment de l'accident: ces deux parties sciées proviennent évidemment des chocs antérieurs trop violents; la cassure produite s'est propagée de proche en proche. Il est donc très important d'améliorer la suspension des voitures par l'emploi des bobines de caoutchouc dans les ressorts ou dans les moyeux, du tasseau isolant de caoutchouc ou des bandages de caoutchouc.

Montage. Pour vérifier si un essieu est bien monté et donne le minimum de tirage, il faut (la voiture étant en charge, et pour les voitures à deux roues les brancards étant à la hauteur exacte de l'attelage) : 1° placer d'aplomb, entre le moyeu et le sol, un rai de chacune des roues de cet essieu ; 2° prendre la distance horizontale entre ces deux rais, d'abord contre le moyeu, puis contre la jante ; ces deux distances doivent être égales ; 3° prendre la distance, à la hauteur de la fusée, entre les fers des roues du même essieu, devant et derrière chacune des deux roues ; ces deux distances doivent être égales ou resserrées de deux millimètres au plus du côté de l'avant.

Force des fusées. Pour calculer le poids en kilogrammes que peut porter une fuséed'essieu, il faut faire le cube du diamètre et le diviser par la longueur de la fusée qui porte dans la boîte (par conséquent, sans compter le collet pour l'essieu patent).

On double pour avoir le poids maximum que peut porter l'essieu. Le poids ainsi trouvé comprend celui de la voiture pesée avec ses roues et sa charge maxima (ce n'est pas la charge que peut porter la voiture, mais celle que peut porter l'essieu). Cette méthode pratique est basée sur les formules théoriques et les coefficients donnés par l'expérience. — G. A.

* **EST** (Chemins de fer de l'). Résultats comparés de l'exploitation des années 1888 et 1889 :

Désignation des articles	Lignes en exploitation complète		Lignes en exploitation partielle et lignes en exploitation pendant la construction	
	1888	1889	1888	1889
Longueur moyenne exploitée	3.654 k.	3.656 k.	791 k.	843 k.
Résultats totaux.				
Recettes grande vitesse	49.094.169 f. 97	56.724.355 f. 93	1.873.467 f. 99	2.109.189 f. 15
Recettes petite vitesse	72.617.964 64	74.775.071 51	6.584.953 43	7.386.464 58
Recettes diverses	2.772.478 16	2.527.598 07	153.451 62	70.909 42
Totaux	124.484.612 77	134.027.025 51	8.611.873 04	9.566.563 15
Dépenses	74.950.861 »	78.634.535 05	6.488.254 44	7.272.312 40
Excédent des recettes	49.533.751 f. 77	55.392.490 f. 46	2.123.618 f. 60	2.294.250 75
Résultats par kilomètre exploité.				
Recettes par kilomètre et par an	34.068 f. 04	36.659 f. 47	10.887 f. 32	11.348 f. 24
Dépenses par kilomètre et par an	20.512 »	21.508 35	8.202 60	8.636 71
Rapport de la dépense à la recette	60.21 0/0	55.86 0/0	75.34 0/0	74.64 0/0
Trains.				
Parcours des trains	29.463.338 k.	30.266.147 k.	2.395.742 k.	2.806.918 k.
Recettes par kilomètre de train	4 f. 225	4 f. 428	3 f. 594	3 f. 408
Dépenses par kilomètre de train	2 544	2 598	2 708	2 591
Produit par kilomètre de train	1 681	1 830	0 886	0 817
Trafic en voyageurs.				
Nombre de voyageurs reçus	36.843.462	38.795.855	1.460.587	1.611.134
Nombre de voyageurs transportés à la distance entière	254.254	300.015	33.739	36.668
Parcours moyen d'un voyageur	25 k. 15	28 k. 27	19 k. 15	19 k. 41
Produit moyen d'un voyageur	1 f. 30	1 f. 46	1 f. 04	1 f. 05
Trafic en tonnes.				
Nombre de tonnes expédiées	12.005.067	12.692.385	3.016.750	3.435.697
Nombre de tonnes transportées à la distance entière	358.332	367.999	149.850	165.710
Parcours moyen d'une tonne	108 k. 58	106 k.	41 k. 19	41 k. 14
Produit moyen d'une tonne	5 f. 68	5 f. 54	2 f. 10	2 f. 08
Recettes moyennes.				
Quotidiennes	340.121 f. 89	367.197 f. 33	23.529 f. 71	26.209 f. 76
Hebdomadaires	2.393.934 86	2.577.442 80	165.612 94	183.972 37
Mensuelles	10.373.717 73	11.168.918 79	717.656 08	797.213 60

Sur la longueur moyenne exploitée de 4,318 kilomètres les profits de l'Etat ont été les suivants pendant l'année 1888 :

En recettes perçues.	22.282.218 fr. 37
En économies réalisées. . .	15.403 455 08
Total.	37.685.673 fr. 45

Soit 8,727 fr. 58 par kilomètre, correspondant à 64 fr. 50 par action.

L'effectif du matériel roulant de la Compagnie de l'Est, au 31 décembre 1889, est donné par le tableau suivant :

	Désignation	Effectif en exploitation	En cours de construction	Totaux partiels	Totaux	Moyenne par kilomètre exploité
Locomotives.	Machines mixtes à grande vitesse. . .	62	»	62	»	»
	Machines Crampton et Cavé	41	»	41	»	»
	Machines mixtes à 4 roues couplées. .	337	»	337	»	»
	Machines à marchandises à 6 roues couplées	532	»	532	»	»
	Machines Engerth à 8 roues couplées.	191	»	191	»	»
	Machines de gare.	82	»	82	»	»
	Machines tenders.	110	8	118	1.363	0.37
Tenders		1.166	1	1.167	1.167	0.32
Voitures.	Voitures de luxe et de service.	6	»	6	»	»
	Voitures de 1re classe	475	13	488	»	»
	Voitures mixtes	270	40	310	»	»
	Voitures de 2e classe.	710	15	725	»	»
	Voitures de 3e classe.	1.211	13	1.224	»	»
	Voitures à 2 étages : 1re et 2e classes.	74	»	74	»	»
	Voitures à 2 étages : 1re, 2e et 3e classes. . . .	26	»	26	»	»
	Voitures à 2 étages : 2e classe	21	3	24	»	»
	Voitures à 2 étages : 2e et 3e classes.	71	»	71	»	»
	Voitures à 2 étages : 3e classe	53	»	53	»	»
	Voitures tramways.	6	»	6	3.007	0.85
Vagons	Fourgons à bagages, trucks, écuries, etc.	942	41	983	»	»
	Vagons divers à marchandises	27.404	565	27.969	28.952	9.43
	Totaux.	33.790	699	34.489	34.489	»

ÉTABLISSEMENTS CLASSÉS. Le *Dictionnaire* sous cette rubrique, a donné des indications suffisamment complètes sur la législation qui régit en France les établissements dangereux, incommodes et insalubres, nous n'y reviendrons pas. Depuis lors, plusieurs décrets ont remanié assez profondément la classification des établissements dans les trois catégories, classification à laquelle d'ailleurs les transformations industrielles nécessitent souvent des additions nouvelles. Le décret du 3 mai 1886 a refait complètement cette classification que l'on trouvera au *Journal officiel*, ainsi que les modifications qui y ont été apportées par les décrets du 5 mai 1888 et du 15 mars 1890.

* **ÉTAT** (Chemins de fer de l'). De même que dans le corps du *Dictionnaire*, il y a à distinguer les chemins

Comparaison entre les principaux résultats de l'exploitation des chemins de fer de l'Etat pendant les années 1888 et 1889.

Désignation des articles	Année 1888	Année 1889	Différence
Longueur kilométrique.	2.598 k.	2.625 k.	+ 28 k.
Recettes.	34.209.989 fr. 04	35.139.756 fr. 40	+ 929.767 fr. 36
Dépenses.	26.583.229 20	26.898.617 98	+ 315.388 78
Produits nets.	7.626.759 fr. 84	8.241.138 fr. 42	+ 614.378 fr. 58
Recettes kilométriques.	13 172 fr. 89	13.386 fr. 57	+ 213 fr. 68
Dépenses kilométriques.	10.236 13	10.247 09	+ 10 96
Coefficient d'exploitation	77.70 0/0	76.54 0/0	— 1.16 0/0
Produits des voyageurs.	11.888.490 fr. 76	12.765.098 fr. 96	+ 876.608 fr. 20
Nombre des voyageurs transportés.	8.244.915 v.	8.293.378 v.	+ 48.463 v.
Produit moyen d'un voyageur.	1 fr. 74	1 fr. 86	+ 0 fr. 14
Produits de la grande vitesse.	3.104.113 fr. 93	3.253.707 fr. 70	+ 149.593 fr. 77
Produits de la petite vitesse	18.877.448 fr. 78	18.728.410 fr. 72	— 149.038 fr. 06
Nombre de tonnes transportées	2.924.080 t.	2.942.707 t.	+ 18.627 t.
Recettes en dehors du trafic.	339.935 fr. 57	392.539 fr. 02	+ 52.603 fr. 45

de fer de l'Etat français, de ceux des autres pays d'Europe.

1° *Etat français*. Nous n'aurons ici qu'à renouveler. d'après des documents plus récents, les renseignements statistiques contenus dans l'article ETAT.

L'effectif du matériel roulant des chemins de fer de l'Etat était au 31 décembre 1889 de 531 locomotives, faisant un parcours moyen de 31,679 kilomètres; de 484 tenders; de 1,762 voitures à voyageurs d'un parcours moyen de 28,196 kilomètres, et de 721 vagons spéciaux, et 13,380 vagons à marchandises parcourant en moyenne dans l'année 8,242 kilomètres (V. le tableau du bas de la page 772).

Principaux résultats de l'exploitation des chemins de fer de l'Etat pendant l'année 1889.

Recettes par kilomètre de train	2 f. 908.3
Dépenses par kilomètre de train.	2 226.2
Produits par kilomètre de train. .	0 f. 682.1
Nombre de voyageurs 1re classe	154.150 v.
Nombre de voyageurs 2e classe	777.708
Nombre de voyageurs 3e classe	7.381.520
Nombre total des voyageurs. . . .	8.293.378 v.
Parcours total des voyageurs	373.448.163 k.
Parcours moyen d'un voyageur	45
Poids total en tonnes.	2.942.707 t.
Parcours total des marchandises expédiées en petite vitesse	337.429.780 k.
Parcours moyen par tonne.	114 k. 7
Nombre de tonnes de marchandises à petite vitesse à 1 kilomètre.	300.568.508 t.
Tarif moyen perçu	0 fr. 542
Charge d'un train moyen :	
En voyageurs.	31 v. 0
En tonnes.	28 t. 6
Charge moyenne d'une voiture ou d'un vagon :	
En voyageurs.	7 v. 4
En tonnes.	2 t. 7
Parcours total des trains	12.164.190 k.
Nombre de trains circulant par jour en moyenne à la distance entière.	12 t. 7
Nombre de voitures entrant dans un train moyen	4 v. 2
Nombre de vagons à marchandises entrant dans un train moyen.	10 v. 6

2° *Pays étrangers*. L'intervention de l'Etat dans l'exploitation des chemins de fer a pris, à l'étranger, dans quelques pays, un développement beaucoup plus étendu qu'en France, où le réseau d'Etat n'est pour ainsi dire, qu'un simple accident dû à des circonstances que nous avons rappelées plus haut. Les pays qui ont procédé au rachat total ou partiel des voies ferrées, et assumé la construction des nouvelles lignes à faire, ont été, pour la plupart, guidés par des raisons d'ordre politique et stratégique, qui n'ont rien de commun avec les préoccupations commerciales; l'Allemagne et l'Italie, où la presque totalité du réseau appartient à l'Etat, la Belgique même où l'Etat exploite les meilleures lignes, l'Autriche-Hongrie qui a généralisé récemment cette mesure, sont les principaux pays d'Europe qui sont entrés dans cette voie; il faudrait y ajouter encore les Pays-Bas, la Suède et la Norvège qui, par d'autres raisons, ont la même tendance. En regard, on pourrait citer la Grande-Bretagne, la Suisse, l'Espagne, la Turquie, etc., où il n'existe, au contraire, que des Compagnies privées.

Il n'est pas sans intérêt de résumer, dans quelques tableaux statistiques, les résultats d'exploitation qu'ont donnés les deux systèmes, pendant ces dernières années; pour en tirer une comparaison absolument utile et certaine, il faudrait tenir compte d'éléments qui ne peuvent se chiffrer; mais du moins, pour les pays qui ont à la fois les deux régimes, le contraste peut fournir une base d'appréciation assez sérieuse.

ALLEMAGNE (1886).

Extrait du numéro de juin 1890 de la Revue générale des Chemins de fer.

Désignation	Longueurs à simple voie	Longueurs à double voie	Longueurs à triple voie	Longueurs totales	Dépenses d'établissement totales	Dépenses d'établissement par kilomètre
	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	francs	francs
Chemins de fer	22.729	10.506	61	33.296	11.361.471.139	341.803
Chemins privés exploités par l'Etat. . . .	269	»	»	269	89.072.525	331.124
Chemins privés — par des Compagnies.	3.411	522	»	3.934	893.885 700	227.220
Totaux et moyennes.	26.409	11.029	61	37.499	12.344.429.364	329.199

Désignation	Recettes d'exploitation totales	Recettes d'exploitation par kilom.	Dépenses d'exploitation totales	Dépenses d'exploitation par kilom.	Coefficient d'exploitation	Produit net par train kilom.	Rendement du capital
	francs	francs	francs	francs	p. 100	francs	p. 100
Chemins de l'Etat Etats secondaires.	249.437.529	27.874	156.504.397	15.611	56.0	1.95	3.77
Chemins de l'Etat Alsace-Lorraine et Luxembourg.	55.692.284	37.252	29.655.107	19.836	53.2	2.18	3.88
Chemins de l'Etat Prusse.	832.359.790	38.584	445.898.386	20.699	53.6	2.34	5.27
Chemins privés exploités par l'Etat.	6.986.805	25.782	4.075.659	15.039	58.3	2.10	3.27
Chemins privés — par des Compagnies.	74.691.630	19.049	40.896.016	10.430	54.8	1.79	3.86
Totaux et moyennes	1.243.040.199	33.366	670.901.728	17.994	54.0	2.20	4.66

Le personnel employé sur les chemins de fer allemands s'élevait, au 31 décembre 1886, aux chiffres suivants :

Agents commissionnés	135.352
Employés à la journée	200.214
Total.	335.566

Soit 9 agents par kilomètre de ligne.

Pendant la même année le nombre des accidents de trains a été le suivant :

Déraillements	444
Collisions	258
Causes diverses	2.907

Le nombre total des personnes tuées, soit par suite d'accidents, soit par leur faute ou leur imprudence, a été de 505 et le nombre des blessés 1,732.

ITALIE (Année 1887). Au moment où la construction des chemins de fer a commencé en Italie, la Péninsule était divisée en petits Etats ayant des intérêts distincts, souvent opposés aux tracés les plus convenables pour desservir les grandes directions. Lorsque l'unité italienne devint un fait accompli, le gouvernement fit un premier pas dans la voie de la concentration des réseaux en constituant deux administrations, celle des chemins de la haute Italie et celle des chemins romains; il faut y ajouter les chemins méridionaux, et le réseau calabro-sicilien. L'expérience de quelques années d'exploitation par l'Etat démontra qu'il y aurait tout avantage à affermer le réseau racheté à des Compagnies, constituées de manière à répondre exactement aux véritables courants du trafic. Les conventions de 1885 ont divisé ce réseau entre trois Compagnies fermières, la Méditerranée, l'Adriatique et la Sicile; la spécialisation des lignes attribuées à chacune des deux premières, est plus nominale que réelle et chacune pousse des pointes vers la mer dont elle ne porte pas le nom. Outre ces lignes principales, il y a encore un grand nombre de tramways secondaires, à voie normale ou à voie étroite, qui ont été laissés entre les mains des Compagnies privées concessionnaires.

Renseignements statistiques extraits du numéro d'août 1890 de la Revue générale des Chemins de fer.

	Méditerranée	Adriatique	Sicile	Chemins divers à voie normale	Chemins divers à voie étroite	Ensemble
	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.
Longueur moyenne du réseau (y compris les troncs communs)	4.573	4.807	667	1.532	362	11.941
Totaux	10.047					

Désignation	Recettes totales	Recettes par kilomètre	Dépenses d'exploitation totales	Dépenses d'exploitation par kilomètre	Coefficient d'exploitation
	francs	francs	francs	francs	
Méditerranée	117.417.703	26.046	75.885.035	16.833	»
Adriatique	100.733.098	21.113	65.291.838	13.685	»
Sicile	7.182.999	10.933	6.406.352	9.751	»
Ensemble	225.333.801	22.678	147.583.325	14.853	»
Chemins divers à voie normale	9.105.276	7.308	7.429.156	5.962	»
Chemins divers à voie étroite	1.827.198	5.047	1.591.619	4.709	»
Totaux et moyennes	236.266.275	20.467	156.604.100	13.594	65 0/0

BELGIQUE (31 décembre 1887).

	Longueur effective à double voie	Longueur effective à simple voie	Longueur effective totale
	kilom.	kilom.	kilom.
Chemins de fer de l'Etat	1.333	1.867	3.200
Chemins de fer des Compagnies	202	1.044	1.246
Totaux	1.535	2.911	4.446

La dépense de premier établissement des chemins de l'Etat s'élevait, à cette époque, à 1,270,213,743 francs, soit 396,942 francs par kilomètre exploité, non compris environ 15,000,000 de travaux en cours d'exécution ou d'avances faites à des sociétés.

Pour ce réseau de 3,200 kilomètres l'Etat utilise 1,743 locomotives, 1,161 tenders, 83 voitures à vapeur, 4,253 véhicules de grande vitesse et 39,789 véhicules servant à la petite vitesse.

Le personnel des chemins de l'Etat comprend 38,711 agents, soit 12,12 par kilomètre.

Le parcours moyen d'un voyageur est de 21 kilom. 47 et le produit moyen 0 fr. 74.

Pour les Compagnies diverses de Belgique, le personnel atteint le chiffre de 10,650 agents, soit 7,4 par kilomètre; la Compagnie ayant le plus grand réseau est le Grand Central belge (611 kilomètres); vient ensuite le

	Chemins de fer de l'Etat	Chemins de fer des Compagnies	Ensemble total	Ensemble par kilomètre
Longueurs moyennes	3.188 kilom.	1.446 kilom.	4.634 kilom.	
	francs	francs	francs	francs
Recettes	124.137.917	36.782.120	160.920.037	34.726
Dépenses	66.541.005	18.738.478	85.279.483	18.403
Recette nette	57.596.912	18.043.642	75.640.554	16.323
Coefficient d'exploitation	53.60 0/0	50.94 0/0	53 0/0	

Nord belge (170 kilomètres), et la Flandre occidentale (164 kilomètres).

(Pour l'ensemble des chemins de fer de la Belgique, les résultats financiers de l'exercice 1887 sont donnés par le tableau de la page 774).

ROYAUME-UNI (31 décembre 1886). D'après le rapport du *Board of trade :*

Longueur exploitée	31.105 k.
Parties à deux voies ou plus	16.939
Capital réalisé	20.708.606.350 fr.
Capital par kilomètre	665.764
Recettes totales	1.739.798.825
Dépenses d'exploitation	912.956.175
Recettes nettes	826.842.650
Recettes par train kilométrique	1 fr. 765
Nombre total de voyageurs	725.584.390 v.
Recette par voyageur	0 fr. 829
Recette par tonne	3 fr. 38
Coefficient d'exploitation	52.70 0/0

SUISSE (31 décembre 1885).

	Longueur exploitée			Dépenses de 1er établissement	
	à simple voie	à double voie	Ensemble	totales	par kilomètre
	kilom.	kilom.	kilom.	francs	francs
Lignes normales	2.413	254	2.667	875.881.955	326.419
Lignes spéciales (à forte rampe ou à voie étroite)	88	2	90	17.264.944	189.644
Totaux	2.501	256	2.757	893.146.899	321.931

	Lignes normales		Lignes spéciales		Ensemble	
	totales	par kilomètre	totales	par kilomètre	Totales	par kilomètre
	francs	francs	francs	francs	francs	francs
Recettes	72.447.323	25.920	1.290.089	13.580	73.737.412	25.515
Dépenses d'exploitation	38.750.899	13.864	826.726	8.702	39.577.625	13.695
Produit net	33.696.424	12.056	463.363	4.878	34.159 787	11.820
Coefficient d'exploitation	53.49 0/0	»	64.08 0/0	»	53.67 0/0	»

o* **ETATS-UNIS.** I. SITUATION ÉCONOMIQUE ET AGRICOLE. Les principales données sur la situation géographique et économique des Etats-Unis nous entraîneraient au delà des limites assignées par le *Supplément*, nous nous bornerons à donner un rapide aperçu des différentes régions agricoles et industrielles de ce vaste et riche pays.

La région Nord-Est comprend les Etats de la Nouvelle-Angleterre, à savoir le Maine, au climat rigoureux, aux plaines ondulées, couvertes tantôt de lacs, tantôt d'épaisses forêts, le New-Hamsphire et le Vermont, plus montagneux, mais plus riche, au climat plus doux permettant de cultiver toutes les céréales, les Etats de Massachussets, le Rhode Island, le Connecticut, le New-York et le New-Jersey, où la culture, en dépit de la qualité médiocre du sol a été le plus perfectionnée, et qui sont autant industriels qu'agricoles, la Pensylvanie, le Delaware dont une grande partie est riche, le Maryland, ayant des terres basses sur les côtes, sablonneuses et médiocres à l'est de la baie de Chesapeake, mais fertiles à l'ouest de cette baie.

Cette région possède de vastes forêts aux essences variées ; elle produit dans la plus grande partie de son étendue, les céréales, telles que le seigle, l'avoine, les légumes, les pommes de terre, le houblon ; elle a des prairies artificielles et nourrit beaucoup de bêtes à cornes, de chevaux et de moutons.

La région des Appalaches qui comprend la Pensylvanie centrale et occidentale, et la partie occidentale des Carolines du Nord et du Sud, et de la Virginie, possède des terres fertiles et bien cultivées et des forêts, elle produit les céréales, l'avoine, le maïs, principalement dans le Kentucky et le Tennessee, le tabac, etc. Elle nourrit un bétail nombreux, sur de vastes étendues de pâturages.

La région du Sud-Est, comprenant la Géorgie, les Carolines et la Virginie, peu accidentée, produit le maïs, le riz, la pomme de terre, le tabac dans le nord, la canne à sucre dans sa partie méridionale, mais sa production principale est le coton.

La région du Golfe, qui comprend la Floride, l'Alabama, le Mississipi, la Louisiane et le Texas, est une zone plate et presque stérile, couverte de savanes, de forêts de pins et de marécages. Le centre seul offre une fertilité comparable aux précédentes régions. Le maïs, le riz, la canne à sucre, mais surtout le coton, y sont cultivés avec succès.

La région centrale composée des riches prairies de l'Ohio et du Mississipi, et comprenant les Etats de l'Ohio, d'Indiana, d'Illinois, de Michigan, de Wisconsin, de Minnesota, d'Iowa, du Missouri, et enfin de l'Arkansas, semble privilégiée particulièrement, tant sous le rapport de la beauté des sites que par la fécondité de son sol. La culture des céréales y est très rémunératrice, elle possède les meilleurs vignobles des Etats-Unis, et un nombreux bétail, principalement des porcs.

La région des prairies du Nord-Ouest, qui s'étend jusqu'aux montagnes Rocheuses, est encore peu peuplée et peu cultivée.

Celle du grand Bassin, s'étendant entre les montagnes Rocheuses et la Sierra-Nevada, bordée de hautes montagnes et boisée sur les flancs, est un haut plateau, désert et inexploité en partie.

La région du Pacifique, comprenant la majeure partie de la Californie, est une des plus riches régions des Etats-Unis, mais non au point de vue agricole; quelques plaines sont fertiles, c'est surtout les richesses minérales qui y abondent.

Quant à la neuvième région, l'Alaska, séparée des Etats-Unis, et peu connue encore, elle ne constitue guère qu'un désert glacé, sauf au sud, où se trouvent d'immenses forêts.

II. PRODUCTIONS AGRICOLES. Parmi les principales productions agricoles, nous distinguerons tout d'abord le froment et le maïs.

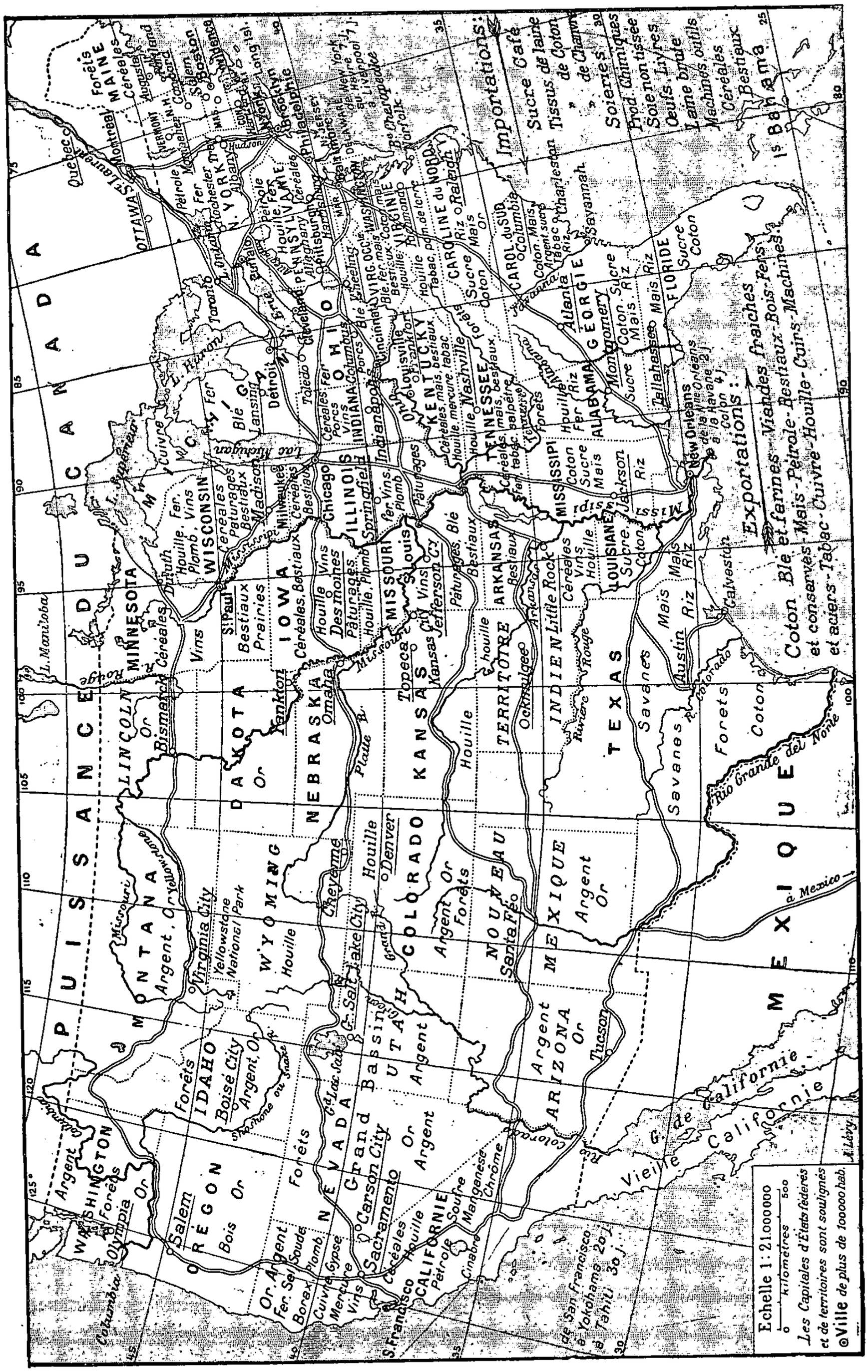


Fig. 502. — *Carte des Etats-Unis d'Amérique.*

Chaque année, les immenses territoires consacrés à la culture du blé produisent aujourd'hui 450 à 500,000,000 de boisseaux de cette céréale; le quart de cette production est exporté, et il reste pour la consommation totale annuelle plus de 300,000,000 de boisseaux, soit en moyenne 5 boisseaux par tête. Nous avons indiqué les principaux centres de production, nous n'insisterons donc pas plus longtemps sur cette céréale, nous dirons seulement que le vieux monde est depuis quelques années tributaire des Etats-Unis, et que la production de ce pays a presque doublé depuis vingt années. Quant au maïs, dont la consommation est cinq fois plus grande que celle du froment, et atteint aujourd'hui 2,000,000,000 de boisseaux, il est peu exporté relativement (2 à 3 0/0 seulement du total). La production de cette céréale a doublé depuis vingt ans, suivant en cela le progrès de la population, et même le dépassant car la consommation annuelle par tête qui était de 22 à 23 boisseaux en 1869, est actuellement de 25 à 30 boisseaux. Il s'est récolté en 1889 2,112,000,000 boisseaux de maïs.

Les principales productions agricoles ont été les suivantes pendant l'année 1889 : en même temps que les quantités récoltées nous indiquons les superficies ensemencées, la valeur estimée des récoltes, le prix moyen du boisseau et la production moyenne par acre :

	Production totale	Superficie totale ensemencée	Valeur totale de la récolte	Moyennes	
				de la valeur du boisseau	de la production par acre
	boisseaux	acres	dollars	dollars	boisseaux
Maïs.	2.112.892.000	78.326.000	597.919.000	28.3	27.0
Froment.	490.560.000	38.124.000	342.492.000	69.8	13.0
Seigle.	28.415.000	2.365.000	16.722.000	58.8	12.0
Avoine.	751.515.000	27.462.000	171.781.000	22 9	27.0
Orge.	63.884.000	2.996.000	37.672.000	59.0	21.3
Sarrasin.	12.050.000	912.600	7.628.000	63.3	13.2

La superficie consacrée à la culture des céréales est estimée à 146,000,000 acres, soit 6,5 0/0 de la superficie totale des Etats-Unis.

Le maïs occupe plus de la moitié (53 0/0) de la surface plantée en céréales, le froment en occupe deux fois moins (26 0/0). L'ensemble de la récolte est évaluée enfin en moyenne dans les dernières années à 1,300,000,000 de dollars.

La production du vin, bien qu'ayant plus que doublé depuis 15 ans, est encore peu élevée, et son usage est encore faiblement répandu.

Néanmoins les importations de vins baissent d'année en année, au fur et à mesure que les vins indigènes gagnent du terrain.

La consommation annuelle du vin n'est que de 0,53 gallon par tête, alors que la consommation des spiritueux de toutes sortes est de 1,25 gallon, et celle de la bière est de 12 gallons.

En 1889, il a été consommé aux Etats-Unis :

	Milliers de gallons	
Eaux-de-vie.	1.294	d'eaux-de-vie indigènes de fruits divers.
	77.802	d'eaux-de-vie indigènes provenant de la distillation d'autres matières.
	1.515	d'eaux-de-vie importées.
Soit en tout.	80.615	d'eaux-de-vie.
[illegible]	29.610	de vins indigènes.
	4.534	de vins importés.
Soit en [illegible].	34.144	de vins.
Bière. . . .	777.420	de bière indigène.
	2.477	de bière importée.
Soit en tout.	779.897	de bière.

Le sucre de canne a son centre de fabrication dans la Louisiane : cette fabrication a quadruplé depuis 20 ans ; la Louisiane a produit dans la campagne 1888-1889, 378,000,000 de livres de sucre, pendant que les autres Etats n'en produisaient que 20,000,000.

III. Production cotonnière. La production du coton est une des principales richesses des Etats-Unis, comme on le voit par le tableau suivant qui donne les chiffres de la récolte du coton depuis 1878 (Poids exprimé en milliers de livres) :

Années	Nombre de balles récoltées (balles de 480 à 490 liv. poids brut)	Poids des récoltes annuelles	Importations	Exportations	Consommation
	balles				
1878	4.773.865	2.260.285	3.032	1.608.469	654.848
1879	5.074.155	2.404.410	2.994	1.628.876	778.528
1880	5.761.252	2.771.797	3.548	1.822.296	953.049
1881	6.605.750	3.199.822	4.450	2.192.169	1.012.103
1882	5.456.048	2.588.240	4.340	1.741.819	850.761
1883	6.949.756	3.405.070	4.082	2.291.314	1.117.838
1884	5.713.200	2.757.544	7.019	1.863.926	900.637
1885	5.706.165	2.742.966	5.116	1.893.269	854.813
1886	6.575.691	3.182.305	5.072	2.059.314	1.128.064
1887	6.505.087	3.157.378	3.924	2.170.174	991.129
1888	7.046.833	3.439.172	5.498	2.264.325	1.180.345
1889	6.935.082	3.437.408	7.973	2.385.005	1 060.376

Comme pour la laine, la consommation du coton ne fait qu'augmenter aux Etats-Unis ; cela tient uniquement au développement normal de la population et de sa richesse; comme les Etats-Unis produisent bien au-delà de leurs besoins, et comme l'importation du coton y est à la rigueur négligeable, il est facile de voir que la production y est en progrès et suit la même marche que la consommation.

La quantité nécessaire à la consommation nationale se maintient entre 30 et 34 0/0 de la production, avec une légère tendance à la baisse.

IV. Production lainière. L'industrie lainière est, après celle du coton, une des plus importantes des Etats-Unis ; nous allons donner les chiffres résumés, pendant les 12 dernières années, du mouvement des laines, en poids, tant à la production, qu'à l'importation et à l'exportation, et nous en déduirons le chiffre réel de la consommation (V. le tableau en tête de la page 778).

La proportion de la consommation indigène, par rapport aux ressources, c'est-à-dire à la production augmentée de l'importation, est de 98 à 99 0/0, suivant l'année. Les Etats-Unis sont tributaires des autres pays, pour les

Laines (poids exprimés en milliers de livres),

Années	Production	Importations	Exportations	Consommation des Etats-Unis
1878	208.250	48.450	6.300	250.399
1879	211.000	39.005	4.165	245.840
1880	232 500	128.132	3.840	356.792
1881	240.100	55.964	5.579	290.385
1882	272.000	67.862	3.948	335.914
1883	290.000	70.576	4.075	356.501
1884	300.000	78.351	2.315	376.036
1885	308.000	70.596	3.203	375.393
1886	302.000	129.085	6.680	424.404
1887	285.000	114.038	6.986	392.052
1888	269.000	113.559	4.382	378.177
1889	265.000	126.488	3.405	388.083

laines, dans la proportion du tiers, et quelquefois de la moitié de sa production. Pendant que sa production reste stationnaire, ses besoins augmentent et l'on voit le chiffre des importations de laine devenir de plus en plus considérable.

Animaux de ferme. L'effectif des animaux de ferme a été estimé, en 1890, pour tout l'ensemble des Etats-Unis, à 14,000,000 de chevaux, à 21,000,000 de mulets, à 50,000,000 de bêtes à cornes, à 44,000,000 de moutons et à 51,000,000 de porcs.

En France la statistique compte 2,838,000 chevaux, 240,000 mulets, 13,000,000 de bêtes à cornes, 22,000,000 de moutons et enfin 7,000,000 de porcs.

Il y a donc aux Etats-Unis cinq fois plus de chevaux, quatre fois plus de bêtes à cornes, deux fois plus de moutons et sept fois plus de porcs qu'en France.

V. Productions industrielles. Parmi les productions industrielles distinguons tout d'abord le fer en saumon, tel qu'il sort des hauts fourneaux. Cette importante production a plus que triplé en douze années.

En 1878 on comptait 698 hauts fourneaux ayant produit 2,301,215 tonnes de fer (tonnes de 2,240 livres). En 1889, le nombre des hauts fourneaux ne s'élevait plus qu'à 570, mais leur production s'élevait à 7,604,525 tonnes.

Voici comment a varié, de 1878 à 1889, le nombre des hauts fournaux et leur production, dans les Etats qui produisent plus de 100,000 tonnes.

	En 1878		En 1889	
	Nombre de hauts fourneaux	Production du fer en saumon	Nombre de hauts fourneaux	Production du fer en saumon
		tonnes		tonnes
Alabama. . . .	12	37.038	45	706.629
Illinois.	12	70.049	16	537.521
Michigan	26	63.262	26	191.395
New-Jersey . . .	19	63.355	18	112.226
New-York. . . .	58	221.159	39	265.399
Ohio.	103	375.885	74	1.085.332
Pensylvanie. . .	275	1.198.779	228	3.733.252
Tennessee. . . .	22	25.310	19	263.085
Virginie.	33	15.114	32	224.425
Virginie occid^{le}.	11	45.238	6	105.268
Wisconsin. . . .	15	44.542	10	141.638
Product. totale..	698	2.301.315	570	7.604.525

On voit combien ont été rapides les progrès des usines à fer, dans quelques Etats, comme la Virginie, le Tennessee, la Pensylvanie, l'Ohio, l'Alabama bien que leur nombre ait diminué.

La production métallique totale des Etats-Unis se répartit comme il suit, d'après les différentes espèces de métaux en 1888.

Métaux	Quantités	Valeurs
Fer en saumon (Pig-iron)	7.604.525 ton. de 2,240 livres avoir du pois.	107.000.000
Argent. . . .	45.783.632 onces.	59.195.000
Or.	1.604.927 —	33.175.000
Cuivre. . . .	231.270.622 livr. avoir du pois.	33.833.954
Plomb. . . .	180.555 ton. de 2,000 livres.	15.924.951
Zinc.	55.903 ton. de 2,000 livres.	5.500.855
Mercure. . .	33.250 flacons de 3/4 de livre.	1.413.125
Nickel. . . .	207.328 livres.	128.382
Aluminium .	19.000 —	65.000
Antimoine. .	100 ton. de 1,000 livres.	20.000
Platine . . .	500 onces.	2.000
Total de la production métallique. .		256.258.267

VI. Production des métaux précieux aux Etats-Unis. Pendant les dix dernières années, le mouvement de la production des métaux précieux a été le suivant, pour l'ensemble des Etats-Unis. Nous indiquons, dans une colonne séparée, le chiffre de la production de l'or en Californie (valeur en milliers de dollars).

Années	Or			Argent	Total de la production de l'or et de l'argent
	Production de la Californie	des autres Etats et territoires	Total		
1879	17.600	21.300	38.900	40.800	79.700
1880	17.500	18.500	36.000	39.200	75.200
1881	18.200	16.500	34.700	43.000	77.700
1882	16.800	15.700	32.500	46.800	79.300
1883	14.120	15.880	30.000	46.200	76.200
1884	13.600	17.200	30.800	48.800	79.600
1885	12.700	19.100	31.800	51.600	83.400
1886	14.725	20.275	35.000	51.000	86.000
1887	13.400	19.600	33.000	53.400	[illegible]00
1888	12.750	20.418	33.168	59.200	[illegible]8

La production de l'or se maintient à peu près au taux de 35,000,000 de dollars par an, soit 175,000,000 de francs, dont le tiers, quelquefois la moitié vient de la Californie. Quant à l'argent, sa production augmente d'année en année, et arrive actuellement au chiffre de 60,000,000 de dollars, soit 300,000,000 de francs, ce chiffre, venant s'ajouter aux productions des autres pays, contribue à faire baisser de plus en plus la valeur de l'argent. Bientôt les Etats-Unis produiront annuellement 500,000,000 de francs d'or et d'argent.

Cette production est localisée dans un certain nombre d'Etats, ou de territoires, dans lesquels l'or et l'argent se trouvent en proportion variable, comme le tableau suivant l'indique.

En 1888, 33,167,500 dollars d'or, et 59,206,700 dollars d'argent ont été produits, voici quelle a été la part des Etats dans cette production.

Etats ou territoires	Or	Argent	Ensemble
	dollars	dollars	dollars
Alaska	850.000	3.000	853.000
Arizona	871.500	3.000 000	3.871.500
Californie	12.750.000	1.400.000	14.150.000
Colorado	3.758.000	19.000.000	22.758.000
Dakota	2.600.000	100.000	2.700.000
Géorgie	104.000	500	104.500
Idaho	2.400.000	3.000.000	5.400.000
Michigan	42.000	84.000	126.000
Montana	4.200.000	17.000.000	21.200.000
Nevada	3.525.000	7.000.000	10.525.000
Nouv. Mexique	602.000	1.200.000	1.802.000
Caroline du Nord	136.000	3.500	139.500
Orégon	825.000	15.000	840.000
Caroline du Sud	39.000	200	39.200
Utah	290.000	7.000.000	7.290.000
Washington	145.000	100.000	245.000
Autres Etats	30.000	300.500	330.500
Totaux	33.167.500	59.206.700	92.374 200

Après l'Etat de Californie, ce sont les territoires de Montana, de Colorado, de Nevada, de Dakota, d'Idaho, qui produisent les plus grandes quantités d'or ; à eux seuls ils fournissent les quatre cinquièmes de la production totale des EtatsUnis ; pour l'argent, c'est le Colorado, le Montana, le Nevada, l'Utah, l'Arizona, l'Idaho, qui en produisent le plus, ces territoires seuls, fournissent plus des trois quarts de l'argent produit par les Etats-Unis.

En dehors des mines d'or et d'argent, ce pays est essentiellement un pays de mines. Presque tous les métaux et minerais connus s'y trouvent, et cependant, en raison du prix trop élevé de la main-d'œuvre, des difficultés et des frais de transports, ces nombreux gisements ne sont pas exploités. Cet Etat contient des mines de fer, de sel, de soude, de borax, de plomb, de cuivre, de cinabre, de gypse, d'asphalte, de manganèse, de chrome, de pétrole, de charbon, de soufre, d'ocre, de graphite, de mica, de stéatite, etc. On y trouve, quoique en petite quantité, des dépôts de nickel, d'amiante, d'émeri, d'étain et de bismuth, souvent même les mineurs, en lavant le minerai d'or, ont trouvé des diamants et des parcelles de platine et d'iridium.

La Californie est un des rares pays du monde qui possède des mines de mercure, de sulfure de mercure et de cinabre. On prétend que c'est là que sont les gisements les plus riches. La première mine exploitée a été celle de New-Almaden, en 1845. Depuis, plusieurs mines se sont ouvertes, et la production devint si abondante (80,000 bouteilles par an) que les prix s'avilirent ; aussi les exploitants modèrent-ils la production.

VII. Ce n'est pas l'or ni l'argent qui constituent la plus grand richesse minérale des Etats-Unis ; la production minérale a été la suivante, pendant les cinq dernières années connues (valeurs en milliers de dollars) :

1884	413.901	1887	542.332
1885	428.714	1888	591.673
1886	465.328		

Voici comment s'est décomposée, pour l'année 1888, cette production :

Minéraux non métalliques.

Houille, anthracite et lignite (142 millions de tonnes)	211.000.000 doll.
Pierres à bâtir	25.000.000
Pétrole	24.600.000
Chaux	24.500.000
Gaz hydrocarboné (naturel)	22.600.000
Ciment	4.500.000
Sel	4.400.000
Phosphate	2.000.000 doll.
Blanc de zinc	1.600.000
Eaux minérales	1.700.000
Borax	500.000
Gypse	400.000
Asphalte	300.000

L'ensemble de la production minérale non métallique a été estimé pour l'année 1888 à 335,000,000 de dollars.

Voici dans quelle mesure participent les différents territoires et Etats, à la production des charbons de terre, pendant l'année 1888 :

	Milliers de tonnes		Milliers de tonnes
Anthracite.		Orégon	75
Pensylvanie	43.922	Michigan	81.4
Rhode-Island	4	Texas	90
Houille grasse.		Californie	95
Pensylvanie	33.797	Arkansas	277
Illinois	14.655	Territ. indien	762
Ohio	10.911	Montana	41
Maryland	3.480	Dakota	34
Missoury	3.910	Alabama	2.900
Virginie occid[le]	5.499	Nebraska	1.5
Indiana	3 141	Wyoming	1.481
Iowa	4.952	Washington	1.216
Kentucky	2.570	Utah	259
Tennessee	1.967	Colorado	2.185
Virginie	1.073	Nouv. Mexique	627
Kansas	1.850	Géorgie	180
		Idaho	0.4

Formant un total général de 142,038 milliers de tonnes.

L'Etat de Pensylvanie produit donc à lui seul 43,922,000 tonnes d'anthracite et 33,797 tonn. de houille, plus de la moitié du combustible extrait.

La distribution géographique du combustible minéral explique dès lors la distribution géographique des industries dans lesquelles le charbon est l'aliment indispensable.

VIII. *Pétrole.* Il convient de dire quelques mots de l'industrie du pétrole, qui est actuellement, malgré le prix de plus en plus bas de cette huile et malgré la concurrence des pétroles russes, une des richesses des Etats-Unis.

Il est facile de se rendre compte de l'importance de l'exportation du pétrole des Etats-Unis et du bon marché relatif avec lequel les huiles sont transportées de l'Etat producteur au port d'où elles sont expédiées, si l'on considère que les installations des puits de pétrole sont des plus simples et que le transport du pétrole se fait facilement grâce à un système de conduits dont le réseau s'étend sur tous les districts producteurs.

En ce qui concerne, en effet, l'installation des puits presque tout, sauf le moteur à vapeur, est construit en bois. Des milliers de sondages se pratiquent annuellement dans les districts pétrolifères qui s'étendent sur les deux rives de l'Alleghany, rivière qui rejoint l'Ohio à Pittsburg, couvrant une superficie de 300 kilomètres de longueur sur 30 à 40 de largeur.

Ce qui contribue à faire livrer le pétrole à bon marché, c'est le système usité pour son transport : le transport du pétrole brut à la surface du sol se fait exclusivement par tuyaux ; dès qu'un sondage rencontre l'huile, une compagnie spécialement constituée à cet effet, l'*United Pipe Line*, pose immédiatement à ses frais un embranchement de tuyaux pour relier la source au système de conduite de la compagnie, dont le réseau s'étend sur tous les districts producteurs. Cette compagnie possède 8,000 kilomètres de tuyaux amenant le produit de 20,000 puits actuellement en activité à de vastes réservoirs en tôle d'une capacité moyenne de 48,000,000 de barils.

Une autre compagnie, réunie aujourd'hui à la *Pipe Line*, a formé plusieurs lignes de conduits destinés à trans-

porter l'huile brute jusqu'aux principaux centres de consommation ou de raffinage. Ce nouveau réseau, terminé en 1881, comprend 2,150 kilomètres de conduits. Deux lignes, d'une longueur de 500 kilomètres environ, aboutissent à New-York, une troisième à Philadelphie avec un embranchement sur Baltimore ; d'autres amènent l'huile brute aux raffineries de Pittsburg, Buffalo et Cleveland.

L'huile est foulée dans les tuyaux au moyen de pompes puissantes échelonnées le long de la ligne et espacées de 50 kilomètres en moyenne, et de 150 au maximum. Grâce à cette organisation, le transport d'un baril de pétrole des districts pétrolifères à New-York ne revient aujourd'hui qu'à 12 cents, tandis qu'il coûtait 2 dollars en 1862.

La production du pétrole déjà considérable en 1878 a presque doublé depuis cette époque. Nous donnons ci-après le mouvement de production du pétrole brut, en même temps que celui de l'exportation des produits de sa distillation (en milliers de gallons) (1):

Années	Production du pétrole brut	Exportation des principaux produits de la distillation			
		Naphtaline benzine gazoline etc.	Huile d'éclairage	Graisses paraffine etc.	Résines goudron et autres résidus du pétrole
1878	619.007	16.416	289.215	2.304	3.968
1879	710.539	15.054	331.586	2.488	3.307
1880	940.065	18.411	367.325	5.162	4.767
1881	1.083.825	17.292	332.283	4.852	3.247
1882	1.203.308	20.213	488.213	6.508	3.715
1883	1.119.838	17.070	419.821	10.182	6.145
1884	997.287	15.045	415.616	10.515	5.297
1885	913.526	15.822	458.243	13.002	6.562
1886	943.477	12.311	469.471	12.526	3.226
1887	1.084.272	15.735	480.846	16.910	3.249
1888	1.186.483	12.066	456.487	22.889	1.369
1889	1.159.869	14.100	502.257	25.167	1.684

Sur 100 gallons de pétrole brut recueillis, les Etats-Unis exportent donc en moyenne, 44 gallons de pétrole raffiné pour l'éclairage, 1,4 de naphtaline, benzine, gazoline, ou autres produits semblables ; 2,1 de paraffine, et 1,5 de résidus divers. Le reste se consomme aux Etats-Unis.

IX. *Les associations industrielles, les manufactures et les trusts.* On distingue aux États-Unis plusieurs catégories d'établissements industriels. En France nous avons la petite industrie, surtout prospère à Paris, et qui occupe des centaines de milliers de personnes, intéressées à de petites entreprises, ces personnes s'appellent, suivant le cas, *ouvriers à façon*, *façonniers* et *tâcherons*; ce sont des artisans et des sous-entrepreneurs de travaux, puis viennent, au-dessus, les entrepreneurs et les industriels proprement dits, directeurs d'établissements d'importance variable; un grand nombre de grands industriels, propriétaires d'usines, principalement dans le Nord, l'Est et le Sud-Est, enfin des sociétés industrielles, montées par actions, et plus puissantes le plus souvent que des établissements particuliers, font un chiffre d'affaires considérables.

Aux Etats-Unis, la première des catégories qui viennent d'être énumérées n'existe pas ou presque pas, il n'y a pas, ou presque pas d'artisans. Le travail est très divisé et l'industrie est organisée pour produire beaucoup, à bon marché, au moyen de machines perfectionnées, et de nombreux ouvriers, payés chacun très cher. Sauf les artisans de la petite industrie, on rencontre aux Etats-Unis les mêmes degrés que chez nous dans le classement des établissements, mais avec une classe nouvelle, le syndicat de grands établissements similaires ; c'est ce que les américains ont appelé les *combinations*, *pools* et *trusts*.

Cette catégorie d'établissements, inconnue en Europe, est le résultat de l'abondance inusitée des capitaux. Après la guerre de Sécession, l'agriculture et l'industrie se sont lancées dans des entreprises colossales et heureuses, les crises européennes, toujours trop fréquentes, les ont servies à souhait : d'immenses bénéfices ont été réalisés, et comme il n'y avait aucune émission de fonds d'Etat, et qu'au contraire la dette publique était diminuée de jour en jour, il s'est trouvé des capitaux énormes, qui n'ont rencontré de débouchés que dans l'industrie. Comme les manufactures naissantes étaient protégées contre la concurrence étrangère par des droits de douane exagérés, les bénéfices qu'elles firent en peu d'années réduisirent les capitaux inoccupés. Dans toutes les branches de l'industrie, le nombre des usines, des ouvriers, le chiffre des affaires ne tardèrent pas à doubler, et les profits de chacun à diminuer d'autant, par suite d'une évolution économique facile à comprendre. La concurrence devint alors effrénée. Pendant un temps les consommateurs en retirèrent de grands avantages, mais bientôt les producteurs ne purent soutenir un régime ruineux ; il leur fallut s'arranger pour restreindre la production et modérer la concurrence. C'est alors que s'organisèrent les associations de divers ordres que nous venons de nommer, connues sous le nom de *combinations*, *pools* et *trusts*.

La *combination* semble être une alliance momentanée de personnes engagées dans une même industrie, qui s'engagent à ne pas vendre certains produits au delà d'un prix déterminé.

Le *pool*, qui prend les formes les plus diverses, est une entente entre industriels de même catégorie pour répartir entre eux tout le trafic que comporte le marché, et cela, à des conditions si justement calculées, que toute tentative par un des associés pour échapper de mauvaise foi aux termes du contrat, le constitue presque fatalement en perte.

Enfin le *trust* est un syndicat d'industriels qui abdiquent leur libre initiative entre les mains d'un ou de plusieurs directeurs. Ils reçoivent de cette direction un certain nombre d'actions qui représentent leur part d'intérêt dans l'association ; c'est la direction qui indique quelles quantités de matières premières seront achetées et à quels prix, pendant combien de temps et à quelle vitesse on travaillera, enfin à quel prix les produits se vendront, et quels dividendes seront distribués aux intéressés.

On comprend, après ces définitions, en quoi le *trust* est comme forme d'association et avec le but avoué de diminuer la concurrence, supérieure à la *combination* et au *pool*.

Dans la *combination* rien ne s'oppose à ce qu'un associé peu délicat vende ses denrées au-dessous du prix convenu ; si la fraude, dont sa conscience seule est chargée, vient à se découvrir, l'accord cesse sans qu'aucune des parties puisse la maintenir, ou prétendre à une indemnité à cause de la fraude, ou de la rupture. En effet, un pareil traité est ordinairement, pour des raisons que l'on devine facilement, tenu secret et la preuve en est difficile à démontrer.

Quant au *pool*, non seulement il est tenu secret, mais encore il est interdit par la loi ou tenu pour non avenu par les tribunaux de divers ordres chargés des contestations qui pourraient s'élever à leur liquidation.

Le *trust* pare à tous ces inconvénients. L'entière abdication consentie par les propriétaires des manufactures aux mains du comité directeur présente une garantie absolue de l'observation du contrat. Seulement en revanche, avec les *trusts* les consommateurs se sentent

(1) Le gallon contient environ 4 litres.

menacés et leur attribuent non sans quelque semblant de raison, la cause des chertés dont ils souffrent.

Les griefs formulés par le public, et aussi par le législateur américain, contre les *trusts* sont les suivants : les *trusts* tendent à constituer des monopoles et à chasser des affaires les petits capitalistes ; ils ruinent la concurrence, seul moyen efficace de procurer l'abaissement des profits et le nivellement des prix ; ils bâtissent des fortunes aux frais de la communauté, en augmentant le prix des objets de consommation ; ils tendent à instituer une oligarchie qui influence la liquidation dans son intérêt contre celui de la communauté, en menaçant la liberté et les institutions démocratiques.

Ces griefs, que les politiciens et la foule, naturellement crédule, prennent au pied de la lettre, sont contestés par tous ceux qui voient dans les *trusts* une forme nouvelle et conforme à l'esprit moderne de l'organisation industrielle. Ces derniers ne voient dans le *trust* que la concentration entre les mains de quelques hommes avisés, des engins industriels les plus puissants. Le manœuvre travaille avec ses mains et ses simples outils. Le capitaliste isolé, l'entrepreneur, au lieu de s'en tenir à ses forces personnelles et à ses propres outils emploie les fonds d'un certain nombre d'hommes et des outils perfectionnés; son bénéfice, au prorata de son capital, est plus grand peut-être que celui du simple manœuvre. La société ou corporation est une association de quelques-uns de ces capitalistes, sa puissance est très grande, et en France on a souvent admiré ses effets. Enfin les *trusts*, les derniers venus, actuellement au dernier échelon de la hiérarchie du travail, composent une association de sociétés, et arrivent ainsi à une parfaite concentration de l'énergie industrielle.

Un grief que l'on ne manquerait pas d'avoir en France contre le *trust* est sa nouveauté : mais est-ce un grief sérieux ? Nous admettons tous sans difficulté que l'industrie familiale, telle qu'elle existait du temps où il n'y avait que peu de machines-outils et qu'il n'y avait guère que des artisans, soit dans presque tous les cas, surannée et condamnée ; nous comprenons que la petite industrie ait fait son temps, non sans le regretter à bien des points de vue, et il n'y a que très peu de personnes qui n'aient souhaité et encouragé la création des vastes manufactures contemporaines, à l'outillage perfectionné, où l'ouvrier n'est guère qu'un conducteur de machine. Déjà, cependant, entre ces manufactures et la petite industrie, il y avait un abîme. Surviennent les *trusts* qui sont aux grandes manufactures de notre pays, ce que celles-ci sont à la petite industrie et constituent au même titre, un progrès industriel.

Pourquoi donc les condamner ? Ils sont nés de la nécessité et répondent mieux aux besoins du public. Est-ce parce qu'ils constituent un monopole ou ruinent la concurrence ? Mais nous savons qu'ils sont le résultat de l'association temporaire et limitée de capitaux anonymes, et des groupements semblables sont toujours possibles. Des *trusts*, qui laissent disponibles sur le marché des milliards, ne peuvent être considérés comme constituant des monopoles ou ruinant la concurrence ; il appartient au public, c'est-à-dire aux consommateurs, de se syndiquer à leur tour, et d'en établir de nouveaux, sous forme de *sociétés coopératives de production et de consommation*, soit dans la grande industrie où il existe déjà des *trusts*, soit dans des genres nouveaux. Toutefois, l'institution de ces *contre-trusts* ne serait pas souhaitable si, en fait, ils aboutissent à une élévation de prix des objets, au détriment des consommateurs.

Examinons les différents *truts* actuellement organisés ; ceux, par exemple, du coton, du télégraphe, des chemins de fer, du pétrole.

En 1830, il y avait aux Etats-Unis 801 manufactures de coton, représentant un capital de 40,000,000 de dollars, employant 62,000 ouvriers, mettant en mouvement 1,250,000 broches et produisant 60,000,000 de livres de tissus. Le capital par manufacture était environ de 50,000 dollars, les productions de 950 livres de tissus par ouvrier et de 47 par broche ; la consommation de coton par tête, de 6 livres, le prix du mètre de coton de 17 cents et le salaire des ouvriers par semaine, de 2 doll. 50. En 1880, lors du dernier recensement dont les résultats soient connus au point de vue industriel, le nombre des établissements était de 756 ; le capital engagé de 208,000,000 de dollars ; le nombre d'ouvriers 172,000 ; celui des broches de 10,600,000 ; la production de 607,000,000 de livres ; le capital par manufacture de 275,000 dollars, la production de 3,500 livres par ouvrier et de 57 livres par broche ; la consommation du coton, par tête, de 14 livres ; le prix du mètre de 7 cents, les salaires de 5 doll. 50.

On peut objecter que pour le coton, il n'y a pas eu de *trust* englobant une forte proportion de manufactures. Il y a eu au contraire, de très importants *trusts* pour certaines lignes de chemins de fer, notamment sur les lignes de New-York à Chicago. Or, le transport d'un poids de 100 livres y coûtait :

	En 1862	En 1889
	dollars	dollars
1re classe de marchandises . .	1.63	0.75
2e — — . .	1.32	0.65
3e — — . .	1.05	0 50
4e — — . .	0.66	0.33

Même phénomène pour les télégraphes, qui sont entreprise privée. Le prix d'un télégramme de dix mots était :

	En 1866	En 1889
	dollars	dollars
De New-York à Chicago. . .	2.20	0.40
— à la Nouvelle-Orléans .	3.25	0.60
— à San-Francisco	7.45	1.00
— au terr. de Washington	12.20	1.00

Il existe enfin un trust connu, dont nous avons parlé à propos de la production de l'huile de pétrole, la *Standard oil Company*. C'est elle qui, la première, a inauguré les tuyaux de conduits allant des puits à pétrole au port d'embarquement ou au marché central. Le résultat a été une économie de 66 0/0 sur le prix du transport seul. En 1872, avant la pose des tuyaux, le transport d'un baril d'huile à New-York coûtait 1 doll. 50 ; aujourd'hui il coûte seulement 50 cents. Une semblable réduction est observée sur le prix même du produit. En 1872, le baril coûtait aux compagnies 2 doll. 35 cents, aujourd'hui il revient au *Standard oil Company* à 1 doll. 25 cents. Cette puissante compagnie, après avoir tué à peu près la concurrence, a reconnu de son intérêt de baisser continuellement ses prix. En 1871, le gallon d'huile raffinée valait 24 cents 24, il a successivement baissé à 18 cents 24 en 1873, à 15,92 en 1877, à 9,12 en 1880, à 8,28 en 1884, à 6,75 en 1887, à 6 cents en 1890.

D'après ce qui vient d'être dit, et les exemples qui viennent d'être donnés, on voit combien est grande la force de l'association, et quels services pourraient rendre en France les syndicats d'industriels.

X. Les grèves et les lockouts aux Etats-Unis. La question des grèves est tout aussi à l'ordre du jour aux Etats-Unis, qu'en France, qu'en Angleterre ou qu'en Belgique, aussi une enquête spéciale à ce sujet a-t-elle été faite par le bureau de la statistique du travail, dirigé par M. Caroll Wright. Le rapport de ce fonctionnaire porte à la fois sur les grèves d'ouvriers et sur celles des

patrons, pendant les six années de la période 1881-1886. Ces dernières grèves, qu'on désigne aux Etats-Unis et en Angleterre sous le nom de *lockouts*, n'avaient jamais été relevées et constituent l'objet d'un document tout nouveau.

Si nous considérons tout d'abord le tableau des grèves proprement dites, nous trouvons que pendant ces six années, il n'y en a pas eu moins de 3,903, intéressant 22,336 établissements industriels. En voici le tableau par année.

Années	Nombre de grèves	Nombre d'établissements	Nombre moyen d'établissements par grève
1881	471	2.928	6.2
1882	454	2.105	4.6
1883	478	2.759	5.8
1884	443	2.367	5.3
1885	645	2.284	3.5
1886	1.412	9.893	7.0
	3.903	22.336	5.7

Le nombre total des ouvriers qui ont pris part à ces grèves, pendant la période dont il s'agit, a été de 1,318,624.

Quant aux grèves de patrons, leur nombre a été pendant la même période de 1,753 portant sur 2,182 établissements, comptant ensemble 173,995 ouvriers.

Les pertes subies par les ouvriers ont été évaluées à :

259.000.000 de francs pour les grèves.
41.000.000 — pour les *lockouts*.

300.000.000 de francs.

C'est donc une perte sèche de 300,000,000 de francs qu'ont subie les ouvriers.

D'autre part, pour soutenir les grèves il a été dépensé :

5,500,000 pour les patrons, 17,000,000 pour les ouvriers, soit 22,500,000, somme qui ne forme même pas le dixième des salaires qu'auraient gagné les ouvriers, si les grèves n'avaient pas eu lieu.

Quant aux pertes éprouvées par les patrons elles ont été évaluées à 154,000,000 pour les grèves et à 17,000,000 pour les lockouts soit 171,000,000 de francs. En résumé, la perte totale se monte à plus de 500,000,000 de francs, pour les six années ; or quels que soient les avantages que les ouvriers ou les patrons ont pu espérer en tirer, les uns au point de vue d'une augmentation probable des salaires, les autres au point de vue du *statu quo* ou d'une diminution de salaires, on peut affirmer qu'ils ne sont pas en rapport avec les sacrifices que se sont imposés les grévistes, sacrifices si considérables qu'il faut qu'il y ait aux Etats-Unis une bien forte solidarité entre les travailleurs pour qu'on ait pu les supporter. Ce qui le prouve, c'est la grande proportion des grèves qui ont réussi. Sur 100 grèves, on en a compté 46 qui ont réussi complètement, et 14 qui ont abouti à un succès partiel, pour les ouvriers. Tandis que sur 100 lockouts il n'y en a que 25 qui aient réussi ; rappelons à ce sujet que d'après nos calculs effectués sur 2,000 grèves françaises, il n'y a en France que 25 0/0 qui aient réussi, et 17 qui aient abouti à des concessions mutuelles.

XI. Commerce extérieur des Etats-Unis. Avant d'apprécier les variations et l'importance du commerce des Etats-Unis et de ses différentes branches, nous donnons ci-après le tableau des importations et des exportations de ce pays, depuis 1845, de cinq en cinq années, d'abord jusqu'en 1875, et année par année depuis cette époque.

XII. Tableau des importations et des exportations des Etats-Unis, depuis 1845 jusqu'en 1889 (Valeurs exprimées en milliers de dollars) :

Années	Exportations	Importations	Ensemble
1845	114.647	117.254	231.901
1850	151.899	178.138	330.037
1855	275.157	261.469	536.626
1860	400.122	362.166	762.289
1865	233.673	248.557	482.228
1870	450.927	462.378	913.305
1875	605.575	553.906	1.159.481
1876	596.891	476.678	1.073.569
1877	658.637	492.098	1.150.735
1878	728.606	466.873	1.195.479
1879	725.437	466.074	1.201.511
1880	852.781	760.989	1.613.771
1881	921.784	753.240	1.675.024
1882	799.959	767.112	1.567.072
1883	855.659	751.671	1.607.330
1884	807.647	705.124	1.512.771
1885	784.421	620.770	1.405.191
1886	751.988	674.030	1.426.018
1887	752.181	752.492	1.504.671
1888	742.369	783.295	1.525.664
1889	839.043	774.095	1.613.138
1890	845.294	789.323	1.634.617(1)

(1) Chiffres provisoires (donnés en octobre 1890).

Le commerce des Etats-Unis ne fait que s'accroître, suivant en cela la marche de sa population et celle de l'immigration dont ils sont l'objet. Néanmoins c'est en 1881 que le chiffre des affaires avait été le plus considérable. La crise industrielle et agricole, qui s'est abattue sur le vieux et sur le nouveau Monde, à partir de cette époque, suffit à elle seule pour expliquer pourquoi les importations et les exportations des Etats-Unis ont momentanément fléchi de 1882 à 1887; comme en France, et comme partout, c'est en 1885 et 1886, que la crise s'est fait le plus sentir.

Aujourd'hui les affaires ont repris comme en 1881, et nous allons rapidement examiner les chiffres de l'année 1890, qui semble avoir donné d'aussi bons résultats, à tel point que les protectionnistes américains ont cru qu'il était dangereux de laisser les importations suivre leur essor.

Mais auparavant, il convient de distinguer les produits qui entrent en franchise, et ceux qui n'y entrent qu'après acquittement de droits plus ou moins considérables. Les marchandises qui sont entrées en franchise s'élèvent au total de 265,600,000 dollars, les autres à 522,600,000 dollars.

Parmi les premières nous remarquons le café, pour 78,300,000 dollars ; certains produits chimiques pour 26,815,000 dollars. La soie *non manufacturée*, c'est-à-dire non tissée mais déjà dévidée et moulinée, pour 26,000,000 de dollars.

Dans les six années précédentes, l'entrée de cette catégorie de soie a été respectivement :

En 1885, de	12.925.000 d.	En 1888, de	19.932.000 d.
1886,	18.277.200	1889,	19.333.200
1887,	19.643.000	1890,	26.000.000

Après ces articles, signalons parmi les plus importants : les œufs pour 2,074,912 dollars, le coton non manufacturé, ce qui semble étonnant pour un pays qui fournit à tous les autres cette matière première, pour 1,393,000 dollars et enfin 1,115,000 dollars de livres, de cartes.

Parmi les articles soumis à des droits nous relevons les sucres, mélasses, etc., pour 89,737,000 dollars ; les arti

cles en laine pour 56,582,000 dollars ; les articles en coton pour 29,918,000 dollars ; les articles en chanvre, jute, etc. pour 28,421,000 dollars ; les articles en soie pour 38,686,000 dollars. Cette dernière catégorie de produits s'est élevée pendant les six années écoulées :

En 1885, à	27.468.000 d.	En 1888,	33.351.000 d.
1886,	27.958.000	1889,	35.123.000
1887,	31.348.000	1890,	38.686.000

Ces chiffres sans cesse croissants (et ce que nous disons de la soie peut se dire également des articles de laine, tandis que les articles de coton restent stationnaires) montrent que l'industrie américaine n'est pas encore en état de suffire aux besoins des consommateurs nationaux, et que le Gouvernement devra, en dépit des bills protectionnistes, encourager par de fortes primes cette industrie, pendant quelque temps avant de pouvoir définitivement exclure ces produits étrangers, en grande partie français, des marchés américains.

Parmi les articles qui forment le total des exportations (845,000,000 de dollars en 1890), figurent naturellement au premier rang les produits naturels, agricoles ou minéraux ; le coton d'abord, pour 250,969,000 dollars, contre 201,963,000 en 1885; au lendemain de la guerre de Sécession, en 1866, le coton exporté était monté à 281,000,000, mais ce chiffre était dû au prix élevé de cette année, car le poids de coton exporté en 1886 n'était que de 650,000,000 de livres, et il s'est élevé en 1890 à 2,471,000,000 de livres. Viennent ensuite, parmi les marchandises exportées, le blé et la farine de blé, pour 102,312,000 dollars, contre 125,079,000 dollars en 1885, 142,667,000 dollars en 1887 et seulement 86,940.000 dollars en 1889 ; le maïs et la farine de maïs pour 43,555,000 dollars, ce qui représente le chiffre le plus élevé de la période quinquennale (28,000,000 en 1885, 14,000,000 en 1887). Viennent ensuite les viandes, fraîches ou préparées, pour 123,183,000 dollars, chiffre le plus élevé depuis cinq années : 93,000,000 en 1885, 79,000,000 en 1887; les huiles minérales brutes pour 6,744,000 dollars et raffinées pour 44,659,000 dollars, chiffres sensiblement les mêmes que la moyenne de la période décennale précédente. Enfin viennent le bétail, représentant une valeur de 31,261,000 dollars, contre 13,000,000 de dollars en 1885, 11,500,000 en 1888 et 16,617,000 dollars en 1889; le bois brut ou travaillé, pour 28,273,000 dollars, contre 21,500,000 en 1885, et le fer et l'acier pour 25,542,000, contre 16,500,000 en 1885.

Le chiffre des exportations dépasse les importations de 68,500,000 dollars. Dans les vingt années 1871-1890 c'est ordinairement l'exportation qui a dépassé l'importation. Toutefois il y a trois périodes à distinguer ; celle de 1871-75, où les importations, sauf en 1874, ont toujours dépassé les exportations, si bien que l'excédent moyen a été de 76.000,000 de dollars et celle de 1885-1890, où les exportations ont presque régulièrement dépassé les importations. De 1875 à 1885, durant dix années nous ne rencontrons pas une exception et l'excédent moyen annuel des exportations s'est élevé pour la période 1875-1880, à 184,000,000 de dollars et dans la période 1881-1885, à 125,000,000 de dollars. En 1888 et 1889, les importations reprennent le dessus, momentanément.

Les importations des Etats-Unis, la période de la crise de 1882 étant mise à part, vont toujours en augmentant d'une façon régulière, suivant pas à pas les besoins du pays, c'est-à-dire d'une population sans cesse croissante ; les exportations au contraire présentent des écarts sensibles. Ces écarts tiennent à deux causes.

Comme les exportations des Etats-Unis se composent en grande partie de produits agricoles, l'abondance et la qualité de la récolte ont sur elles une influence marquée. D'autre part l'Europe, qui est le principal consommateur proportionne ses demandes à l'abondance même ou à la rareté de ses propres récoltes et à l'extension constatée ou probable de sés débouchés d'objets fabriqués dont elle puise en Amérique même les matières premières, comme le coton, par exemple.

Un autre sujet de trouble, pour le commerce d'importation, sera le vote du bill répressif Mac Kinley, dont l'annonce a eu pour effet de précipiter les commandes, d'encombrer les marchés avant sa mise en vigueur et dont la mise en vigueur a interrompu brusquement une partie des transactions.

Un point digne d'attirer l'attention de l'économiste, dans l'examen du commerce extérieur des Etats-Unis, est

	Exportations	importations	Ensemble
République Argentine .	9.294	5.455	14.749
Autriche-Hongrie. . . .	726	7.642	8.368
Belgique.	23.345	9.817	33.162
Brésil	9.351	60.404	69.755
Centre Amérique . . . . (Comprenant les pays de Nicaragua, Guatemala, Costa-rica, Honduras et San-Salvador).	4.326	8.414	12.740
Chili.	2.973	2.623	5.596
Chine.	6.477	18.509	24.986
Danemark et colonies danoises.	3.904	847	4.751
France.	46.120	69.567	115.687
Possessions françaises d'Afrique	384	336	720
Antilles françaises et Guyane française. . .	2.032	123	2.155
Allemagne.	68.003	81.742	149.745
Grande-Bretagne et Irlande	382.982	178.269	561.251
Dominion du Canada et autres poss. anglaises dans l'Amér. du Nord	42.141	43.009	85.150
Antilles anglaises, Honduras et Guyane angl.	10.454	20.723	31.177
Indes anglaises.	4.330	20.030	24.360
Possess. angl. d'Afrique	2.936	895	3.831
Australasie (poss. angl.)	12.322	5.998	18.320
Grèce	165	989	1.154
Haïti et St-Domingue. .	5.340	5.212	10.552
Hawaï	3.375	12.848	16.223
Italie.	12.605	17.992	30.597
Japon	4.620	16.688	21.308
Libéria.	72	53	125
Mexique.	11.487	21.254	32.741
Pays-Bas	15.063	10.951	26.014
Antilles Hollandaises et Guyane hollandaise. .	888	654	1.542
Indes hollandaises (îles de la Sonde).	2.250	5.207	7.457
Pérou.	781	314	1.095
Portugal.	2.873	1.239	4.112
Possessions portugaises.	394	43	437
Russie.	8.364	2.986	11.350
Espagne.	11.946	4.637	16.583
Cuba.	11.691	52.131	63.822
Porto-Rico.	2.225	3.707	5.932
Autres Antilles Espagn.	358	10.978	11.336
Suède et Norvège. . . .	2.616	2.983	5.599
Empire Ottoman	200	4.688	4.888
Etats-Unis de Colombie, Nouv.-Grenade et Panama	3.821	4.264	8.085
Uruguay.	2.193	2.987	5.180
Vénézuela.	3.739	10.393	14.132
Autres pays.	3.250	17.535	20.785

le chiffre relativement faible de ses réexportations. Si l'on consulte, en France, en Belgique, et surtout en Angleterre, le tableau du *commerce général* et si on le compare à celui du *commerce spécial*, on voit que la réexportation des produits étrangers, entrés sous le régime de l'admission temporaire est extrêmement important et se chiffre par centaines de millions. Au contraire, pour les Etats-Unis, l'exportation atteint seulement 12 à 12,500,000 dollars. Cela prouve combien peu important est le rôle des Etats-Unis, comme intermédiaire entre l'Europe et le reste du continent américain, cela tient également à son isolement géographique, entre l'Asie et l'Europe. Sans la distance, les industries préparatoires auraient pu se créer, et les admissions temporaires, et réexportations auraient atteint un chiffre certainement élevé.

XIII. *Tableau général du commerce extérieur* des Etats-Unis avec les principaux pays en 1889 (valeurs exprimées en milliers de dollars) (V. le tableau de la page 783).

Voici comment se décomposent, pour les principales marchandises, les importations et exportations des Etats-Unis, pendant l'année 1889. Nous donnons, pour servir à des comparaisons utiles, les résultats correspondants de l'année 1880.

XIV. *Commerce extérieur* des Etats-Unis, en 1880 et en 1889, par groupe de principales marchandises :

Importations.

	1880	1889
	dollars	dollars
1° Ne payant pas de droits de douane.		
Animaux vivants : bestiaux et chevaux	883.292	3.287.538
Produits chimiques, drogues, gommes, etc.	26.363.011	26.629.435
Cafés	60.360.769	74.724.882
Engrais et phosphates	565.290	1.613.662
Cuirs et peaux	30.002.254	25.127.750
Soie non manufacturée (en cocons, ou moulinée)	13.837.809	19.333.229
Total des marchand. non assujetties aux droits	208.301.863	256.487.078
2° Assujettis aux droits de douane.		
Animaux vivants : bestiaux et chevaux	3.739.996	3.936.505
Céréales et farines	6.119.681	8.029.724
Produits chimiq., drogues, gommes, couleurs	14.988.605	13.029.236
Fils et tissus de coton	31 376.693	26.805.942
Lin, chanv., jute en filasse	9.392.868	20.468.475
Fils et tissus de lin et de chanvre	25.753.727	25.705.553
Fruits de table	13.278.129	12.985.055
Objets manufacturés en fer ou en acier	71.266.699	42.377.793
Tissus, lacets et rubans de soie	32.188.690	35.122.766
Sucres et mélasses	84.566.651	81.249.845
Bois ouvré ou brut	6.650.598	11.254.978
Laines brutes	23.727.650	17.974.515
Laine ouvrée (fils et tiss.)	33.911.093	52.564 942
Total de la valeur des marchandises assujetties aux droits	667.954.746	745.131.652

Exportations.

	1880	1889
	dollars	dollars
Animaux vivants : bétail et chevaux	15.882.120	18.374.805
Céréales, graines et farin.	286.764.807	123.876.661
Houille	2.058.080	6.690.479
Cuivre en barres	55.763	7.518.258
Coton brut	211.535.905	237.775.270
Fils et tissus de coton	10.467.651	10.212.644
Objets manufacturés en fer et en acier	14.716.524	21.156.077
Cuirs bruts et ouvrés	6.760.186	10.747.706
Pétroles bruts et raffinés.	34.291.418	44.830.545
Viandes fraîches et conservées et autres objets d'alimentation	132.488.201	104.122.444
Tabac en feuill. ou autrem.	18.442.273	22.609.668
Bois brut ou ouvré	16.237.376	26.910.672
Total de la valeur des marchandises exportées	823.946.353	730.282.609

Sur les 730,000,000 de dollars de marchandises exportées en 1889, il y en a eu, d'après les rapports officiels, 532,000,000 soit 73 0/0, provenant des richesses

Importations des Etats-Unis en France pendant l'année 1889.

	Quantités	Valeurs
	kilogr.	francs
Cotons et laine	93.179.877	136.974.419
	quintaux	
Céréales, grains et farines	4.222.550	68.755.836
Huiles et essences de pétrole et de schiste	kilogr. 187.157.869	32.099.875
Graisses de fonte, sortes autr. que celles de poiss.	18.410.040	16.753.367
Tabac en feuill. ou en côtes	9.818.498	11.978.568
Café	4.113.648	9.132.298
Bois communs	»	4.870.501
Viandes fraich. ou salées.	2.803.356	3.793.099
Huiles fines pures	3.279.134	2.330.643
Machines et mécaniques	1.804.327	2.454.088
Cuivre pur de 1re fusion	1.551.901	1.862.281
Pommes et poires écrasées.	3.264.943	1.632.471
Plumes de parure	28.810	1.440.500
Homards, pois conservés ou préparés	1.012.630	1.417 683
Bois exotiques	4.565.064	1.401.232
Fanons de baleines bruts.	30.126	1.280.355
Poils de porcs et de sangl.	193.297	1.043.803
Peaux brutes	450.086	998.420
Outils et ouvrages en mét.	213.070	488.378
Eponges	29.823	477.168
Divers ouvrages en bois	1.105.814	454.724
Graines à ensemencer	360.090	432.108
Objets de collections, hors de commerce	»	362.270
Graisses de poissons	572.205	344.472
Tissus, passementerie et rubans de soie	4.673	288.761
Soie et bourre de soie	17.323	278.872
Caoutchouc et gutta-percha bruts	43.373	260.238
Cacao	167.868	140.378
Autres articles	»	3.050.444
Total de l'importation.		306.797.252

agricoles des Etats-Unis ; 20,000,000, soit 2,73 0/0, provenant des richesses minérales ; 27,000,000, soit 3,7 0/0, provenant des forêts ; et 7,000,000, soit 1 0/0, provenant des pêcheries.

On voit combien est grande la part du commerce de produits agricoles, dans le commerce total des Etats-Unis avec tous les autres pays.

XV. Examinons maintenant, d'après les documents publiés par les douanes françaises, quelle est la part de la France, dans le commerce des Etats-Unis (V. le tableau des importations des Etats-Unis en France à la fin de la page 784).

Exportations de la France aux Etats-Unis pendant l'année 1889

	Quantités	Valeurs
	kilogr.	francs
Tissus, passementerie et rubans de laine	1.231.822	60.274.194
Tissus, passementerie et rubans de laine	2.927.580	44.939.059
Ouvrag. en peau ou en cuir	227.330	25.235.807
Tabletteries, bimbelories, articles de Paris	1.268.226	11.691.876
	litres	
Vins	4.799.400	9.085.885
Tissus, passementerie, rubans de coton	kilogr. 612.718	7.764.296
Peaux préparées	545.428	5.663.001
Laines en masse	2.399.222	5.483.160
Peaux brutes	1.988.785	5.033.397
Poils de toute sorte	988.424	4.974.490
Confections et lingerie	84.212	4.870.171
Fleurs artificielles	475.106	4.610.135
Plumes de parure	177.165	4.400.435
Bijouterie en faux	21.179	4.235.800
	têtes	
Chevaux	1.504	3.422.300
	kilogr.	
Papiers, livres, gravures	840.480	3.284.606
Outils et ouvrages en mét.	480.767	3.108.245
Objets de collections hors de commerce	»	3.038.390
Soie et bourre de soie	119.605	2.621.593
Fruits de table	3.306.447	2.614.685
Poterie, verres, cristaux	»	2.410.654
Glycérine	1.945.245	2.334.294
Tartre brut	995.697	1.941.609
Poissons mar. ou à l'huile	1.057.086	1.804.738
Tissus et passem. de chanv.	1.551.121	1.715.441
Légumes salés ou confits	1.613.785	1.613.785
Meules à moudre	3.773	1.584.660
Machines et mécaniques	103.118	1.268 349
Huiles volatiles et essences	62.591	1.229.870
Eaux-de-vie, esprits, liq.	837.931	1.170.747
Parfumerie	»	1.008.761
Total de l'exportation.		273.483.462

Nous recevons principalement des Etats-Unis, des cotons, des céréales, des huiles de pétrole, des graisses, du tabac, du café, des bois et des viandes. Ce sont là des matières premières, que nous transformons, soit pour notre usage, soit en vue d'une réexportation. Nous envoyons aux Etats-Unis, surtout de la soie manufacturée, des tissus de laine, des ouvrages en peaux ou cuirs, des articles de Paris, des vins. Tels sont les principaux échanges entre les deux pays. Ce mouvement très actif jusqu'à la fin de 1890, est aujourd'hui interrompu, par suite des mesures protectionnistes prises par le Parlement des Etats-Unis contre l'introduction des produits européens, nous voulons parler du fameux bill Mac Kinley, auquel nous allons consacrer quelques mots.

XVI. *Le bill Mac Kinley.* Le bill Mac Kinley a été inspiré par la situation actuelle des finances américaines ; il y a pléthore d'argent dans les caisses publiques, et l'auteur du bill (M. Mac Kinley, membre de la Chambre des représentants), a résolu de diminuer à la fois les taxes de consommation intérieure du tabac, du sucre et de l'alcool, tout en réduisant le rendement des douanes en relevant les tarifs et multipliant les formalités déjà vexatoires de la douane et en protégeant quelques industries nationales. Le marché américain se trouve dès maintenant fermé à de nombreuses marchandises européennes, et surtout françaises, et le chiffre des transactions internationales a subitement baissé de moitié ; mais si nos marchandises se trouvent sans débouchés dans l'Amérique du Nord, elles pourront certainement être dirigées sur d'autres pays, tandis que bien des branches de l'activité industrielle et commerciale des Etats-Unis, se trouvent lésées, et les plaintes sont aussi fortes de l'autre côté de l'Atlantique, qu'en Europe ; les protectionnistes ne sauraient penser à tout.

XVII. *Transit.* Par sa situation, et en attendant que le canal de Panama soit percé, les Etats-Unis voient transiter une notable quantité de marchandises qui sont annuellement échangées principalement entre l'Asie, l'Océanie et l'Europe, à travers l'océan Atlantique et le Pacifique.

Voici quel a été le mouvement des marchandises qui ont été échangées de cette manière, et qui ont passé par les Etats-Unis, pendant les dernières années (valeurs en milliers de dollars) :

Années	Valeur des marchandises en transit	Années	Valeur des marchandises en transit	Années	Valeur des marchandises en transit
1878	27.337	1882	58.065	1886	37.038
1879	25.096	1883	58.878	1887	42.766
1880	33.858	1884	36.814	1888	33.343
1881	37.704	1885	34.436	1889	47.403

Le chiffre de la dernière année, 1889, se décompose de la manière suivante, par pays de provenance et de destination.

Marchandises ayant traversé, en 1889, les Etats-Unis, et venant (valeurs exprimées en milliers de dollars) :

Du Royaume-Uni	19.081
D'Allemagne	2.582
De France	1.339
Des autres pays d'Europe	792
Total de l'Europe	23.794
De la Nouvelle-Ecosse	2.596
De Québec, Ontario et du territoire N.-O.	8.355
De la Colombie-Britannique	295
De Terre-Neuve et du Labrador	90
Total de l'Amérique du Nord	11.336
Mexique	297
Amérique centrale	322
Cuba	9.055
Autres îles des Antilles	675
Amérique du Sud	482
Asie et Océanie	1.220
Afrique	220
Autres pays	2
Total du transit	47.403

Marchandises ayant traversé les Etats-Unis, en 1889, à destination de (valeurs en milliers de dollars) .

Royaume-Uni	9.234
Allemagne	4.581
France	635
Autres pays d'Europe	409
Total de l'Europe	14.859
Nouvelle-Ecosse, Nouv.-Brunswich	2.485
Québec, Ontario et territoire N.-O.	18.993
Colombie-Britannique	666
Terre-Neuve et Labrador	3
Total de l'Amérique du Nord	22.147
Mexique	4.782
Amérique centrale	313
Cuba	892
Autres îles des Antilles	2.429
Amérique du Sud	1.183
Asie et Océanie	789
Afrique	6
Autres pays divers	3
Total de transit	47.403

Ainsi il passe deux fois plus de marchandises (il ne s'agit, bien entendu, ici, que de la valeur) venant du Royaume-Uni et d'Allemagne, que de marchandises s'y rendant ; le mouvement inverse a lieu pour les Etats du Nord de l'Amérique (Canada, Dominion et Colombie britannique), ainsi que pour la France.

XVIII *Principaux ports d'importation et d'exportation* des Etats-Unis. Nous nous bornons au mouvement commercial constaté pendant la dernière année (1889) dans les principaux ports des Etats-Unis, nous voyons que les plus grands ports sont les suivants, à en juger par l'importance de leurs importations et de leurs exportations (valeur totale en milliers de dollars) :

	Importations	Exportations
New-York	472.153	310.928
Boston et Charlestown	66.731	68.868
Philadelphie	48.529	27.707
San-Francisco	48.426	37.043
Baltimore	15.224	50.603
Nouvelle Orléans	14.493	83.223
Portland et Falmouth	906	2.870
Galveston	722	15.525
Charleston	663	14.002
Savannah	374	17.864
Norfolk et Portsmouth	180	13.842
Autres ports de l'Union	76.730	85.806

Le mouvement de sortie des marchandises est donc beaucoup moins inégal que le mouvement des entrées ; New-York reçoit plus de la moitié des importations par eau, tandis que ce port n'exporte pas la moitié des marchandises qui sortent des Etats-Unis. Les ports du Portland, de Galveston, de Charleston, de Savannah et de Norfolk ont une importation presque nulle, et ont une très forte exportation.

XIX. *Navigation*. Comme toutes les autres industries

1° Entrées dans les ports (milliers de tonneaux).

Années	Navires à voiles			Navires à vapeur			Voiliers et vapeurs réunis		
	Américains	Autres pavillons	Ensemble	Américains	Autres pavillons	Ensemble	Américains	Autres pavillons	Ensemble
1878	1.871	4.348	6.220	1.138	4.172	5.311	3.009	8.521	11.530
1879	1.931	5.355	7.286	1.118	5.363	6.481	3.050	10.718	13.768
1880	1.944	5.720	7.664	1.196	6.391	7.587	3.140	12.112	15.251
1881	1.678	5.224	6.903	1.241	7.487	8.728	2.919	12.713	15.630
1882	1.611	4.525	6.136	1.357	7.163	8.520	2.968	11.688	14.656
1883	1.533	3.879	5.414	1.301	6.446	7.947	2.835	10.536	13.361
1884	1.513	3.596	5.110	1.308	5.668	6.975	2.821	9.264	12.085
1885	1.420	3.613	5.034	1.289	5.965	7.254	2.709	9.578	12.287
1886	1.446	3.586	5.032	1.316	8.882	7.198	2.762	9.468	12.230
1887	1.470	3.830	5.300	1.400	6.331	8.232	2.871	10.661	13.532
1888	1.734	5.426	7.160	1.633	6.600	8.233	3.367	12.626	15.393
1889	1.900	5.132	7.033	1.824	7.096	8.919	3.724	12.228	15.952

2° Sorties des ports (milliers de tonneaux).

Années	Navires à voiles			Navires à vapeur			Voiliers et vapeurs réunis		
	Américains	Autres pavillons	Ensemble	Américains	Autres pavillons	Ensemble	Américains	Autres pavillons	Ensemble
1878	2.045	4.484	6.529	1.151	4.163	5.314	3.196	8.647	11.844
1879	1.949	5.255	7.204	1.123	5.290	6.413	3.071	10.545	13.617
1880	1.919	5.813	7.732	1.159	6.405	7.563	3.078	12.218	15.296
1881	1.799	5.278	7.077	1.241	7.476	8.717	3.039	12.754	15.794
1882	1.576	4.622	6.198	1.359	7.289	8.648	2.935	11.911	14.846
1883	1.585	4.008	5.593	1.310	6.661	7.971	2.895	10.670	13.565
1884	1.581	3.607	5.188	1.264	5.753	7.017	2.845	9.361	12.206
1885	1.520	3.654	5.174	1.288	6.034	7.322	2.808	9.688	12.496
1886	1.450	3.646	5.097	1.356	5.960	7.316	2.806	9.607	12.413
1887	1.363	3.761	5.124	1.407	6.979	8.386	2.770	10.740	13.510
1888	1.776	5.587	7.363	1.639	6.667	8.306	3.415	12.254	15.669
1889	2.131	5.241	7.373	1.857	7.114	8.971	3.988	12.355	16.343

américaines, l'industrie de transports maritimes a fait aux Etats-Unis d'énormes progrès ; on peut s'en rendre compte par les statistiques de la navigation. Pendant que le tonnage de navires américains à voile, à l'entrée et à la sortie des ports de l'Union, restait à peu près le même et que le tonnage des navires à voile d'autre nationalité doublait, pendant les vingt-cinq dernières années, celui des navires à vapeur tant américains que d'autres nationalités centuplait, pendant le même laps de temps.

Voici quel a été le mouvement de la navigation totale, exprimée en milliers de tonnes, dans l'ensemble des ports de l'Union, pendant les douze années qni se sont écoulées depuis l'Exposition de 1878 (V. les tableaux du bas de la page 786).

D'après ces deux tableaux, l'on voit que la crise momentanée qui a sévi, de 1882 à 1887, a eu son contrecoup dans l'activité de la navigation, principalement parmi les navires à vapeur de nationalité étrangère.

En 1889, la proportion du tonnage des navires américains s'est trouvée de 24,4 0/0 du tonnage total, cette proportion a été de 29 0/0 du tonnage des navires à voiles et de 21 0/0 du tonnage des navires à vapeur.

Le tonnage des voiliers qui était de 73 0/0 du tonnage total en 1866, de 54 0/0 en 1878, n'est plus actuellement que de 44 0/0. On peut se rendre compte de cette façon des progrès de la navigation à vapeur, pendant les vingt-cinq dernières années.

La part des différents pavillons dans la navigation des Etats-Unis, est loin d'être la même, et elle varie d'une époque à l'autre.

Pour n'examiner ici que les résultats de la dernière année connue (1889), nous nous contenterons de donner la part de chaque nation européenne dans leur mouvement d'entrée dans les ports de l'Union, les mêmes proportions se retrouvent à la sortie.

Part de chaque pavillon dans le tonnage entré dans les ports de l'Union en 1889 :

Pavillons	Tonneaux	Pavillons	Tonneaux
Autrichien. . .	56.197	*Report*. . .	9.796.760
Belge	282.625	Portugais. . .	16.179
Anglais. . . .	6.819.472	Russe.	31.245
Danois.	54.880	Espagnol . . .	257.688
Hollandais. . .	166.626	Autres pavill..	90.944
Français. . . .	319.982	Total. . .	10.192.816
Allemand . . .	1.133.520	Américains . .	3.127.837
Italien.	291.501	Total général	
Norvég.,Suéd.	671.957	des entrées .	13.320.653
A reporter.	9.796.760		

Le pavillon anglais, qui absorbe plus du double du tonnage indiqué, dépasse encore la moitié du total général (51 0/0). Viennent ensuite le pavillon allemand qui entre pour 8,5 0/0 dans le total général ; le pavillon Norvégien et Suédois, qui y entre pour 5,1 0/0, et le pavillon français, qui tient le quatrième rang, avec 2,4 0/0 seulement.

Considérée d'après les ports d'entrée ou de sortie, le tonnage se répartit comme il suit (V. le tabl. ci-après).

Le port de New-York absorbe donc 37 0/0 du tonnage total, celui de Boston, près de 10 0/0 ; celui de San-Francisco, 8 0/0 et celui de Philadelphie, 7,4 0/0 ; la Nouvelle-Orléans ne vient qu'au quatrième rang pour le tonnage de son port.

Effectif actuel de la marine américaine (navires de commerce). L'effectif de la marine américaine, d'après le relevé qui vient d'en être fait en 1889, comporte :

17.699 voiliers jaugeant 2.541.924 ton.
et 5.924 vapeurs — 1.765.551
Soit ensemble 23.623 navires jaugeant 4.307.475 ton.

	Entrées	Sorties
	tonnes	tonnes
Portland	110.999	179.220
Boston.	1.399.384	1.224.445
New-York.	5.596.821	5.454.415
Philadelphie.	1.104.032	874.051
Baltimore	480.874	670.269
Charleston.	82.336	105.546
Savannah.	152.515	165.974
Mobile.	87.281	83.841
Nouvelle-Orléans. . .	770.047	766.204
Galveston	99.548	109.329
San-Francisco	1.048.703	1.064.738
Autres ports.	2.379.112	2.973.629
Totaux.	13.311.652	13.671.661

Dans la seule année 1889, il a été construit, aux Etats-Unis, 1,077 navires jaugeant ensemble 231,000 tonnes.

La France ne compte, dans sa marine de commerce, que 15,194 navires jaugeant 932,735 tonnes.

Navigation entre la France et les Etats-Unis en 1889.

		Nombre de navires	Tonnage	Equipages
Entrée en France.				
Navires français.		120	282.086	13.955
Navires étrangers	portant pavillon de l'Union. . .	31	43.559	656
	autres national.	451	561.567	12.248
	Total. . . .	482	605.126	12.904
Total des navires français et étrangers.		602	887.212	26.859
Dont à vapeur.		330	601.969	22.462
Sortie de France.				
Navires français.		99	270.060	13.301
Navires étrangers	portant pavillon de l'Union . .	21	31.271	424
	autres national.	133	231.744	7.699
	Total	154	263.015	8.123
Total des navires français et étrangers.		253	533.075	21.424
Dont à vapeur.		195	468.575	20.861

XX. Il convient de donner un aperçu rapide des relations maritimes entre les Etats-Unis et la France ; les renseignements qui suivent sont recueillis dans les tableaux publiés par l'administration des douanes et donnent une idée de l'activité de ces relations.

Les ports américains d'où provenaient ces navires étaient les suivants :

Ports	Nombre de navires	Tonnage	Equipages
Entrées.			
Baltimore.	43	58.589	1.043
Nouvelle-Orléans. .	113	172.615	3.123
New-York.	255	444.021	19.128
Pensacola.	33	23.331	459
Philadelphie.	68	74.436	1.272
San-Francisco. . . .	29	49.253	730
Autres ports.	61	64.967	1.104

Ports	Nombre de navires	Tonnage	Equipages
	Sorties.		
Baltimore.	4	7.665	138
New-York.	218	460.898	20.569
Nouvelle-Orléans. .	23	55.322	548
Philadelphie.	35	41.118	703
Autres ports.	28	18.345	373

C'est avec New-York, puis avec la Nouvelle-Orléans, que les ports français ont les relations les plus suivies. Voici comment la navigation venant des ports de l'Union, s'est répartie dans nos ports, pendant l'année 1889 :

Entrées.

Ports français	Nombre de navires	Tonnage	Equipages
Dunkerque	74	86.878	1.452
Calais.	3	2.364	49
Boulogne.	27	60.185	2.006
Dieppe.	11	9.759	173
Fécamp	6	5.918	100
Le Havre	209	397.364	15.666
Rouen.	72	85.233	1.502
Dieppedalle	1	1.140	20
Honfleur.	4	2.379	49
Caen.	1	434	10
Cherbourg.	19	35.419	1.973
Saint-Servan	2	922	24
Tréguier.	1	141	9
Brest.	1	518	12
Chantenay.	1	473	16
Saint-Nazaire	5	4.743	78
Les Sables-d'Olonne	9	4.041	94
La Rochelle.	1	568	12
Rochefort.	4	4.529	83
Bordeaux.	44	60.107	1.264
Blaye	9	10.941	165
Cavernes	11	12.010	178
Bayonne.	3	2.828	62
St-Louis-du-Rhône..	5	3.542	87
Cette.	21	15.466	277
Port-de-Bouc. . . .	4	3.792	61
Marseille.	51	64.504	1.421
Nice.	1	515	12

XXI. *Chemins de fer.* La première compagnie de chemins de fer aux Etats-Unis s'est formée à Baltimore, en 1827. Le tronçon initial s'étendait de Baltimore à l'Ohio, et jusqu'aux limites de l'Etat de Maryland. C'est sur le second railway construit aux Etats-Unis, celui de Moharoti à l'Hudson, dont la construction remonte à 1831, que parut dans ce pays, la première locomotive, de facture anglaise. Le mode primitif de traction avait été les chevaux et des machines fixes, d'un mécanisme approprié. La construction des voies ferrées marcha avec une rapidité telle, qu'en 1835, les Etats-Unis comptaient 1,098,000 de chemin de fer en pleine activité ; en 1848, ils en avaient 6,196, lorsque la découverte de l'or en Californie vint donner une impulsion nouvelle à la construction. Le pays tout entier devait ressentir les effets de ce grand événement ; la Californie, en lançant chaque année de 200 à 300,000,000 de numéraire dans la circulation changeait, en effet, le système économique, industriel et commercial de l'Union. C'est par milliers de kilomètres que les chemins de fer se construisent à partir de cette époque, et par centaines que les compagnies nouvelles s'organisent chaque année : en 1849 le réseau se trouve plus

que doublé ; en 1867, le nombre de milles exploités est de 39,254, partagé entre 559 compagnies différentes ; en 1875, la longueur du réseau est de 74,096 milles.

Voici quel a été, depuis 1875, l'accroissement des lignes de chemins de fer aux Etats-Unis, d'après les documents officiels (Poor's Railroad Manual) :

Années	Nombre de milles exploités	Accroissement chaq. année	Années	Nombre de milles exploités	Accroissement chaq. année
1875	74.096	1.711	1883	121.455	6.743
1876	76.808	2.712	1884	125.379	3.924
1877	79.088	2.280	1885	128.363	2.982
1878	81.767	2.679	1886	136.401	8.038
1879	86.584	4.817	1887	149.279	12.878
1880	93.296	6.712	1888	156.100	6.821
1881	103.143	9.847	1889	161.255	5.155
1882	114.712	11.569			

Si l'on partage les Etats en huit groupes, d'après leur situation géographique, voici comment se répartissent les 161,255 milles de chemins de fer en 1890 et actuellement, en exploitation aux Etats-Unis :

Régions	Longueurs en 1860	Longueurs En 1889
Nouvelle-Angleterre	3.660	6.733
Centre Atlantique.	6.353	19.739
Nord Central	9.583	35.985
Sud-Est (sud atlantique) . . .	5.463	16.024
Golfe et vallée du Mississipi.	3.727	12.644
Sud-Ouest.	1.162	32.018
Nord-Ouest	655	26.529
Pacifique.	23	11.583
Total	30.626	161.255

Le mouvement des voyageurs et des marchandises a été le suivant, pendant la période des sept dernières années :

Années	Poids des marchandises transportées	Nombre des voyageurs
	Tonnes.	
1882	289.030.783.	360.490.000
1883	312.686.641	400.453.000
1884	334.570.766	339.075.000
1885	351.427.688	437.040.000
1886	382.284.972	482.245.000
1887	428.225.513	552.075.000
1888	451.354.000	589.398.317

XXII. *Superficie et population.* Nous donnons ci-après la liste des Etats et territoires des Etats-Unis, avec la date de l'entrée dans l'Union (en milliers d'acres et d'habitants) :

	Superficie	Population
	mill. d'acres	mill. d'habit.
Etats primitifs		
New-Hampshire.	5.939	346
Massachussets.	4.992	1.783
Rhode-Island	836	277
Connecticut	3.040	623
New-York.	30.080	5.083

	Superficie	Population
	mill. d'acres	mill. d'habit.
New-Jersey	5.325	1.131
Pensylvanie	29.440	4.283
Delaware	1.357	147
Maryland	7.119	935
Virginie	24.543	1.513
Caroline du Nord	32.451	1.400
— du Sud	21.760	996
Georgie	37.120	1.542
Etats admis dans l'Union ultérieurement.		
Kentucky (1791)	24.115	1.649
Vermont (1791)	6.536	332
Tennessee (1796)	29.184	1.542
Maine (1820)	22.400	649
Texas (1845)	175.588	1.592
Virginie occidentale (1862)	14.720	618
Ohio (1802)	25.582	3.198
Louisiane (1812)	28.731	940
Indiana (1816)	21.638	1.978
Mississipi (1817)	30.180	1.132
Illinois (1818)	35.465	3.078
Alabama (1819)	32.462	1.262
Missouri (1821)	41.837	2.168
Arkansas (1836)	33.410	803
Michigan (1836)	36.129	1.637
Floride (1845)	37.932	219
Iowa (1845)	35.229	1.625
Wisconsin (1847)	34.511	1.315
Californie (1850)	100.993	865
Minnesota (1857)	53.460	781
Oregon (1859)	60.975	175
Kansas (1861)	51.770	996
Nevada (1864)	71.737	62
Nebraska (1867)	47.077	452
Colorado (1875)	66.880	194
Territoires.		
Wyoming (1868)	62.645	21
Nouveau-Mexique (1850)	77.569	119
Utah (1850)	54.065	144
Washington (1853)	44.796	75
Dakota (1861)	96.596	135
Arizona (1863)	72.906	40
Idaho (1863)	55.228	32
Montana (1864)	92.017	39
Alaska (1868)	369.530	?
Territoire indien (1854)	40.482	?
District de Colombie (1790)	38.4	177

La superficie totale des Etats et territoires est estimée à 2,292,087,000 acres, soit 14 ou 15 fois celle de la France.

La population des Etats-Unis, en 1890, s'élève à 64,500,000 habitants. Il y a un siècle, en 1790, elle n'était que de 4,000,000, exactement 3,929,214 habitants. Voici, d'après les recensements successifs, les diverses étapes parcourues par périodes décennales :

1790 . .	3.929.000 hab.	1850 . .	23.192.000 hab.
1800 . .	5.308.500	1860 . .	31.443.000
1810 . .	7.240.000	1870 . .	38.558.000
1820 . .	9.634.000	1880 . .	50.156.000
1830 . .	12.866.000	1890 . .	64.500.000
1840 . .	170069.000		

Nous avons traduit les chiffres qui précèdent, en un diagramme qui ne laisse pas que de présenter un réel intérêt. Nous avons compté les années à partir d'une origine, sur une ligne horizontale, et à chaque millième marquant un dénombrement; nous avons figuré l'effectif de la population des Etats-Unis, par une droite perpendiculaire, d'une longueur proportionnée à cette population. En joignant les extrémités de ces perpendiculaires, nous avons obtenu la *courbe* de la population américaine (fig. 503).

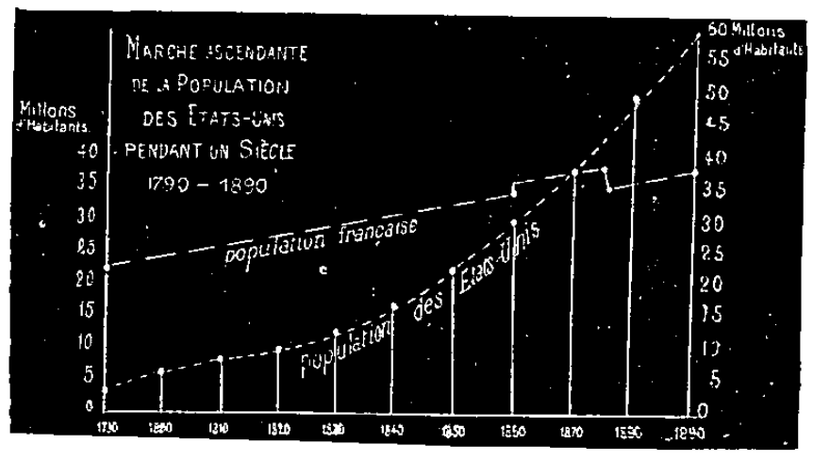


Fig. 503.

Pour établir une base de comparaison, nous avons construit de la même façon la *courbe* d'accroissement de la population française.

Il y a cent ans, la France comptait sept fois plus d'habitants que le territoire actuel des Etats-Unis. En 1840, deux fois plus seulement. En 1870, avant la guerre franco-allemande, il y avait égalité entre la population de la France et celle des Etats-Unis. Cette dernière, aujourd'hui compte moitié plus d'habitants que la France, et pourtant notre pays a vu sa population augmenter de 12,000,000 depuis un siècle.

Comme on vient de le voir le taux de l'accroissement de la population des Etats-Unis est extrêmement rapide puisqu'elle est seize fois plus forte actuellement qu'il y a cent ans, et qu'elle a doublé tous les vingt-cinq ans, alors que la population française semble avoir mis 200 ans à doubler. C'est donc avec une allure dix fois plus forte que la population française, que la population américaine paraîtrait progresser. Si l'on admettait la constance de cette allure, il n'existerait plus, dans cent années, que quatre puissances assez fortes pour absorber toutes les autres, et pour se partager le monde : l'Angleterre, la Russie, la Chine et les Etats-Unis. Mais ce serait sortir de notre sujet que de discuter scientifiquement ces accroissements, il nous suffira pour le moment de faire remarquer que si les Etats-Unis ont possédé jusqu'à ce jour un accroissement aussi élevé c'est qu'ils disposaient d'immenses territoires neufs, et qu'ils voyaient leur population augmenter presque autant par l'immigration, que par l'excédent des naissances sur les décès.

Or, tout fait présager que l'immigration aux Etats-Unis est appelée à diminuer, et même à disparaître, lorsque la densité de la population y aura atteint un degré suffisant, tout autant que par les lois et règlements restrictifs qui s'y multiplient, et par la disparition graduelle des avantages exceptionnels qui y étaient offerts aux émigrants.

Les grandes villes, aux Etats-Unis, comme sur le vieux continent, ne cessent de grandir. Des villes qui, en 1870, avaient moins de 20,000 habitants, comme Minneapolis, Kansascity, Omahacity, Indianapolis, Alleghany en ont respectivement aujourd'hui 180,000, 140,000, 135,000, 125,000, 100,000 ; Milwaukee, qui en comptait 71,000 en 1870, en a, en 1890, 235,000. Cleveland, qui avait 93,000 habitants en 1870, en compte 248,000 en 1890.

Les premières villes des Etats-Unis par la population, sont : New-York avec 1,627,000 habitants, contre 942,000 en 1870 ; et Chicago, qui prend en 1890 le second rang occupé jusqu'à ce jour par Philadelphie. Chicago, qui n'existait pas, pour ainsi dire il y a cinquante ans, comptait 299,000 habitants en 1870, 503,000 en 1880 et 1,086,000 en 1890. C'est peut-être le plus remarquable exemple de l'essor d'une grande ville ; sa situation excep-

tionnelle, sur le lac Michigan, la colonisation des grandes plaines de l'Ouest et le commerce des produits agricoles, froment, maïs, farine, porcs, qui en a été la conséquence, ont fait sa rapide fortune. Philadelphie, troisième ville de l'Union, a aujourd'hui 1,040,500 habitants, contre 847,000 en 1880, et 674,000 en 1870.

Puis viennent :

Brooklyn. . .	816.000 h.	Cincinnati . .	315.000 h.
Baltimore. . .	437.500	S.-Francisco.	300.000
Saint-Louis. .	435.000	Pittsbourg . .	250.000
Boston	418.000		

Il y a maintenant plus de vingt-cinq villes dont la population dépasse 100,000 habitants, et trois qui ont plus de 1,000,000 d'habitants.

Ce prodigieux accroissement des villes est principalement dû à l'immigration, attirée par les industries naissantes et prospères. C'est cette immigration, source constante de production et de commerce, que nous allons étudier rapidement.

XXIII. Immigration. Il est impossible de méconnaître l'influence prépondérante que l'immigration a eue sur le développement économique si rapide des Etats-Unis. Il suffira, pour s'en faire une idée, de citer quelques chiffres.

Nous pouvons fixer à 16,000,000 le nombre total des étrangers qui ont quitté l'Europe à la seule destination des Etats-Unis, depuis la création de l'Union jusqu'à 1890. En effet, en évaluant à 250,000, d'après les savants les plus autorisés, le nombre des immigrants arrivés antérieurement à 1820, date de la première statistique officielle, nous obtenons le tableau ci-après :

Périodes	Nombre total des immigrants	Moyenne par an
Avant 1820	250.000	»
1820-1830	152.000	15.000
1831-1840	600.000	60.000
1841-1850	1.713.000	171.000
1851-1860	2.598.000	260.000
1861-1870	2.491.000	249 000
1871-1880	2.945.000	294.000
1881-1890	5.242.000	524.000
	15.991.000	

Comme on le voit, le courant qui a amené sur la partie du nouveau monde dont nous nous occupons, un contingent aussi considérable d'immigrants, qui à eux seuls représentent l'effectif d'une nation, semble avoir augmenté d'une façon continue, surtout pendant la dernière période décennale ; si nous examinons de plus près les chiffres relatifs à cette période, en les détaillant par année nous verrons au contraire que le maximum d'intensité de ce courant s'est produit en 1882, et que l'immigration a diminué ensuite jusqu'en 1886. Depuis cette dernière année, le nombre annuel des arrivants oscille entre 400 et 500,000.

Années	Nombre d'immigrants de toutes nationalités	Années	Nombre d'immigrants de toutes nationalités
1878	138.469	1885	395.346
1879	177.826	1886	334.203
1880	457.257	1887	490.109
1881	669.431	1888	546.889
1882	788.992	1889	444.427
1883	603.322	1890	451.219
1884	518.592		

La plus grande partie de ces immigrants appartiennent aux nationalités anglaise, allemande, italienne et suédoise. Voici d'ailleurs quelle a été la part de chaque nation européenne dans l'immigration de l'année 1885 d'après le *Statistical Abstract* des Etats-Unis.

Anglais	68.515	Grecs.	158
Irlandais.	65.557	Italiens.	25.307
Ecossais.	18.296	Hollandais. . . .	4.460
Gallois.	1.181	Norvégiens . . .	13.390
Ensemble . . sujets anglais.	153.549	Polonais.	4.922
Bohémiens. . . .	3.085	Finlandais. . . .	2.027
Hongrois.	10.967	Russes.	31.889
Autrichiens . . .	20.122	Ensemble . . sujets russes.	38.838
Ensemble . . sujets austro-hongrois.	34.174	Portugais	57
Belges.	2.562	Roumains. . . .	893
Danois.	8.699	Espagnols. . . .	526
Français.	5.918	Suédois..	35.415
Allemands. . . .	99.538	Suisses.	7.070
		Turcs	252

Des nombres analogues venant s'accumuler chaque année, on peut s'imaginer combien l'élément européen est considérable aux Etats-Unis, on compte en moyenne 1 étranger sur 7 habitants.

D'après le dernier census, la population d'origine étrangère résidant aux Etats-Unis est la suivante, distinguée d'après les nationalités les plus importantes :

Principaux pays de provenance			Population d'origine étrangère résidant aux Etats-Unis
Royaume-Uni	Angleterre . . .	663.000	2.770.000
	Irlande	1.855.000	
	Ecosse.	170.000	
	Pays de Galles.	82.000	
Empire d'Allemagne.			1.967.000
Suède.			195.000
Autriche-Hongrie	Bohême.	85.400	135.600
	Autriche	38.700	
	Hongrie.	11.500	
Norvège			182.000
France.			107.000
Suisse			89.000
Russie.			84.300
Pologne..			
Danemark.			64.000
Pays-Bas.			57.000
Italie.			44.000

Ce sont donc les immigrants d'origine anglaise et parmi eux les Irlandais qui sont les plus nombreux, puis viennent les Allemands et les Scandinaves.

Quant à l'immigration provenant de pays situés hors d'Europe, elle est beaucoup moins considérable :

En 1889, il est arrivé aux Etats-Unis, 118 chinois, 1,607 autres asiatiques, 81 africains, 5,438 américains (surtout mexicains, colombiens et canadiens) et 2,196 océaniens.

La Chine, qui envoyait de 10 à 20,000 immigrants chaque année, et qui en 1882 avait envoyé 40,000 de ses nationaux à San-Francisco, s'est vu brusquement fermer l'entrée des Etats-Unis. Leur immigration, comme on le sait, est pour ainsi dire nulle aujourd'hui. Le dernier census en a compté néanmoins 100,000 résidant dans les Etats de l'Ouest.

Les Etats-Unis ont à plusieurs reprises pris des mesures législatives pour restreindre l'immigration. Ils

avaient surtout en vue la répression de l'immigration chinoise, contre laquelle se sont soulevées souvent les populations ouvrières de l'ouest, principalement à San-Francisco. La dernière loi sur la matière est celle du 26 juin 1885, qui déclare illégal et punit le fait de préparer et d'encourager l'importation aux Etats-Unis des étrangers engagés par contrats antérieurs à l'entrée de ces étrangers sur le territoire de l'Union.

Cette loi peu libérale conçue au profit des travailleurs manuels et au détriment des patrons, souleva dès sa mise en vigueur des réclamations telles que l'administration dut en corriger les effets par des réglementations plus en harmonie avec le besoin de l'industrie, mais ces dispositions dénotent toujours l'esprit de protectionnisme qui caractérise les lois américaines.

C'est dans cet esprit qu'a été conçu et adopté le bill Mac Kinley, dont on a tant parlé en Europe dans ces derniers temps (1890) et dont nous avons dit quelques mots plus haut.

Pour finir nous croyons devoir consacrer quelques mots à la statistique des Français dans ce pays,

XXIV. Français aux Etats-Unis. Un dénombrement spécial de français a été effectué par les soins de nos agents diplomatiques et consulaires il y a quelques années; voici quels sont les résultats de ce dénombrement pour ce qui concerne nos nationaux résidant aux Etats-Unis. Faisons toutefois observer que cette opération n'a pas fourni le chiffre réel de la population française aux Etats-Unis : elle n'a relevé, le plus souvent, d'après les états du *census* que le nombre des personnes nées en France, les chiffres qui suivent ne comprennent ni les femmes nées en Amérique et mariées à des français et par suite devenues françaises, ni les enfants nés aux Etats-Unis de français.

Néanmoins, nous donnons, à titre de document, le nombre des français résidant dans les différents Etats de l'Union. Le tableau qui suit donnera, nous l'espérons, une idée suffisante de la façon dont se répartit l'activité économique des Français dans ces régions.

Dist. de Colombie	293
Consulat général de France à New-York.	
Connecticut. . . .	1.079
Delaware.	138
Maryland.	620
Massachussets.. .	2.212
Maine.	128
New-York	20.321
New-Jersey. . . .	3.739
New-Hampshire..	98
Ohio	10.136
Pensylvanie.. . .	7.949
Rhode-Island. . .	312
Vermont	138
Total.	46.870
Consulat de San-Francisco.	
Arizona.	276
Californie.	9.550
Idaho	142
Nevada.	393
Nouv.-Mexique. .	167
Oregon	514
Utah.	129
Ter. de Washington	245
Total.	11.416
Consulat de la Nouvelle-Orléans.	
Alabama	442
A reporter. .	442

Report.	442
Arkansas.	369
Floride.	221
Louisiane	9.992
Mississipi.	507
Texas.	2.653
Total.	14.184
Consulat de Chicago.	
Colorado	825
Dakota	272
Illinois..	8.524
Iowa..	2.675
Indiana.	4.473
Kansas	1.821
Michigan.	3.203
Minnesota.	1.351
Missouri..	4.612
Montana..	161
Nebraska.	749
Wisconsin	2.442
Wyoming.	61
Total.	31.169
Consulat de Charleston.	
Georgie	295
Kentucky.	1.512
Carolin. du Nord	59
— du Sud .	131
Tennessee.	523
Virginie.	519
Total.	3.039

Le total général de ce nombre n'accuse que 106,911 français ; il est certain que le nombre de nos nationaux qui habitent les Etats-Unis est notablement supérieur. — V. T.

États-Unis de l'Amérique du Nord à l'Exposition de 1889. Les États-Unis ne pouvaient se dispenser de prendre part à la fête commémorative d'un anniversaire qui a eu toutes leurs sympathies, auquel ils ont pris pour ainsi dire la première part, et d'où est sorti en partie leur merveilleux développement. La Révolution de 1789 est le point de départ d'une ère nouvelle qu'ils personnifient, par leurs initiatives hardies, leurs richesses inépuisables, agricoles et minières, leurs progrès sans transitions, les fortunes qui ont changé l'état social du monde, l'or de la Californie, les blés de leurs terres neuves, les cotons et les tabacs du sud, les inventions de leurs savants. Tout cela c'est à l'appui de la France qu'ils le doivent, et ils n'ont pas toujours occasion de s'en souvenir.

Donc le gouvernement des Etats-Unis a été un des premiers à adhérer à notre projet d'Exposition. Le Congrès vota une subvention de 1,250,000 francs, le général Franklin fut nommé commissaire général, il eut pour l'aider dans sa tâche trente-huit commissaires nommés par chacun des états, et quinze cents exposants environ obtinrent au Champ-de-Mars, en divers emplacements, une superficie de 3,000 mètres pour y installer leurs produits. La section, comme il convient à un pays neuf et sans histoire, était sobrement décorée; les drapeaux des divers Etats en ont été le principal ornement.

On peut dire néanmoins que l'exposition des Etats-Unis était un peu mince, eu égard à l'importance de ce pays. Mais les industriels américains sont plus disposés à visiter nos expositions qu'à y envoyer leurs produits ; s'ils ont quelque chose de bon, ils le gardent et ils viennent chercher chez nous les perfectionnements. C'est le système dont ils poursuivent la réalisation, aussi bien en Amérique même qu'en Europe, qui consiste à s'affranchir de toute sujétion vis-à-vis des étrangers. Vis-à-vis des autres Etats américains, qui ne sont que producteurs de matières premières, ils tendent à la franchise des droits, afin de les inonder de leurs produits manufacturés et d'empêcher toute tentative chez eux d'organisation industrielle, mais cette prétention, affirmée encore dernièrement dans un Congrès des trois Amériques, ne semble pas devoir être acceptée par les républiques du Sud. Vis-à-vis de l'Europe, ils ne songent qu'à entraver son importation, qui, grâce au développement des besoins dans le Nouveau-Monde, atteint encore des chiffres relevés plus haut. A mesure que les Américains s'enrichiront, ils auront besoin d'objets de luxe et d'objets d'art, et ce que nous avons vu à l'Exposition nous montre bien qu'ils ne sont pas prêts encore à nous en retirer le monopole.

L'or et l'argent, l'argent surtout, ne manquent pas aux applications d'art décoratif, mais l'orfèvrerie américaine est plus riche qu'élégante. La maison Gorham et Cie, de New-York, avait envoyé entre autres le grand vase en argent massif, dit *vase du Centenaire*, pesant 60 kilogrammes et valant 125,000 francs. Le travail de cette belle pièce est intéressant mais manque de délicatesse; Meriden exposait des articles en argent plaqué ; Tiffany des diamants de toute beauté, notamment un collier de brillants choisis, d'une valeur de 2,000,000 de francs; enfin Collamore complétait l'envoi des articles industriels par ses remarquables cristaux et porcelaines : un pavillon central contenait les richesses minières, en or, argent et diamants de la région, et a été très visité.

Une des curiosités de la section était les bois pétrifiés de l'Arizona et du Minnesota, qu'on voyait pour la première fois en Europe ; cette très curieuse transformation de toute une forêt en blocs de jade irrisés aux mille cou-

leurs, prête à des utilisations merveilleuses par la variété et l'intensité des tons.

Quant au travail du bois lui-même, il est poussé très loin. L'ébénisterie, plus ingénieuse qu'élégante, et la carrosserie, très légère, sont en mesure de lutter avec la fabrication européenne, sauf toujours, en ce qui concerne les formes de luxe.

Mais où les Etats-Unis apparaissaient dans toute leur splendeur, c'est à la galerie des machines et à la galerie des industries diverses. Lorsqu'il s'agit d'armes, de chemins de fer, de bateaux à vapeur, de toutes les inventions où la machine intervient, lorsqu'il s'agit surtout d'applications de l'électricité, les Américains sont des maîtres. Dans leurs machines ils ne recherchent pas la beauté des lignes, le poli du métal, la finesse des pièces, il leur faut surtout des machines de travail, simples et solides. Telles les machines-outils de Sellers à Philadelphie, et de Screw American et C°, Edison avait au Champ-de-Mars, dans la galerie des machines, un compartiment exceptionnel de 675 mètres carrés; il y avait exposé ses étonnantes inventions, les plus importantes, pour leurs résultats, qui aient été réalisées depuis notre dernière exposition; les téléphones, déjà anciens, et les phonographes perfectionnés tout récemment, le microphone, le photophone, etc., un séparateur magnétique de minerais, le plan complet du réseau électrique en souterrain pour une ville importante, et tous les renseignements concernant la fabrication des célèbres lampes à incandescence. Cette installation avait coûté 400,000 francs.

Edison n'est pas le seul grand électricien des Etats-Unis, du moins pour la fabrication. La Compagnie des téléphones Graham-Bell, qui avait un poteau de téléphone pourvu de quatre-vingts fils; la Compagnie Thomson Welding, dans sa spécialité de soudures électriques, nous ont montré des applications très intéressantes, dans le détail desquelles nous regrettons de ne pouvoir entrer ici. Dans la section de télégraphie il convient de citer le *téléautographe* de Gray, avec lequel on peut écrire à distance; le câble commercial de Mackay et Bennett; les appareils de télégraphie multiple et autographique du lieutenant Patten, de Rogers et de la Writing machine C°. M. Abdank avait réuni tout ce qui a été écrit sur l'électricité, une bibliothèque importante! enfin, comme curiosité, le professeur Elie Thomson avait suspendu en l'air un anneau de cuivre massif de 15 centimètres de diamètre, sans soutiens, et uniquement par la répulsion d'aimants invisibles.

Dans la galerie des industries diverses, on a beaucoup remarqué le graphophone, une fort jolie et fort rapide machine à écrire; dans un autre coin on voyait un appareil pour raccommoder les arbres de couche des bateaux à vapeur, des membres artificiels ingénieux, une machine à balayer les tapis en évitant la poussière, des machines à fabriquer les tire-bouchons, etc.

Le gouvernement avait exposé un modèle de bureau de poste où étaient réunis tous les progrès les plus récents et les plus pratiques; il y avait là une utile leçon pour notre administration; de même pour les installations astronomiques, en ce qui concerne la prévision du temps; il faut dire que nous avons réalisé nous-même des améliorations importantes dans ces services. Enfin les photographies que nous avons pu voir des écoles et des universités américaines, témoignent, en l'absence de renseignements très exacts sur le niveau de l'instruction, des dépenses faites pour former des hommes intelligents et aptes à toutes les carrières.

L'agriculture étant la richesse du pays, on pouvait s'attendre à trouver dans cette section de beaux spécimens et d'intéressantes machines. Les statistiques montrent que ce bienheureux pays a tout pour lui : les mines, qui attirent les émigrants et qui donnent l'impulsion, la terre féconde qui produit, l'intelligence qui met en œuvre les capitaux et les matières premières. Il ruinera l'Europe; c'est une question de temps!

Nous terminerons par une courte revue des Beaux-Arts, qui, à dire vrai, n'offraient qu'un intérêt médiocre. Non pas que les peintres et sculpteurs américains manquent de valeur, mais ils sont parisiens pour la plupart, et ont perdu, si même ils en ont eu jamais, toute note originale et nationale. MM. Sargent, Harrison, Dannat, Bridgmann, Walter Gay, Melchers, Mac Ewen, Hitchcock, Allen, ne peignent pas autre chose que ce que nous voyons constamment sous nos yeux, à Paris; et lorsque par hasard ils se souviennent d'une scène ou d'un paysage de leur pays, leur œuvre paraît manquer de sincérité et n'existe que par convention. Citons seulement les délicieux portraits de femmes de M. Sargent, *Une épave* de M. Reinhart, *Un quatuor* de chanteurs espagnols par M. W. Dannat, l'un des meilleurs parmi ces peintres américains, le *Prêche en Hollande*, et les *Pilotes* par M. Melchers, la *Bergère picarde* de M. Pearce, plusieurs bonnes toiles bretonnes de M. Mosler, dont le musée du Luxembourg possède une des œuvres les plus remarquables: le *Retour*. En sculpture, un seul morceau bien intéressant : les *Montreurs d'ours*, de M. William Bartlett. Au total 200 artistes environ, 336 tableaux, 117 aquarelles, dessins ou pastels, voilà le bilan de cette exposition artistique des Etats-Unis, dont nous pouvons nous montrer fier, car elle est notre œuvre, et tous ces peintres ou sculpteurs sont élèves de nos maîtres français; leur école est une branche de la nôtre : on n'a qu'à regarder leurs œuvres pour s'en convaincre. — C. DE M.

•***ETEX** (ANTOINE), sculpteur, né à Paris en 1806, mort en 1888, appartenait à une famille d'artistes et descendait de Coustou. Il fut élève de Dupaty et de Pradier, pour la sculpture, et en même temps, comme les artistes du moyen âge, il apprenait la peinture avec Ingres, et l'architecture avec Duban. Malgré ses aptitudes évidentes, et un travail sérieux, il ne put obtenir que le second prix de Rome, en 1828, avec *Hyacinthe tué par Apollon*, qu'on revit plus tard en marbre. Il alla néanmoins en Italie avec une pension d'encouragement de 1,500 francs, et voyagea pendant plusieurs années. A son retour, il exposa au Salon de 1833 un portrait médaillon d'*Albert Lenoir* et un groupe colossal, *Caïn et sa race maudits de Dieu*, qui est resté son chef-d'œuvre; le bruit fait autour de ce morceau très remarquable, à cette époque, pour sa hardiesse et sa facture, mit le jeune artiste au premier rang des statuaires qui alors cherchaient à rompre avec la raideur académique. On lui décerna d'enthousiasme une médaille de 1re classe et *Caïn*, reproduit en marbre, fut donné au musée de Lyon. M. Thiers, alors ministre des travaux publics, et qui se connaissait en artistes, fut frappé de ce début rempli de promesses, et il n'hésita pas à confier à Etex deux des groupes destinés à décorer l'arc de triomphe de l'Etoile. Etex a traité la *Résistance à l'invasion* (1814) et la *Paix* (1815), deux ensembles de valeur, mais quelque peu timides, surtout dans le voisinage du *Départ des volontaires* de Rude; l'artiste n'y a pas mis ce mouvement qui paraissait être le caractère propre de son talent. Cette timidité, après le coup d'éclat qui avait inauguré sa carrière, était due à la violence de certaines critiques dont Etex s'était beaucoup trop ému, et qui influèrent sur toutes ses œuvres postérieures, au point, qu'après être renié par les

académiques, il fut abandonné par ceux à qui il avait fait concevoir tout d'abord un espoir d'indépendance plus tard déçu. *Léda*, l'*Education des Médicis*, *Françoise de Rimini*, surtout *Sainte Geneviève*, conceptions indécises, furent au-dessous de sa réputation, et en même temps, par jalousie et par souvenir de ce qu'il avait été précédemment, ceux dont il cherchait à se rapprocher l'exclurent du Salon ; il n'y fut admis, après d'ailleurs une abstension volontaire, qu'en 1841, avec le tombeau de Géricault, pour le musée de Rouen, une de ses œuvres les plus connues, qui porte la statue demi-couchée du peintre, un bas-relief du *Radeau de la Méduse* et deux gravures sur pierre représentant le *Chasseur* et le *Cuirassier*. Etex aimait qeaucoup la sculpture funéraire, et il pensait fort justement que le projet d'un tombeau ne doit pas être laissé à de prosaïques entrepreneurs. Il a été lui-même l'architecte de la plupart des mausolées qu'il a décorés de sculptures, notamment du tombeau de *Napoléon*, du monument de *Brizeux*, à Lorient, de ceux de l'avocat *Liouville*, au Père-Lachaise, de *T. Aligny* et *Fr. Haret* à Montparnasse. Une de ses œuvres très importantes, dans ce même ordre d'idées, est le monument élevé en 1868 à la mémoire d'Ingres, par la ville de Montauban ; le modèle en a été exposé au Salon de 1869 et à l'Exposition universelle de 1878 ; il se compose d'un hémicycle sur lequel est retracé l'*Apothéose d'Homère* et qui entoure la statue de l'artiste.

Sculpteur officiel, Etex a beaucoup travaillé pour la décoration de nos monuments. Son *Rossini* est à l'Opéra, *Blanche de Castille* à Versailles, *Charlemagne* au Luxembourg, *Saint-Augustin* à la Madeleine, le *Général Lecourbe* à Lons-le-Saulnier, la *Ville de Paris implorant Dieu pour les victimes du choléra*, à l'hôpital Lariboisière, *Augustin Thierry*, buste, à l'Institut, *Paris* et *Hélène* dans la cour du Louvre, *Michel Adanson* au Muséum d'histoire naturelle, le monument de *Vauban* aux Invalides, la statue équestre de *François Ier* à Cognac, *Saint Louis* à la barrière du Trône, à Paris, *Fabert* à Metz, etc.

Citons encore, çà et là, dans son œuvre si considérable, le *Génie du XIXe siècle*, l'*Amour piqué par une abeille*, les *Naufragés*, groupe en marbre à l'Exposition universelle de 1867 ; *Danaé*, bas-relief ; *Enfant endormi*, *Joseph expliquant les songes*, bas-relief ; *Suzanne surprise au bain*, ouvrages très diversement traités et très diversement appréciés, et près de cent-cinquante bustes ou médaillons dont nous renonçons à citer les plus connus. Etex a été, sans contredit, le sculpteur le plus fécond de notre siècle.

Comme peintre on lui doit des toiles de réelle valeur : *Les Médicis*, *Joseph expliquant les songes*, *Eurydice*, *Sapho*, *le Christ prêchant*, *Roméo et Juliette*, *Faust et Marguerite* ; une grande allégorie : *Les grands hommes des Etats-Unis*, placée dans City-Hall, aux Etats-Unis ; toute une suite sur l'histoire de Jacob, l'*Esclave antique*, l'*Esclave moderne*, etc., et un grand nombre de portraits.

Etex, architecte, n'a guère exécuté que des tombeaux, mais il a exposé plusieurs projets très remarqués pour des églises, des monuments commémoratifs, un Opéra, une fontaine monumentale. Nul doute qu'il eût réussi dans cette carrière, s'il l'eût adoptée.

Dans les lettres même il s'est fait un nom avec diverses études d'art, notices et cours écrits, très appréciés. Son livre le plus connu est son *Essa sur le beau* (1851), et le plus utile a été son *Cours élémentaire de dessin*, plusieurs fois réimprimé.

Son activité était telle qu'il trouvait encore le temps de faire de la politique ! Toutes les révolutions ont trouvé Etex dans la rue, mais il n'a jamais réussi à la députation, ni en 1848, ni en 1871.

EXPLOITATION DES MINES. Nous avons à compléter ici nos articles du *Dictionnaire*, par des renseignements nouveaux sur divers appareils qui offrent un intérêt particulier.

Lavoir à charbon dit **Lavoir à palettes.** Les perfectionnements de ce lavoir consistent principalement : 1° dans l'entraînement mécanique, sur toute la longueur de la table de lavage, de la couche superficielle de la matière traitée ; 2° dans la division de la table de lavage en autant de compartiments que l'on veut obtenir de qualités différentes ; 3° dans une action graduée du pistonnage, différente pour chacun des compartiments, en l'appropriant à la densité des grains qu'ils contiennent (fig. 504).

Description du mécanisme. Ce lavoir à palettes se compose essentiellement d'une trémie A, à tiroir B, qui sert de distributeur ; un châssis C recouvert de tôles perforées ou de toiles métalliques, sur lequel les sections de passage de l'eau sont progressivement décroissantes, depuis le commencement jusqu'à la fin de l'avancement de la charge, constitue la table de lavage. Un cadre garni de palettes D pour produire l'entraînement de la matière soumise au lavage et chasse, à chacune de ses courses, les charbons les plus purs au dehors du lavoir. Des vannes E et contre-vannes F pour le départ continu des charbons les plus denses, ainsi que des pierres sont enlevées par deux norias V V'. Un piston G, agissant sur toute la surface de l'eau du compartiment H par la compression de l'air qui s'y trouve enfermé. Une came I actionnant un levier coudé J qui entraîne lentement le tiroir distributeur B et le cadre à palettes. Une manivelle à coulisse K, actionnant un levier coudé L qui fait relever plus ou moins haut, à volonté, au-dessus de la charge, par l'intermédiaire des bielles L' et des équerres M, le cadre à palettes aussitôt qu'il est arrivé à la fin de sa course. Un contrepoids N pour ramener promptement en arrière le cadre à palettes, en le faisant glisser dans la rainure O, sur les tourillons S des équerres M.

Comme il suffit ordinairement d'opérer la séparation du charbon pur, des charbons barrés et des pierres, la table de lavage n'est divisée qu'en deux compartiments par une cloison U.

Les charbons purs sont refoulés par les dernières palettes qui sont plus élevées, sur un plan incliné d'abord où ils s'égouttent, puis au dehors du lavoir.

Le bac se compose d'une trémie dont les eaux boueuses s'écoulent par un robinet *x* dans un labyrinthe d'où elles reviennent clarifiées à la pompe d'alimentation du lavoir ; on le divise en deux parties, en prolongeant jusqu'en bas la cloison U, si l'on veut recueillir séparément les boues de chacun des compartiments du châssis ; celles du second compartiment provenant des charbons barrés, sont généralement assez propres pour être utilisées au chauffage des machines.

La production d'un lavoir est de six à neuf tonnes par heure, suivant que les criblés sont plus ou moins poussiéreux.

La table de lavage a trois mètres de longueur et un mètre de largeur. La course du cadre à palettes est de 0m,50 ; le charbon est donc repris six fois depuis son entrée sur le châssis jusqu'à sa sortie, pendant ce parcours de trois mètres, le piston donne de 45 à 55 coups par minute, suivant la nature des charbons. Une force de quatre chevaux suffit généralement pour traiter dans deux lavoirs accouplés, 16 à 18 tonnes par heure.

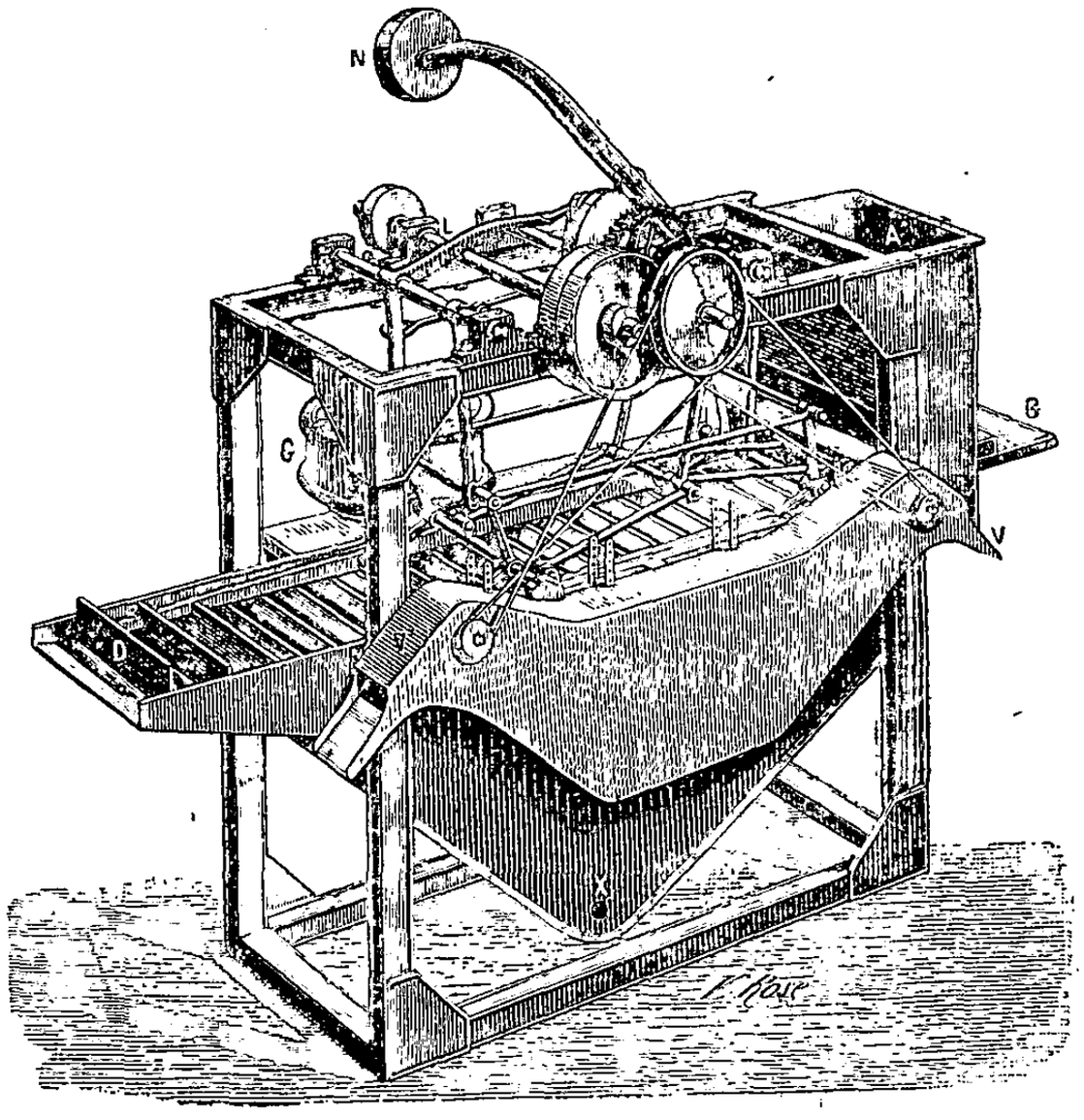


Fig. 504. — *Lavoir à palettes.*

Evite-molettes. Appareil mécanique automatique servant à prévenir les accidents et dégâts matériels, causés par la mise aux poulies des cages ou bennes d'exploitation d'une mine, par suite d'une trop grande vitesse de la machine à l'arrivée de la recette du jour, par distraction ou toutes autres causes fortuites indépendantes du machiniste. Il existe plusieurs genres d'évite-molettes plus ou moins compliqués : les évite-molettes Clair frères ; de Villiers, appliqué aux puits Jabin et Verpilleux des houillères de Saint-Etienne ; de Bonnote, appliqué au puits Saint-Léger ; de Wéry, appliqué aux puits Pétin et Voron des houillères de la Chazotte, Compagnie P.-L.-M.

On connaît encore quelques dispositifs étudiés en vue d'améliorer la sécurité de la circulation des ouvriers dans les puits de mine, application faite par M. E. Reumaux aux mines de Lens, et aux principaux puits d'extraction de quelques Compagnies de mines ; malheureusement l'adoption de ces genres d'appareils de sûreté, n'est pas encore faite par chacun des exploitants ; c'est pour cette raison qu'un arrêté préfectoral, en date du 23 juin 1886, oblige tout exploitant d'assurer la circulation des puits par le câble pendant la descente ou la remontée des ouvriers, par la présence à la machine d'un aide machiniste capable de prendre en main la direction de la machine d'extraction en cas d'erreur, de distraction, ou d'empêchement du mécanicien.

Le but de l'évite-molettes étant de prévenir automatiquement la mise aux poulies ou la descente au puisard, dans le cas où on aurait négligé de mettre les verrous de l'appareil à taquets du fond sur lesquels repose la cage, pour des causes stipulées dans l'arrêté préfectoral, son principe est tout indiqué ; c'est-à-dire que l'évite-molettes doit tenir lieu de mécanicien au cas où celui-ci serait empêché au moment même du ralentissement de la marche pour arrêter la machine au point voulu.

Pour cela faire, le mécanicien doit commencer par modérer la vitesse de la machine avant d'atteindre le point d'arrêt, afin de ne pas agir brusquement sur le levier de frein ou de changement de marche en pleine vitesse de la machine, ce qui causerait un choc violent capable de rompre les organes de l'appareil ; l'évite-molettes doit donc fonctionner et agir progressivement sur le levier d'admission de vapeur, sur le levier de frein, enfin sur le levier de changement de marche, au cas extrême, à partir d'une distance du point d'arrivée déterminée et réglée suivant la circonstance, disposition des recettes et la force de la machine.

Une autre disposition, communiquant aussi le mouvement à l'appareil, se trouve installée au-dessus des recettes du jour et du fond à une certaine distance des recettes ; on a placé un levier, dit *virgule*, que la cage vient actionner en le touchant sur un des points dans le cas où, pour une cause imprévue, la cage viendrait au départ à prendre un mouvement ascendant au lieu de descendre, par ce fait la cage atteindrait bien vite les poulies, nonobstant que la machine ne serait pas

encore lancée à sa vitesse normale, vu la faible distance qu'il y a entre la recette et les poulies, s'il n'existait pas de communication, par le levier dit *virgule*, avec l'appareil installé au-dessus de la vis de sonnerie de la machine d'extraction.

Parachute de puits d'extraction. Cet appareil de sûreté contre la rupture du câble auquel est suspendue la cage d'extraction et des hommes circulant dans le puits, est très peu appliqué parce que l'on a reconnu en maintes circonstances que le remède était plus mauvais que le mal, soit par manque de surveillance de l'état du câble en se confiant trop au parachute, soit parce que ses organes s'oxydent dans leur axe d'articulation par suite du rare fonctionnement, ce qui enlève toute sensibilité à l'appareil au moment où il devra fonctionner; enfin, parce qu'il détériore et brise tout le guidage avant d'arrêter la cage, ce qui rend son efficacité à peu près nulle en produisant souvent des dégâts matériels plus considérables que s'il n'existait pas de parachute.

C'est pour cette raison même que l'on n'applique pas les parachutes existants qui laissent tous à désirer sous le rapport de leur fonctionnement, quels que soient leurs principes et dispositions.

Cependant nous devons signaler un de ces appareils tout récemment créé, et dont l'expérience a été souvent faite en présence d'ingénieurs des mines qui lui ont reconnu des avantages appréciables sur ses précédents.

Ce nouveau parachute se compose essentiellement de deux flasques jumelles en fer A A entre lesquelles sont fixés les points d'attache B B', pour les chaînes terminant le câble d'extraction, et en dessous deux autres points C C, auxquels on suspend la traverse supérieure T, de la cage d'extraction. Les câbles-guides X X', passent entre les extrémités des pièces A reliées en ces points par un fort collier en fer H. C'est contre ces colliers que les câbles-guides sont serrés par les cames E E', mises en mouvement par le dispositif suivant:

Ces cames excentriques tendent à tourner autour des axes D D', sous l'action de ressorts en spirales R R', logés dans de petites boîtes fixées latéralement à l'une des flasques A A.

Lorsque le câble est tendu, ces ressorts ne peuvent se détendre parce que les extrémités D D' des axes sont terminées par une partie carrée qui se trouve engagée dans deux petites rainures pratiquées aux deux bouts d'une pièce spéciale S, pouvant se mouvoir longitudinalement, en glissant à coulisse sur les supports P P'. Si cette pièce S arrive à l'extrémité droite de sa course, les axes D D' arrivent les premiers, dans une partie arrondie de la rainure G, le second à l'extérieur de la rainure correspondante. Ces axes sont alors libres de tourner et les ressorts R R' font tourner les cames, qui viennent serrer les câbles-guides. Pour faire avancer la pièce à coulisse S, celle-ci porte dans sa partie médiane une petite longueur V garnie de dents qui peuvent être poussées par une petite dent Z fixée sur un axe I. Ce dernier tend à tourner dans un sens sous l'influence d'un ressort spiral placé dans la boîte J, mais il est maintenu par la tension d'une petite corde *d* reliée à l'extrémité du câble supportant la cage. Si le câble vient à se rompre, la corde *d* fléchit immédiatement, et le ressort J agissant amène la pièce S à l'extrémité de sa course, ce qui rend libres d'agir les ressorts R R', pour mettre en prise les cames E E' (fig. 505).

Ce dispositif a l'avantage de rester insensible aux variations de vitesse ne dépassant pas une certaine limite. Il suffit de donner aux rainures C C' une longueur suffisante pour que les axes D D', n'arrivent pas dans les points où ils sont libres de tourner, quelque grands que soient les mouvements de la pièce S sous l'influence des variations de tension de la corde *d*. Ce parachute, pendant la marche au charbon, est calé automatiquement lorsque la cage repose sur les taquets du jour ou les traverses porte-cages du fond. Le câble peut alors fléchir autant que l'on veut sans qu'on ait crainte de voir les cames être mises en prise.

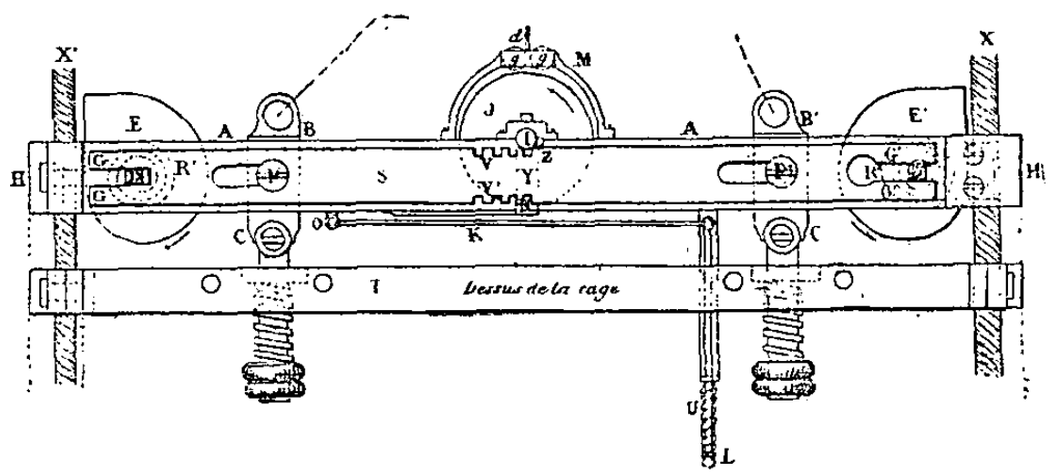


Fig. 505. — *Parachute Ogier et Chovet.*

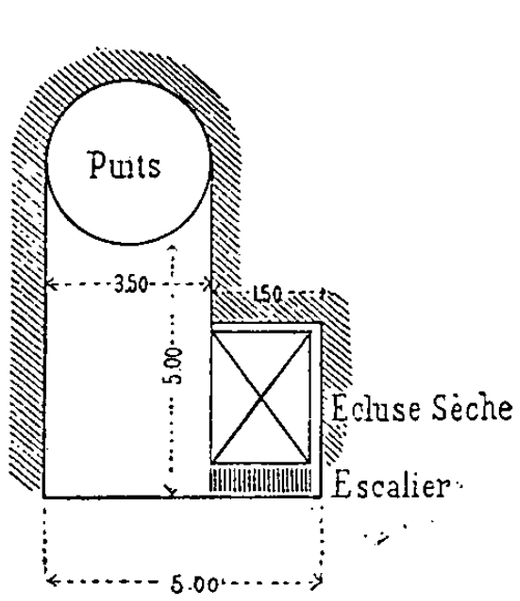
A cet effet, la pièce S porte en dessous une seconde petite crémaillère V' dans laquelle s'engage un taquet de sûreté N fixé à l'extrémité d'une came faisant ressort. Ce petit taquet N est relié à une pièce Y s'élevant entre deux flasques A jusque contre l'axe I. La dent Z en tournant abaisse Y, par suite N, et permet au parachute de fonctionner. Lorsque la cage repose sur les arrêts du jour ou du fond, l'extrémité L d'une tringle, dépassant légèrement le fond de la cage, vient appliquer la barre K contre le taquet N et maintient par cela même Y dans la position supérieure, malgré la tendance que la dent Z a de l'abaisser, le parachute sera donc calé automatiquement.

Ce parachute reste constamment attaché au câble d'extraction. La cage est indépendante et, ainsi que les bennes à eau ou autres cages, s'y fixent par des boulons.

Ecluse sèche d'exploitation des mines à charbon. Comme la dénomination le fait pressentir, on appelle une *écluse-sèche* un système de balance pour racheter une différence de niveau comme dans le cas de l'établissement d'un canal entre deux points ayant une grande différence

d'altitude, ce qui donnerait trop de déclivité au courant d'eau et exigerait aussi des travaux d'art et de terrassement très onéreux; c'est la même raison qui a fait établir des écluses-sèches dans l'exploitation des mines; mais, ici, ce n'est plus d'un canal qu'il s'agit, ce sont des galeries souterraines sèches, c'est-à-dire sans courant d'eau, dont il faut établir la communication dans les cas assez fréquents d'un rejet de couche, d'une faille, ou de tous autres accidents qui se rencontrent dans l'exploitation d'une couche, composée de plusieurs bancs de charbons séparés par des entre-deux de schiste, assez variables, que l'on relie par un travers-bancs, lorsqu'on ne peut installer une écluse-sèche au point où on désire établir la communication des deux bancs.

On applique aussi, très souvent, les écluses sèches aux recettes du jour et du fond des puits d'extraction, lorsqu'on ne peut disposer que d'une recette, c'est-à-dire que d'un seul niveau aboutissant au puits; dans ce cas, on établit une fausse-recette en ouvrant sur la galerie unique et à proximité du puits, l'emplacement de l'écluse sèche dénommée aussi *balance*; de cette manière, on peut recevoir et charger deux vagonnets – bennes simultanément, ce qui épargne le temps nécessaire à la manœuvre de la cage pour présenter les différents étages qui la composent au niveau d'une recette unique.



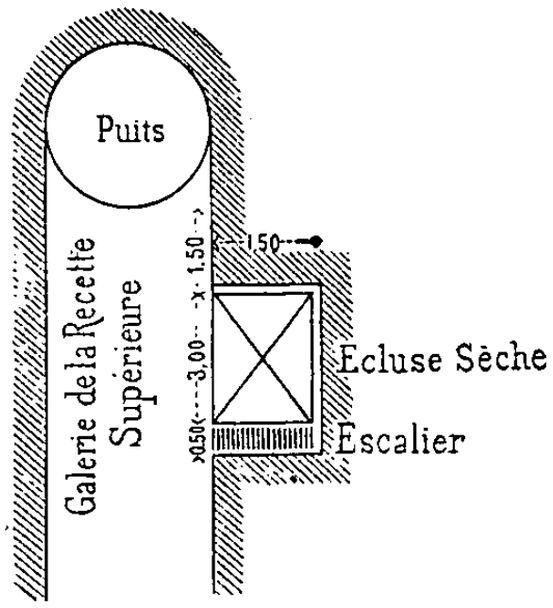


Fig. 506 et 507.

Nous donnons la description de deux vues d'une disposition la plus généralement adoptée dans les mines (fig. 506 et 507).

La face contre le mur, et celle opposée au mur qui diffère seulement dans la suppression des croix de Saint-André pour laisser libre l'entrée des vagonnets, est divisée en deux compartiments, la poulie de frein au centre et reposant sur le chapeau des quatre montants qui sont eux-mêmes assemblés et reliés par des croix traverses, moises et entretoises boulonnées.

Un guidage en fer existe sur les côtés de droite et de gauche ainsi qu'au centre, dans lequel glisse, à chaque compartiment, une cage métallique recevant les vagonnets ou bennes.

Une crémaillère existe sur le côté de droite pour fixer le levier, que l'on manœuvre pour défermer le frein, qui est toujours tenu fermé par un contrepoids, lorsqu'on veut faire descendre, par la gravité, la cage chargée du vagonnet plein qui remonte celle contenant le vagonnet vide de l'autre compartiment, les cages étant attachées à chaque extrémité du câble, à cheval sur la poulie.

Ce plan montre, en deux vues, la disposition de l'emplacement de l'écluse sèche par rapport au puits d'extraction, au niveau de la recette supérieure, et au niveau de la recette inférieure qui ont généralement 2m,60 de différence de niveau.

Frein hydraulique *pour descenderie des bennes pleines remontant les vides, par la gravité, dans les plans inclinés des travaux d'exploitation de mines.* Lorsqu'on exploite des régions de couche où il se dégage du gaz-grisou, il y a grand danger d'employer les freins à friction dans les plans inclinés; ces freins produisent un échauffement entre la gorge de la poulie et le feuillard, suffisant pour dégager des étincelles de feu capables d'enflammer l'air ambiant, mélangé à une certaine quantité de gaz-grisou par le contact direct des étincelles qui jaillissent du feuillard faisant frein sur la poulie. Pour obvier à ce grave danger, on a été amené à remplacer ces freins à friction par des freins hydrauliques qui suppriment absolument tout danger d'inflammation du gaz.

Ce frein est essentiellement composé de deux cylindres oscillants, accouplés par deux manivelles calées à angle droit sur l'arbre du tambour ou poulie qui enroule la chaîne ou le câble. Chaque cylindre porte deux tubulures dont une à chaque extrémité et communiquant à un robinet, dont la clef est reliée avec celle du robinet du cylindre accouplé par une barre de traction actionnée par le freinteur, au moyen du levier unique pour régler la vitesse et arrêter le mouvement en temps voulu. On conçoit aisément que c'est toujours le même liquide qui sert à faire contre-pression et que celle-ci est d'autant plus résistante, que le freinteur rétrécit l'orifice du robinet de communication et de distribution du liquide circulant entre les deux tubulures de chaque extrémité du cylindre oscillant.

Un trou, tenu fermé par un bouchon fileté, existe sur chaque cylindre pour introduire le liquide et remplacer celui qui viendrait à se perdre par les joints des garnitures de la tige de piston et de son guide.

On remarquera, d'autre part, que ce système de frein hydraulique se rapproche beaucoup, comme principe et ressemblance, d'une machine à vapeur oscillante ou autre mode de pression, dont on aurait disposé la distribution par robinets manœuvrés à la main; on dispose ainsi d'une pression à vapeur ou hydraulique de trois à six atmosphères. Cet appareil peut prendre le nom de *treuil-moteur* et être capable de monter un convoi

de vagonnets chargés sur un plan incliné à l'intérieur ou à l'extérieur de la mine.

Frein automatique. *Appareil nouveau de descente des bennes du haut des tailles chassantes, montantes et plans inclinés à l'intérieur.* Cet ingénieux engin se distingue des autres appareils inventés jusqu'à ce jour, par sa simplicité, son petit volume et son application prompte et facile. Cet appareil se compose d'une boîte métallique ronde de 100 millimètres de diamètre, renfermant une bobine, sur laquelle s'enroule un ruban en acier plat, très souple, très flexible et d'une résistance telle qu'il peut supporter, sans crainte de rupture, un poids de plus de 500 kilogrammes. Une longueur de 50 mètres du ruban est enroulée dans la boîte de 100 millimètres, sur la bobine supportée par le tourillon creux du couvercle et sur lequel elle peut tourner.

La joue de la bobine possède, à sa circonférence, une denture hélicoïdale dans laquelle est engrenée une vis sans fin. L'inclinaison du pas de cette vis est calculée pour qu'une pression déterminée des dents de la roue contre le filet de la vis, fasse tourner cette dernière, et permette, par suite, à la roue de tourner et au ruban de se dérouler. Sur l'extrémité de l'axe de cette vis sans fin est fixé un croisillon à quatre branches tournant dans le cylindre faisant corps avec la boîte. Dans les quatre intervalles des branches du croisillon sont logées librement quatre petites masses, en forme de secteurs qui participent à la rotation du croisillon. Un couvercle enferme ces petites masses dans le cylindre.

L'appareil étant amarré, à l'aide d'un crochet ou d'une ligature, à une butte quelconque par son anneau, la benne ou le fardeau à descendre est attaché à l'anneau du bout du ruban d'acier. Ce dernier se met à se dérouler en imprimant un mouvement de rotation à la bobine. Ce mouvement se transmet très amplifié à la vis sans fin et par suite aux quatre masses. Ces dernières, par l'effet de la force centrifuge, pressent contre la paroi du cylindre dans lequel elles tournent; de de cette pression des masses résulte une résistance qui s'oppose à l'accroissement continu de vitesse de rotation des organes en mouvement, et cela dans une mesure plus grande que l'accroissement de vitesse, puisque cette résistance croît comme le carré de la vitesse des masses, et, par conséquent, de la vitesse de descente du fardeau. Il y a donc là une régularité automatique, qui assure le maintien de la vitesse de descente dans une mesure convenable et exempte de tout danger. En résumé, on a un régulateur Mégy appliqué au frein formé par le glissement des dents de la roue contre le filet de la vis sans fin.

Un petit bouton analogue à celui d'un décamètre de poche, permet d'enrouler à nouveau le ruban en tournant dans le sens rétrogade.

La roue dentée commanderait encore la vis, dans ce cas il faudrait développer un effort considérable pour enrouler le ruban. Pour éviter cela, le couvercle de la boîte porte une petite ouverture à travers laquelle peut passer l'extrémité de l'axe. Pendant la descente, un petit obturateur est placé sur cette ouverture. Pendant l'enroulement, la vis est repoussée et n'engrène plus avec la roue.

Préparation mécanique des charbons bruts. Les nécessités et les exigences du commerce de charbon, obligent les exploitants de mines de houille à faire un classement des produits sortant bruts de la carrière de mine en différentes catégories de charbons classés par grosseur, qualité et pureté.

Nous allons développer les différentes manipulations généralement employées pour ce travail :

Excepté les gros péras (10 kilogrammes et au-dessus) et chaplé (5 à 10 kilogrammes), on charge à la pelle, tel qu'il est détaché du chantier d'extraction par le pic du mineur, tout le charbon qui ne peut être compris dans les deux catégories indiquées plus haut, c'est-à-dire tout ce qui est en-dessous de 0,15 de grosseur sur toutes faces, soit 5 kilogrammes environ.

Tous morceaux de charbon au-dessus de ce poids sont chargés à la main dans des bennes spéciales qui sont payées à part à l'ouvrier, en considération de la difficulté du travail d'extraction et du temps utile pour le choix; ce charbon se vend généralement sur le carreau de la mine, sous les dénominations de *péras* et *chaplé*; il est mieux choisi, au point de vue de la qualité et propreté, que les charbons de dimensions inférieures. C'est donc de ceux-ci que nous allons nous occuper, parce que seuls ils nécessitent une manipulation mécanique à la sortie de la mine pour en tirer le parti le plus avantageux.

Comme nous le disons plus haut, ce charbon est composé de toutes dimensions, depuis le menu fin et débris jusqu'aux morceaux cubant $0^m,003$, soit 5 kilogrammes environ; en outre, il est presque toujours mélangé de schistes où pierres qui le rendent impropre à sa combustion et peu commerciable.

Ce charbon est donc amené par vagon, le déversant dans la trémie A, au-dessous de laquelle est disposée une sole tournante de distribution sur le crible circulaire B, où le charbon est classé en grosseurs correspondantes aux dénominations suivantes: grosses chatilles (3 à 5 kilogrammes), petites chatilles (1 à 3 kilogrammes), débris et menu fin (0 à 1 kilogramme); les pierres sont enlevées à la main par des trieurs placés au pourtour du crible B, tournant à la vitesse de un tour par minute, les chatilles ou morceaux en dessous de $0^m,15$ et en dessus de $0^m,06$, tombent au moyen de raclettes disposées sur le crible supérieur dans des petits vagonnets; les pierres sont entraînées par une table sans fin I, au pied d'une noria dite *chaîne à godets*, qui les montent dans une trémie K, déversant, lorsqu'elle est pleine, dans un vagon figuré sous cette trémie.

Nous représentons figures 506 à 508 une vue d'ensemble de préparation mécanique des charbons par le diagramme d'un atelier de criblage et lavage des charbons bruts. A, trémie des charbons bruts; B B' B'', soles des charbons, des trieurs

et des pierres; C, noria des charbons bruts; D, cribles à secousses; E, cribles et couloir des pierres; F, table sans fin des crus et barrés; G, tuyau concasseur; HH' trémies des charbons à classer par densité; I, table sans fin des pierres; J, noria des pierres; K, trémie des pierres et déchets de lavage; LL', classificateurs; MM', racleurs-mesureurs des tranches; NN', cuves de pression; OO' trémie et tamis des menus-fins secs; P, hélice de mélange des menus-fins lavés et secs; Q, bassins décanteurs des boues; RR', couloirs-trémies des charbons purs; S, réservoir d'eau clarifiée; T, laveurs à palettes des charbons barrés des classificateurs; U, couloir des pierres et déchets de lavage; V, toile sans-fin des charbons purs.

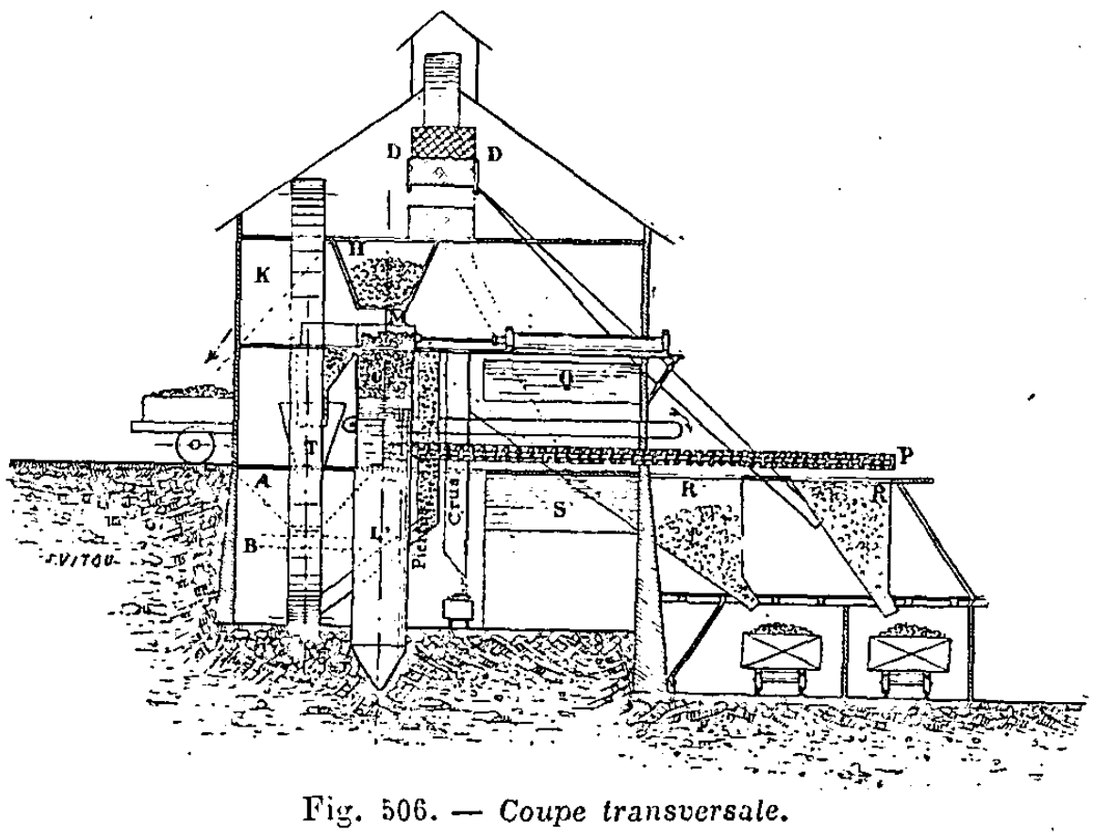


Fig. 506. — *Coupe transversale.*

Tous les produits en dessous de 0m,05 tombent du crible au pied d'une grande chaîne à godets C qui élève la matière sur des cribles à secousses DD'; tout ce qui reste dessus le crible D s'écoule par un chéneau disposé au bas, et le rejette par un couloir E, sur une table sans fin F, sur laquelle des trieurs échelonnés enlèvent encore les pierres à la main; le surplus, restant sur la table sans fin, tombe dans un entonnoir ajusté sur un tuyau G, dans lequel on a disposé, en chicane, des barreaux en fer de distance en distance sur toute sa hauteur, qui ont pour effet de détacher les parties de charbon adhérentes aux pierres et vice-versa, en venant se heurter dans leur chute jusqu'au niveau du sol où les débris viennent tomber au pied de la chaîne à godets C, pour être, de nouveau, remontés par elle sur le crible à secousses D; en sorte que, le charbon détaché des pierres par la chute dans le tube G n'y revient plus, étant assez fin pour passer en dessous du crible D, et tomber sur un second crible inférieur; les produits du refus, plus gros que 0m,02 et plus petits que 0m,03, sont reçus dans une trémie H, tandis que les produits plus gros que 0m.01 et plus petits que 0m,02 sont reçus dans la trémie H'; les produits plus gros que 0m,005 et plus petits que 0m,01 sont reçus dans une trémie O, au fond de laquelle est disposé un tamis à secousses O', laissant passer les produits plus petits que 0m,005, dénommés *menus-fins* qui s'écoulent dans un entonnoir terminant un tube dans lequel tombent les menus-fins, lesquels sont reçus dans une hélice P, pour être mélangés aux produits lavés de ce même nom. Les produits contenus dans la trémie O, font l'objet d'un lavage spécial dans l'un des classificateurs H.

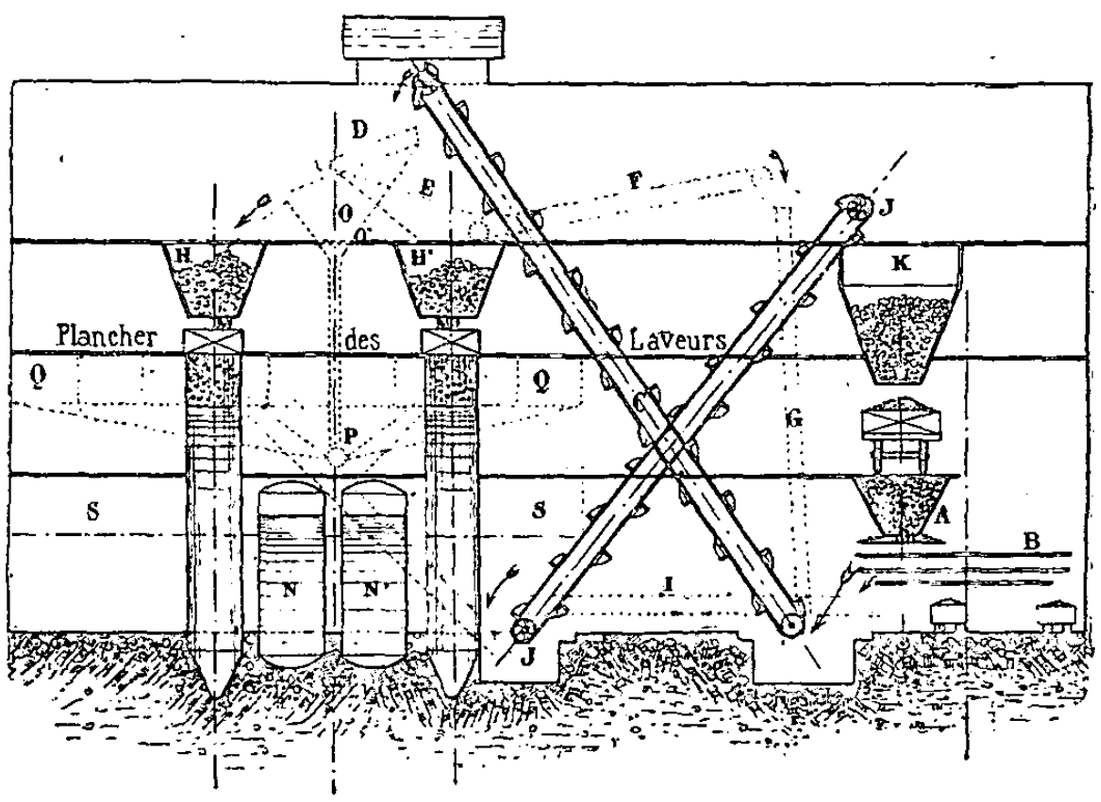


Fig. 507. — *Coupe longitudinale.*

Par ce qui précède, on remarquera que tout ce qui monte dans la chaîne à godets C, est destiné au lavage, ou à faire des menus-fins secs mélangés par l'hélice P, aux menus-fins lavés, et tout ce qui reste est reçu dans des vagonnets et prend la dénomination de *grosses chatilles* (3 à 5 kilogrammes), *petites chatilles* et *crus* (1 à 3 kilogrammes); les compagnies font généralement usage, pour leur service, des débris qui sont assez propres, mélangés avec la moure, au chauffage des chaudières des puits d'extraction et ateliers divers de l'exploitation.

Laveur-classificateur. On a vu plus haut que les produits du crible D' se rendent, d'une part, dans la trémie H, d'autre part, dans la trémie H', après criblage en deux grosseurs

afin d'obtenir un meilleur classement par densité. On obtient ce résultat dans les deux classificateurs LL', indépendants l'un de l'autre, en laissant tomber les produits contenus dans les trémies HH' dans des mesureurs-racleurs des tranches MM' situés en dessous de chaque trémie, contenant environ 3 mètres cubes 1/2 chacun.

Cette masse est refoulée par le racleur-mesureur de charge sur l'orifice des cuves carrées L, L', qui contiennent un certain volume d'eau à peu près égal à la charge ; à ce moment, le pistonneur-laveur agit sur un levier de soupape d'admission, introduisant de la vapeur, à 4 ou 5 atmosphères de pression, sur la surface de l'eau d'une des cuves de pistonnage NN' en communication, par la partie inférieure, avec la cuve du classificateur en action ; l'eau étant refoulée vivement par des ouvertures et fermetures brusques de la soupape d'admission de vapeur que le pistonneur laveur fait agir, au moyen d'un levier, pendant 1 à 2 minutes avec des poses régulières de quelques secondes, à chaque coup de pistonnage, pour laisser retomber les particules composant la masse soulevée, on obtient le classement par densité en divisant la masse en tranches de hauteurs variables, suivant les qualités de la matière à traiter ; ces tranches sont d'autant plus homogènes que le pistonnage aura été prolongé, sa durée est donc assez variable. On peut cependant admettre qu'il suffit, en général, de 2 minutes pour classer la masse de 3 mètres cubes 1/2 ; lorsque le pistonnage est jugé suffisant, le pistonneur-laveur attend 2 ou 3 minutes pour que l'eau, refoulée par la pression dans le classificateur, se soit en partie écoulée dans la cuve de pistonnage et que l'air ait fait place à cette eau ; à ce moment, le pistonneur-laveur agit sur le levier de soupape hydraulique communiquant la pression au cylindre de la table de lavage, sur laquelle repose la masse de charbon pour la faire monter au niveau voulu et l'enlever, par tranche, au moyen du racloir M ; le pistonneur-laveur fait les coupages du pain de charbon

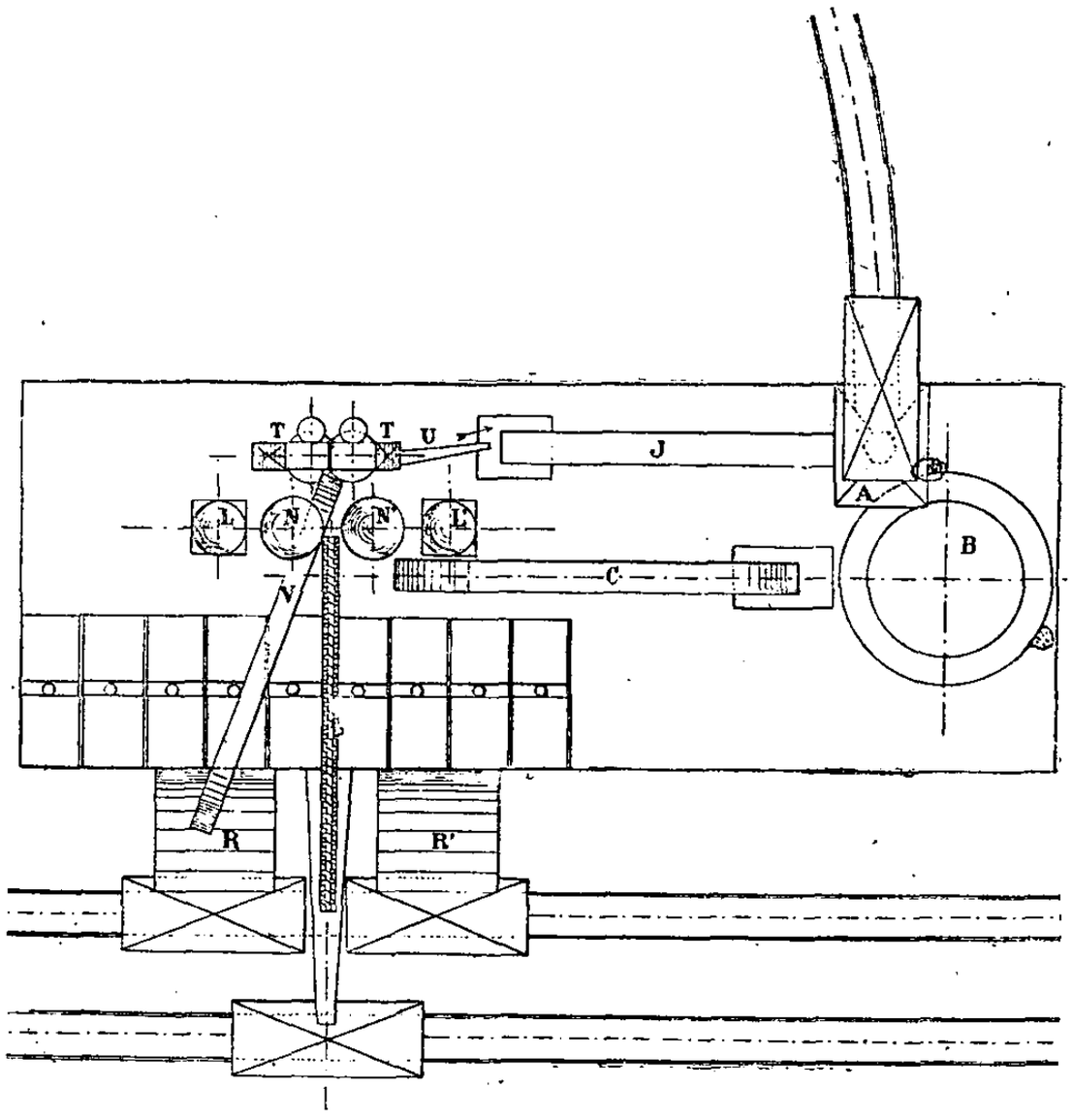


Fig. 508. — *Plan au niveau du plancher des laveurs-pistonneurs.*

classé par densité en tranches variables, suivant le degré de pureté que l'on désire.

Après écoulement de l'eau boueuse par un chéneau conduisant aux bassins décanteurs Q, la première tranche du pain est en partie composée de charbon fin dénommé *menu-lavé* ; la deuxième tranche compose le charbon pur ; la troisième tranche compose le charbon barré ou cru, enfin la quatrième tranche compose les pierres ou déchets de lavage.

Le laveur-pistonneur juge, par expérience pratique, les différentes hauteurs de coupe du pain correspondantes aux dénominations des qualités indiquées plus haut. Comme ce mode de pistonnage laisse quelque peu à désirer sous le rapport d'un classement nettement tranché entre les différentes qualités spécifiées plus haut, et composant les différentes hauteurs de tranches du pain ou masse de charbon, on a adjoint à ces classificateurs deux petits lavoirs à palettes T, T', qui sont complètement décrits au chapitre précédent *Lavoir à palettes*.

Ces deux petits lavoirs à palettes reçoivent les charbons barrés des classificateurs, ce qui donne plus de latitude au laveur-pistonneur, dans la distinction du point de coupe de la tranche des charbons barrés ou crus, en prenant un peu dans celle des pierres et un peu dans celle du charbon pur ; par ce moyen on est à peu près certain de ne pas laisser de pierres dans le charbon, de même, du charbon dans la tranche des pierres.

La conscience du laveur-pistonneur se trouve donc satisfaite et la compagnie y trouve largement son bénéfice, en retirant dans ces charbons barrés relavés aux petits lavoirs à palettes, la moitié en charbon pur, le reste en crus et pierres.

Ces différents produits de lavage, moure, menu-lavé, charbon pur, charbon barré, pierres ou déchets de lavage, sont reçus dans des chéneaux particuliers à chacune de ces qualités, conduisant les moures dans les vagonnets situés en dessous des bassins décanteurs Q ; le menu-lavé dans l'hélice P, où tombe également le menu-fin

criblé de la trémie O pour s'y mélanger ensemble ; le charbon pur est reçu dans un couloir-trémie R', déversant dans le vagon situé en dessous; le charbon barré ou cru est reçu dans un couloir vertical déversant dans un vagonnet au-dessous; les pierres ou déchets de lavage sont reçus dans un couloir déversant au pied de la chaîne à godets J, qui les remontent dans la trémie K pour les déverser dans un vagon situé au-dessous.

Les produits des deux petits lavoirs à palettes T T' sont reçus: la moure dans un des bassins décanteurs Q ; le charbon pur, refoulé par les dernières palettes, sur une table métallique sans-fin V, déversant dans la trémie R, sous laquelle est placé un vagon recevant tout le charbon pur ; le charbon barré est reçu dans des petits vagonnets pour le service de la compagnie ; les pierres et déchets de lavage tombent sur le couloir U, déversant au pied de la chaîne à godets des pierres J qui les montent dans une trémie K, sous laquelle est placé un vagon pour les recevoir et les emmener au tas général des déchets.

L'électricité dans les mines. Les services d'éclairage, de signaux et de tirage des coups de mines sont faits à l'électricité dans certaines Compagnies de mines, très rares en France mais assez communes à l'étranger, en Angleterre, en Belgique, etc. Nous citerons une de ces principales installations faites dans les charbonnages d'Ynishir (Angleterre).

Tous les courants nécessaires sont fournis par une dynamo Gulcher actionnée par une petite machine à vapeur de 6 chevaux ; l'une et l'autre sont placées à la surface dans un bâtiment voisin du puits. La dynamo à une force électro-motrice nominale de 100 volts ; l'intensité du courant est de 60 ampères ; elle fait 1,125 tours par minute. Son rendement industriel est de 80 à 90 0/0. Le courant fourni par cette dynamo est utilisé pour l'éclairage, la transmission des signaux, le tirage des coups de mine, treuil électrique à l'intérieur pour traction mécanique dans les plans inclinés, etc.

L'éclairage électrique de la surface a lieu au moyen de lampes à incandescence de 4 centimètres de diamètre, système Svan-Edison, d'un pouvoir éclairant de 16 bougies. Au fond, les recettes, les galeries principales, les points importants et les écuries sont éclairées par de nombreuses lampes du type de 16 bougies, montées en dérivation sur les deux conducteurs principaux.

Les fils conducteurs sont séparés. On préfère cette disposition à celle du câble unique, parce qu'elle permet de rechercher aisément les points défectueux, lorsqu'une irrégularité se produit dans l'éclairage. Il suffit de promener une lampe de place en place, le long des deux fils, jusqu'à ce que l'on ait trouvé la solution de continuité ou le défaut d'isolement. Les câbles sont soutenus sur des isolateurs en porcelaine fixés, tous les 4 ou 5 mètres, aux boisages des galeries souterraines.

On a essayé l'emploi des lampes électriques portatives des systèmes Svan et Pitkin. Le résultat n'a pas été satisfaisant, surtout avec l'appareil Pitkin qui est lourd et incommode à cause de sa forme cubique. Plus récemment, après des recherches très laborieuses sur des données pratiques et à la suite d'expériences fréquemment faites, on a pu considérer cette question d'éclairage comme à peu près résolue, et un certain nombre de charbonnages anglais, particulièrement dans le pays de Galles, ont définitivement adopté la lampe électrique, non sans de nombreux tâtonnements et des expériences comparatives sur les différents systèmes et appareils préconisés.

Le problème comporte deux solutions ou plutôt deux cas spéciaux :

1° Eclairage permanent, au moyen de lampes fixes, des bâtiments à la surface, des puits et des ateliers divers ;

2° Eclairage par lampes portatives des galeries et chantiers souterrains.

Nous allons examiner successivement les deux cas.

1° *Eclairage fixe.* L'installation d'un pareil éclairage est toujours une opération facile et avantageuse. Le coût de la force motrice est très faible en effet, la vapeur étant prise sur un groupe important de générateurs, desservant le puits.

Pour l'éclairage à la surface, les lampes à arc ont des avantages. Pour celui des galeries principales aux abords du puits, on emploie les lampes à incandescence, qui toutefois ne peuvent pas être placées à des distances très grandes du puits par suite de la difficulté de protéger suffisamment les conducteurs.

L'électricité pouvant être susceptible de nombreuses applications dans les mines, on doit faire l'installation des moteurs et des dynamos en prévoyant largement les divers travaux qui utiliseront l'électricité.

La pose des conducteurs est particulièrement délicate, surtout dans les longues voies souterraines ; il est nécessaire de les prémunir contre tout défaut d'isolement, contre les détériorations et les écrasements ou ruptures par suite d'éboulements. Une rupture de fils, produisant une étincelle, serait dangereuse dans les mines à grisou. Quelquefois on place les conducteurs sur le sol ; cette disposition est mauvaise parce que les câbles étant peu visibles, sont continuellement exposés à être dérangés ou détériorés. Sur les parois des galeries ou au toit il y a à craindre les éboulements. Le mieux est, sans contredit, de faire des conduites souterraines, les câbles reposant sur des caniveaux en bois fort bien garantis contre l'humidité.

Quant aux branchements, on les applique le long des parois, en les renfermant dans des gaines de toile goudronnée ou de caoutchouc, et les soutenant au moyen de crochets rectifiés ou même de simples isolateurs en bois.

Les lampes sont fixées sur ces dérivations au moyen de douilles et de bouchons reliés par un fil souple de 1 à 2 mètres de longueur, susceptible d'être raccourci à volonté.

2° *Eclairage par lampes portatives.* Par la pratique on constate que l'éclairage permanent n'est

pas applicable aux chantiers de travail, et que l'emploi de lampes portatives reliées aux conducteurs principaux n'est point commode, et même dangereux.

Il est nécessaire, dans les tailles et chantiers, de faire usage d'une lampe indépendante de tous fils conducteurs, aisément transportable, susceptible d'être suspendue au toit ou aux parois, posée à terre, et, en un mot, manœuvrée dans toutes les directions sans rien perdre de son intensité lumineuse.

Autant le problème de l'éclairage électrique permanent dans les mines est simple et facile à résoudre, autant celui des lampes portatives est compliqué et difficile.

Les conditions du problème sont les suivantes : Une lampe portative pour mines doit : 1° Etre simple de construction et solide ; 2° Etre aussi légère que possible ; 3° Etre facile à entretenir et à recharger ; 4° Fournir un éclairage d'une intensité à peu près constante pendant huit à dix heures ; 5° Avoir un bon pouvoir éclairant, soit au minimum de 1 à 1 1/2 bougies ; 6° Dépenser peu.

C'est naturellement la lampe de sûreté actuellement en usage, type Clanny, Marsaut, Mueseler, Fumat, etc., qui doit être prise comme terme de comparaison ; celle-ci, en effet, est simple et solide, elle pèse de 1 à 1k,500 seulement et donne une lumière fixe variant entre un 1/3 et 1/2 bougie, pendant toute la durée d'une journée de travail, et avec une dépense moyenne de 15 centimes par poste de 10 heures.

Un des premiers essais de lampe portative est dû à M. Trouvé.

Le générateur d'électricité est une pile au bichromate.

L'incandescence ne se produit que lorsque l'appareil est porté à la main ou suspendu à un crochet. Malheureusement la lampe Trouvé est lourde, sa lumière manque de fixité et ne peut pas, d'ailleurs, durer plus de deux heures.

Depuis 1886 d'importants progrès ont été réalisés ; on peut même dire que plusieurs lampes électriques portatives sont déjà d'un bon usage dans les mines. Celles qui paraissent actuellement le plus en faveur et qui ont reçu des applications d'une certaine importance sont :

1° Les lampes à piles secondaires ou accumulateurs à piles Swan et de Pitkin ;

2e Les lampes à piles primaires de Schanschieff et de Friedlander.

On compte aujourd'hui environ 2.500 lampes Swan ou Pitkin, et 400 à 500 Schanschieff en service dans divers charbonnages anglais.

Nous renvoyons à l'article Lampe, notre étude sur les lampes de sûreté dans les mines.

Expériences sur l'inflammabilité du grisou par les étincelles données par les coups de pic. On a voulu contrôler avec du vrai grisou les expériences déjà faites plus récemment par la commission du grisou sur de l'hydrogène protocarboné fabriqué à Sevran-Livry.

Ces expériences ont montré de nouveau la facilité d'inflammation du gaz d'éclairage par les étincelles du coup de pic, semblant devoir donner un résultat négatif pour le grisou. On produit les étincelles en frappant avec le pic tantôt sur des rognons de fer carbonaté pris dans la huitième couche, tantôt sur des blocs de pyrite de Sain-Bel.

1° Les étincelles produites par le choc d'un pic sur la pyrite de Sain-Bel ou sur le fer carbonaté du puits du Treuil (Saint-Etienne) ne sont pas susceptibles de déterminer l'inflammation du mélange explosif formé de grisou et d'air. On n'obtient de même aucun résultat par l'emploi d'un pic surchargé d'une masse additionnelle et pesant au total 3k,400.

2° Même un fragment de charbon de bois en état d'incandescence ne détermine aucune inflammation, tant qu'il n'atteint pas le rouge blanc, s'il ne donne naissance à aucune flamme.

3° Par contre, la flamme d'une allumette détermine toujours, comme on le pense bien, l'inflammation.

4° Le grisou pur capté au puits du Grand-Treuil n° 2 possède une odeur très nette, mais perceptible seulement sur des mélanges très riches. Cette odeur, analogue à celle qu'on obtient en frottant les roches bitumineuses, peut s'assimiler plus exactement à celle qu'on obtient par l'attaque d'un fragment de fonte dans l'acide sulfurique étendu.

5° L'eau mise assez longtemps en contact avec le dégagement de gaz se charge de cette odeur.

Les prises d'essai pour analyse d'air grisouteux doivent donc, autant qu'on peut encore en juger, se faire à sec, à moins qu'on ne puisse employer de l'eau saturée par un long passage du courant gazeux.

Il est dès à présent très intéressant de savoir que les mines grisouteuses n'ont pas du moins à redouter cette cause d'inflammation du grisou.

Tirage électrique des coups de mine. On n'emploie pour tirage des coups de mine qu'un seul conducteur, et l'on effectue le retour du courant par le sol. Ce conducteur unique est un fil télégraphique en fer; il est soutenu sur des isolateurs en porcelaine autour desquels on le boucle, afin de le tendre et le maintenir bien en place. Les isolateurs sont fixés sur les boisages, à 1m,50 au-dessous du sol, tous les 3 ou 4 mètres.

Les trous de mine sont chargés à la tonite, explosif composé de fulmicoton et de nitrate de baryte (V. plus loin Explosif). On effectue le bourrage par un simple remplissage à l'eau. A la charge est fixée une amorce électrique munie de 2 fils séparés, isolés à la gutta. L'un des fils est relié au conducteur de fer; l'autre, qui constitue le fil de retour, est dénudé sur 12 ou 15 centimètres de longueur, replié sur lui-même et plongé dans l'eau du trou de mine. La communication avec la terre se fait ainsi d'une manière très originale, et à la fois sûre et rapide, Le fil conducteur aboutissant à un trou de mine n'est pas relié directement avec le conducteur principal. Ce dernier se termine par une boucle à laquelle est suspendue une tringle métallique. Lorsqu'on veut effectuer le tirage d'un coup de mine, il suffit de toucher le fil secondaire allant au trou de mine avec cette tringle.

La connexion se fait à 60 mètres au minimum des coups de mine.

Les mineurs ont si bien pris l'habitude de ces manipulations que tous les tirages se font avec sûreté et sans ratés; il leur arrive même quelquefois d'établir la connexion avec les deux mains en se faisant passer le courant à travers le corps. C'est là un jeu dangereux, sans doute, mais il montre avec quelle facilité les ouvriers se familiarisent avec l'usage de l'électricité.

Notons, en passant, qu'un homme de force moyenne peut, disent les électriciens, recevoir, sans danger de mort, la décharge d'un courant dont la tension ne dépasse pas 500 volts.

Lorsque l'on doit tirer des coups de mine en des points où l'on soupçonne la présence du grisou, on est plus prudent. On commence par envoyer un signal au bâtiment de la dynamo, on éteint les lampes et tous les ouvriers remontent à la surface. On lance alors le courant dans les fils de soutage.

L'installation électrique d'Ynishir comporte un développement total de 1,900 mètres de câbles conducteurs.

L'inflammation des charges de poudre ou autres explosifs par l'électricité s'impose depuis longtemps dans les mines, carrières et travaux publics. C'est, en effet, le seul moyen d'éviter les trop nombreux accidents qui se produisent à l'allumage, soit par canettes, soit par mèches dites *de sûreté*.

Le procédé est déjà appliqué avec succès dans quelques exploitations et, notamment, dans le fonçage des puits; mais il y a encore beaucoup d'hésitations provenant de cette double cause que l'on ne connaît généralement pas les éléments de son emploi, et que les notions précises d'électricité sont peu répandues.

Comme conclusion, on peut hardiment dire que l'emploi de l'électricité s'impose, et qu'il ne tardera pas à se généraliser dans tous les travaux de mines, et, en particulier, pour le fonçage des puits.

Voici quelques règles qui, d'après les observations, doivent servir de guide si l'on veut obtenir un fonctionnement économique et rationnel.

1° Force motrice. On peut faire usage d'une machine quelconque; mais il est certain que la machine à vapeur devra être préférée dans la presque totalité des cas. Le point essentiel est d'obtenir un travail régulier, ou tout au moins ne présentant que de faibles variations.

2° Dynamo. La dynamo doit être: d'une force supérieure à celle de la machine motrice; parfaitement isolée du sol; bien entretenue et à l'abri des poussières; dans un endroit sec et froid.

On peut recommander le genre de balai indiqué plus haut, qui ne donne ni étincelles, ni échauffement important.

3° Conducteurs. Leur section doit être suffisante pour pouvoir transporter, sans échauffement notable, un courant double de celui que nécessitent les différents services; ceux-ci, d'ailleurs, sont susceptibles d'être constamment augmentés, et cette circonstance doit toujours entrer en ligne de compte lors d'une première installation.

On préfèrera les câbles en torons, bien isolés et recouverts d'une gaine de plomb, avec ou sans armature, selon les cas. Il importe, en effet, que l'isolement soit parfait, que les conducteurs soient à l'abri de l'humidité, et qu'il n'y ait point de déperdition par le sol. Une bonne précaution serait de les placer, sous le sol des galeries, dans des caniveaux en bois remplis de sciure de bois, de mousse ou de sable fin bien sec.

4° Lampes à incandescence. Il faut faire usage des lampes à filament très ténu, afin qu'il y ait extinction immédiate en cas de rupture. Leur pouvoir éclairant doit être moindre que celui qui leur correspond réellement, afin de prolonger leur durée. Pour un nombre restreint de lampes, le montage par simples dérivations est plus commode.

Les lampes qui avoisinent immédiatement le puits sont presque constamment allumées; il n'en est pas de même de celles qui pénètrent plus avant dans les galeries. Aussi doit-on avoir le soin de les séparer en deux groupes au moyen de commutateurs intercalés entre eux et abrités dans des niches fermées. — J.-J. M.

EXPLOSIFS. Les substances explosives se séparent en deux groupes profondément distincts: d'une part les *explosifs mécaniques*, ou mélanges de plusieurs corps, destinés à réagir l'un sur l'autre en formant des composés nouveaux avec dégagement de gaz et de chaleur, l'ancienne poudre noire en est le type; les *explosifs chimiques* dont l'agent principal est un composé défini qui, sous l'action d'une cause physique, se sépare en ses éléments avec dégagement de gaz et de chaleur, tels sont la nitroglycérine, le fulmi-coton, le fulminate de mercure, auxquels on donne le nom de *substances explosives brisantes*.

Les uns et les autres sont susceptibles, dans un temps très court, sous l'influence d'une cause étrangère relativement peu importante, soit thermique, soit mécanique, de rendre libre une quantité considérable de chaleur. Mais, pour la poudre noire, par exemple, cette chaleur est mise en liberté par la production d'une réaction chimique qui se transmet de proche en proche avec une vitesse ne dépassant pas quelques mètres à la seconde. Avec les explosifs brisants, au contraire, la réaction, toujours excitée par une cause mécanique extrêmement violente, se propage dans la masse explosive avec une vitesse supérieure à celle des ondes sonores elles-mêmes et qui atteint et dépasse 5,000 mètres à la seconde. C'est à cette propagation spéciale qu'on donne le nom d'*onde explosive*.

Il en résulte que la détonation est complète avant qu'aucun phénomène physique, tel que dilatation gazeuse, ait le temps de se produire d'une façon appréciable. La détonation, c'est-à-dire la décomposition chimique de l'explosif, ayant pour résultat de transformer en gaz tout ou partie de la substance explosive et de porter ce gaz à une température élevée, l'espace occupé par la charge,

une cartouche de dynamite par exemple, se trouve après la détonation remplie par une masse gazeuse portée à une température de près de 3,000°, et dont le volume à 0° et sous la pression atmosphérique serait plus de 800 fois supérieur. La pression exercée par cette masse gazeuse sur tout l'espace environnant est donc énorme et peut être évaluée à plusieurs dizaines de mille atmosphères. On s'explique ainsi les effets mécaniques si prodigieusement intenses que subissent les corps sur lesquels l'explosif est simplement posé.

De semblables effets ne se produisent pas avec la poudre noire déflagrant à l'air libre parce que, à cause de la faible vitesse avec laquelle la détonation se propage, les gaz produits ont le temps de se dilater graduellement et ne se trouvent à aucun moment soumis à une pression considérable.

Pour distinguer deux classes si dissemblables de substances susceptibles de détoner, on peut appeler *déflagrantes* celles détonant comme la poudre, réservant la qualification d'*explosives* aux substances susceptibles d'être parcourues par l'onde explosive. Ces dernières sont en général susceptibles de déflagrer, elles aussi, ou de brûler à la manière de la poudre noire, lorsqu'on porte un des points de la masse à une température suffisamment élevée. Cette déflagration peut se transformer subitement en détonation avec onde explosive. Pour certains explosifs, tels que le fulminate de mercure, cette transformation est même presque immédiate et l'onde explosive se produit sans déflagration initiale appréciable, sous l'influence de la chaleur. C'est ce qui fait que le fulminate et les substances analogues sont employées comme détonateur. La chaleur produit, en effet, aisément leur détonation, et cette détonation exerce un choc assez violent pour produire la détonation d'une substance explosive que l'application de la chaleur simple ferait simplement déflagrer.

Toute substance qui, en se décomposant suivant un certain mode, dégage de la chaleur, peut être un explosif si elle possède une aptitude convenable à la détonation, c'est-à-dire si la décomposition provoquée en un point par un choc violent est suffisamment apte à se propager sous la forme d'une onde explosive. L'aptitude à la détonation n'a d'ailleurs rien d'absolu, car elle dépend de l'intensité du choc qui la met en œuvre et de l'état physique de la substance. Un explosif dont la détonation ne peut être provoquée par une capsule de fulminate, pourra détoner si l'on interpose entre la capsule et l'explosif un autre explosif plus apte à la détonation. Telle substance qui, sous l'influence d'une capsule de fulminate, ne détone pas à l'état comprimé, détonera lorsqu'elle sera réduite en poudre.

En plus des explosifs simples, il existe également des explosifs binaires ou en général multiples, formés du mélange de deux ou plusieurs substances. Pour que ce mélange soit explosif, c'est-à-dire puisse être parcouru par une onde explosive, il ne suffit pas que la réaction mutuelle des substances mélangées soit explosive, il est encore nécessaire que l'une au moins des substances mélangées le soit. C'est ainsi que le mélange soufre, azotate de potasse et charbon, qui est susceptible de se décomposer graduellement en rendant libre une quantité considérable de chaleur, n'est cependant pas explosif au sens attaché à ce mot parce que aucun des éléments du mélange n'est explosif. Il y a plus, à l'air libre l'onde explosive traverse la charge en provoquant simplement la décomposition des substances explosives et laissant intactes celles non explosives ; en vase clos, au contraire, les produits auxquels a donné naissance l'onde explosive, restant plus longtemps en contact, réagissent les uns sur les autres et aussi sur les substances non explosives que renferment le mélange.

Le nombre des explosifs actuellement connus est considérable et chaque jour les inventeurs en proposent de nouveaux auxquels ils donnent souvent des noms plus ou moins fantaisistes. Parmi ces explosifs, les uns sont destinés aux usages militaires et doivent satisfaire à certaines conditions au point de vue de leur bonne conservation et de la sécurité dans les transports et dans leur emploi, les autres, devant être utilisés principalement dans les mines de charbon de terre, doivent offrir le plus de garantie possible contre l'inflammation du grisou.

L'emploi des explosifs est, en effet, dans les mines à grisou une des causes de danger des plus graves. Pendant les six années qui se sont écoulées de 1881 à 1887 la statistique a enregistré les nombres suivants :

	Nombre	Victimes tuées	Victimes blessées
Accidents causés par l'emploi des lampes.	59	34	81
Coups de mine.	36	194	92

D'où il ressort que si les accidents qui ont pour cause déterminante le tirage des coups de mine ne sont pas les plus nombreux, ce sont eux qui font le plus grand nombre de victimes. En effet, un coup de mine produit dans toute la partie de la mine avoisinante un ébranlement assez intense pour mêler à l'air des galeries les petites quantités de grisou accumulées dans les poches du toit, et pour mettre en suspension la poussière de houille qui jonche le sol. Si le coup met le feu au grisou, les flammes produites s'étendent donc plus loin que cela aurait eu lieu, si le grisou avait été enflammé par une lampe dans une atmosphère calme.

Pour éviter une cause d'accidents aussi redoutables, il faudrait supprimer l'emploi des explosifs dans les mines à grisou ; mais cette suppression, possible au prix de sacrifices généralement coûteux, lorsqu'il s'agit de l'abatage de la houille elle-même, n'est pas applicable aux travaux au rocher nécessités pas l'élargissement des galeries ou leur percement à travers des bancs. Aussi a-t-on cherché dans tous les pays, dans ces der-

nières années, sinon à rendre l'emploi des explosifs tout à fait inoffensif, au moins à en diminuer considérablement les dangers. La Commission française du grisou, instituée par la loi du 26 mars 1877, de même que les commissions anglaise, prussienne et autrichienne, qui, vers la même époque, furent chargées de l'étude des mêmes questions, fut amenée à cette conclusion qu'aucun procédé ne paraissait susceptible de parer aux dangers auxquels l'emploi de la poudre noire expose les mines à grisou. En effet, les coups de mine tirés à la poudre noire allument généralement le grisou, surtout lorsque le coup de mine, au lieu de travailler en brisant la roche, débourre. C'est en vain que l'on essaya le bourrage à l'eau que l'on supposait capable d'éteindre les flammes de la poudre, ainsi que le bourrage avec du sable ou de l'argile humide. On ne réussit pas mieux en plaçant la cartouche au milieu d'un sac en papier imperméable rempli d'eau, procédé qui fut breveté sous le nom de *cartouche Settle*, et fut reconnu à la fois peu commode et insuffisant.

C'est la Commission anglaise qui, la première, eut l'idée de substituer, dans ses essais, à la poudre noire des explosifs brisants, tels que la dynamite, le fulmi-coton et autres explosifs du même genre; les résultats obtenus permirent de constater que l'emploi de ces explosifs était beaucoup moins dangereux. A la suite des expériences faites principalement en Prusse, on crut pouvoir attribuer une sécurité presque complète à l'emploi de certains explosifs. C'est alors que le ministre des travaux publics institua, le 12 février 1887, une Commission chargée de l'étude des questions se rattachant à l'usage des explosifs dans les mines à grisou; après entente avec le ministre de la guerre, il fut décidé que la Commission des substances explosives, qui fonctionne près de ce ministère, serait chargée des expériences. Les résultats de ces recherches ont été publiés dans deux rapports, en date des 5 juillet et 8 novembre 1888, qui ont été reproduits dans les *Annales des mines* (8e série, t. XIV, p. 197 et suivantes) et distribués à un grand nombre d'exemplaires aux exploitants des mines; M. Mallard, inspecteur général des mines, qui avait été adjoint à la Commission pour ces études spéciales, en a fait un résumé dans le *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale* (juin 1890), résumé auquel nous avons emprunté la plupart des considérations générales qui précèdent.

« Les expériences de la commission ont confirmé que les explosifs, c'est-à-dire les substances susceptibles d'être parcourues par l'onde explosive, sont beaucoup moins dangereuses dans les mines à grisou que la poudre noire; que la sécurité parfaite, impossible avec la poudre noire, est possible avec des explosifs convenablement choisis. La sécurité est d'autant plus grande que l'explosif est mieux et plus complètement bourré dans le trou et que la masse de l'explosif est moins considérable.

« Toutes choses égales, la sécurité dépend surtout de la température de détonation de l'explosif. La commission a donné des formules au moyen desquelles on peut calculer la température de détonation d'un explosif, dont la composition et le mode de décomposition, sous l'influence de l'onde explosive sont connus. Au moyen de ces formules on peut apprécier immédiatement le degré de sécurité d'un explosif donné. Il convient, dans tous les cas, que la température de détonation soit inférieure à 2,200°. »

M. Mallard passe ensuite en revue les explosifs proposés pour être employés dans les mines. Il divise les explosifs simples en deux classes, suivant que leur décomposition donne naissance à des produits comburants ou à des produits combustibles. Ceux de la première classe, tels que la nitroglycérine, la nitromannite, l'azotate d'ammoniaque, le chlorate de potasse, sont en général trop sensibles au choc et sont considérés comme trop dangereux pour pouvoir être employés dans les mines. Ceux de la deuxième classe sont très nombreux, mais le mode de décomposition que provoque chez eux la détonation n'est pas connu avec certitude; tels sont les cotons nitriques, l'acide picrique, les binitrobenzine et chlorobinitrobenzine, l'azotate de cuivre ammoniacal, le picrate d'ammoniaque, le fulminate de mercure. La plupart de ces explosifs dégagent de l'oxyde de carbone par la détonation; ils ne peuvent donc être employés directement dans les mines où il importe de ne pas produire un gaz aussi éminemment toxique. En outre, la présence dans les produits de la détonation de gaz combustibles, tels que l'hydrogène et l'oxyde de carbone, présente un danger; en effet, ces gaz, s'ils viennent à une haute température au contact de l'air, peuvent s'enflammer, la chaleur ainsi produite ralentit naturellement le refroidissement des gaz et peut permettre l'inflammation du grisou.

Les explosifs binaires ou multiples se divisent également en deux groupes : dans l'un sont rangés tous ceux dont les produits de la détonation ne peuvent réagir l'un sur l'autre; dans l'autre, au contraire, se trouvent ceux dont les produits de la détonation peuvent réagir mutuellement.

Dans le premier groupe on rencontre trois sortes d'explosifs : 1° l'explosif est comburant ou combustible, la substance non explosive est indécomposable; le type de ces explosifs est la dynamite. La matière inerte a l'avantage d'abaisser la température de détonation, ce qui diminue le danger de l'emploi en présence du grisou; mais, pour avoir un degré convenable de sécurité, il faudrait augmenter beaucoup la proportion de matière inerte qui n'agit comme réfrigérant que par sa chaleur spécifique. On serait conduit ainsi à faire usage d'un explosif d'un volume trop considérable et trop encombrant; 2° l'explosif est comburant ou combustible et le non explosif est décomposable par la détonation. Tel est le mélange de la nitroglycérine avec une substance qui peut éprouver, sous l'action de la haute température que produit la détonation, une décomposition plus ou moins complète absorbant de la chaleur. Cette substance peut être un sel hydraté perdant son eau plus ou moins aisément, tel que le carbonate de soude cristallisé, le sulfate de manganèse, l'alun, ou un sel susceptible de se décomposer sous l'influence de la chaleur et donnant de préférence des produits exclusivement gazeux,

qui contribuent à augmenter la pression développée par la détonation et par conséquent l'effet utile; tel est le chlorhydrate d'ammoniaque qui a été expérimenté par la Commission. Sous le nom de *wetter-dynamit* (*dynamite-grisou*), les mélanges de dynamite et de carbonate de soude cristallisé, ont été recommandés par les Commissions prussienne et autrichienne. On a également essayé, avec succès, un mélange de parties égales de dynamite et sulfate de soude cristallisé, ou alun ammoniacal, ou chlorhydrate d'ammoniaque, ou même de poussière très fine de houille; 3° les deux substances sont des explosifs, tous les deux comburants ou combustibles. C'est à ce genre d'explosifs que la Commission des substances explosives a donné la préférence pour être employés dans les mines, posant toutefois comme condition que les explosifs devaient être tous les deux comburants, l'un, par exemple, l'azotate d'ammoniaque, et l'autre la nitroglycérine ou l'un de ses dérivés. C'est ainsi qu'avec un mélange de dynamite et d'azotate, on a obtenu une sécurité satisfaisante. Si à la dynamite à base inerte, on substitue une dynamite à base active, telle que la dynamite gomme, il faut pour conserver la même température de détonation augmenter la proportion d'azotate. Ces mélanges n'ont qu'un inconvénient, c'est de se détériorer rapidement dans l'air humide, l'azotate d'ammoniaque absorbant aisément l'eau hygrométrique. Il faut donc les préserver avec le plus grand soin de l'humidité. La Société générale des dynamites livre à l'industrie, en ce moment, des mélanges de dynamite-gomme et d'azotate dans des proportions variées.

Dans le deuxième groupe qui comprend les explosifs binaires dont les produits de la détonation peuvent réagir mutuellement, on peut distinguer : 1° ceux composés d'un explosif combustible et d'un comburant non explosif, le fulmicoton, par exemple, avec l'azotate de soude, de potasse ou de baryte. Les explosifs de ce genre, tels que la poudre pyroxylée donnent, au point de vüe de la non inflammation du grisou, d'assez bons résultats, mais dégagent de l'oxyde de carbone; 2° un explosif comburant avec une substance combustible explosive ou non; par exemple, le coton nitré ou la benzine nitrée, la naphtaline nitrée avec l'azotate d'ammoniaque. La bellite, la roburite, l'explosif Favier rentrent dans cette catégorie, mais leur composition n'est pas connue avec une entière certitude et, bien que ces substances aient donné des résultats assez satisfaisants, cette incertitude enlève toute valeur aux expériences faites avec elles. La première chose, en effet, que les exploitants des mines doivent exiger, c'est de connaître entièrement la nature et le dosage des substances qui leur sont proposées, afin de pouvoir leur appliquer les formules établies par la Commission.

Il nous reste maintenant à dire quelques mots des explosifs au point de vue de leur emploi pour les usages militaires. La dynamite, adoptée par le Ministère de la guerre, avait le grave inconvénient d'être trop sensible aux variations de température. Au contraire, avec le coton-poudre, employé par le Ministère de la marine, on n'avait pas à se préoccuper, ni des dangers d'exsudation, ni du danger de congélation. Mais la dynamite et le coton-poudre sec avaient un grave inconvénient commun, résidant dans leur sensibilité sous le choc de la balle, ce qui pouvait rendre leur transport et leur emploi dangereux sur le champ de bataille. La commission des substances explosives fut alors chargée d'entreprendre des essais ayant pour but de trouver un explosif susceptible de détoner sous l'influence d'une amorce fulminante convenable, et ne faisant pas explosion sous le choc de la balle. On essaya alors de recourir à l'emploi d'une cartouche, renfermant à la fois un explosif susceptible de ne pas détoner sous le choc de la balle, et une petite charge amorce d'un explosif plus sensible capable de provoquer l'explosion sous l'influence du détonateur réglementaire au fulminate de mercure; les deux charges devaient seulement être réunies au moment de leur emploi. Parmi les différentes substances qui furent essayées, seul le coton-poudre humide parut susceptible de donner des garanties suffisantes de non inflammation sous le choc de la balle; afin d'éviter la complication résultant de l'emploi d'une petite charge amorce de coton-poudre sec, la Commission rechercha, mais en vain, s'il serait possible de faire usage d'un coton-poudre renfermant un taux d'humidité suffisant pour le mettre à l'abri de l'inflammation sous le choc des balles, tout en restant susceptible de détoner directement sous l'influence de l'amorce au fulminate réglementaire.

L'adoption, en 1886, d'un nouvel explosif, auquel on a donné le nom de *mélinite*, vint mettre fin à ces recherches. La mélinite, dont la composition est encore tenue secrète, est aujourd'hui seule employée dans l'armée de terre pour le chargement des pétards de cavalerie, ainsi que pour le chargement de certains projectiles creux. La marine continue à faire usage, pour le chargement de ses torpilles, de coton-poudre humide avec charge d'amorce en coton-poudre sec.

° * **EXPOSITION INTERNATIONALE D'ANVERS.** Pour la première fois, la Belgique a convié, en 1885, les nations à une grande fête de l'industrie et du travail, et ce n'est pas la capitale qu'on a choisie pour placer cette exposition. Cette anomalie apparente s'explique par deux raisons : la première, c'est qu'Anvers est devenue par sa situation excellente comme port de mer et surtout par les travaux énormes qui y ont été effectués, la ville commerçante par excellence du royaume; la seconde, et la plus importante sans doute, c'est que l'Exposition de 1885, toute officielle et internationale qu'elle ait été, peut être considérée comme une entreprise surtout Anversoise, comme projet, comme dépenses et comme résultats. Ce fut une réclame colossale imaginée pour faire connaître les merveilles du port remanié et des bassins nouveaux, qui avait passé alors de quelques centaines de mille tonnes à plus de 4,000,000. Un seul chiffre donnera idée des travaux entrepris pour ce port où la profondeur est exceptionnelle : le développement des quais atteint 3^{k},500. En présence de pareils sacrifices, les dépenses d'une Exposition, même si les résultats matériels n'en devaient pas être immédiatement favorables, n'étaient pas une charge bien lourde, et le moyen était certes aussi pratique qu'ori-

ginal d'attirer les spécialistes et les badauds pour le plus grand profit de l'œuvre à laquelle la Belgique tout entière était intéressée.

L'Exposition occupa environ 100,000 mètres carrés, et en longueur 105,000 mètres de galeries couvertes. La Belgique reçut 30,000 mètres carrés, la France 22,000, l'Allemagne, qui, suivant la règle invariable adoptée depuis l'Exposition de Philadelphie, n'exposait pas officiellement, 8,000 mètres carrés seulement; l'Italie, 4,000, l'Autriche 4,000; l'Autriche a exposé sans sa compagne ordinaire, la Hongrie, celle-ci étant retenue par une exposition nationale organisée à la même époque à Buda-Pesth.

Plusieurs dispositions relatives à cette exposition d'Anvers sont à retenir ; le côté pratique, en général, a été très soigné par la municipalité ; par exemple, un comité officiel de logements avait recueilli 12,000 adresses de particuliers disposés à louer des locaux meublés suivant un tarif très équitable, et l'étranger était aussitôt dirigé, par les soins de ce comité, sur un abri convenable et relativement peu coûteux ; les hôtels n'en ont d'ailleurs pas souffert, à ce qu'il a paru. Pour les classes travailleuses attirées à l'Exposition, la municipalité avait créé à l'Athénée royal un hôtel populaire, à raison de 1 franc par jour et par lit.

M. Lynens a été président du comité. M. Koch, secrétaire général. La commission française était présidée par M. Dietz-Monin, sénateur; on retrouvait dans son sein, et parmi les présidents de sections, les noms les plus connus de la politique, de la banque et de l'industrie : MM. Ed. Halphen, secrétaire ; Teisserenc de Bort, Félix Faure, Barbedienne, Bessand, directeur de la *Belle Jardinière*, E.-O. Lami, G. Sandoz, etc. Le commissaire général était M. Robcis-Borghers, consul général de France à Anvers.

Les fêtes d'inauguration ont été, comme toutes les solennités analogues en Belgique, simples, et de caractère tout à fait populaire. Le roi, en quelques mots, a déclaré l'Exposition ouverte, et a parcouru quelques galeries, où d'ailleurs suivant une coutume regrettable qui ne fait que s'accentuer à chaque exposition universelle, rien n'était prêt. Il a fallu environ un mois pour que tout soit placé.

Les principales curiosités de cette exposition étaient une belle galerie des machines, au-dessus de laquelle courait un balcon d'où on pouvait avoir une curieuse vue d'ensemble ; le pavillon des colonies françaises dans le genre cambodgien, très décoré et très découpé; l'exposition italienne, très coquette, et l'exposition spéciale des Etats du Congo, pays nouvellement constitué en apanage au roi des Belges personnellement, et dont on espérait beaucoup ; l'Exposition de 1885 avait donné l'occasion de faire autour de cet Etat nouveau un peu de réclame, et on peut dire que la réunion de tout ce qui pouvait intéresser le public avait été réussie avec beaucoup de goût par les organisateurs. On sait qu'après une expérience de cinq années, le roi Léopold a retrocédé à son pays ces Etats exotiques peu productifs, et dont il ne pouvait plus supporter les charges.

On remarquait encore les chefs-d'œuvre envoyés par le fondeur Thiébaut, et la Société française industrielle des métaux. Il y avait là un monument composé de toutes les formes de cuivre, et dont la valeur était importante.

Quant à la section française, elle comprenait 2,400 exposants, plusieurs collectivités, celle entre autres des zingueurs-plombiers-couvreurs, celles des vins, de la soie, des étoffes de Reims et de Rouen ; inutile d'ajouter que nos nationaux tenaient la première place à l'exposition spéciale des Beaux-Arts où, qu'on nous permette de le rappeler, le jury se livra aux plus incompréhensibles fantaisies. La section française, inaugurée solennellement le 10 juin par M. Pierre Legrand, alors ministre du commerce, assisté de M. Turquet, son secrétaire d'Etat aux Beaux-Arts, a été une fois de plus un grand succès à notre actif.

L'Exposition d'Anvers coïncidait avec le cinquantenaire des chemins de fer. On en a fait l'occasion de fêtes populaires très réussies, notamment d'un joli cortège des moyens de transport, avec les voitures et les costumes du temps. A signaler encore divers congrès, et la visite des ingénieurs civils, reçus à Anvers par le corps très remarquable de leurs confrères belges.

En somme, l'Exposition universelle d'Anvers a été un succès d'affluence, d'intérêt, de curiosité et d'argent, et nous avons d'autant plus à nous en féliciter, que la France s'y est montrée digne de sa renommée, et qu'elle y a fait entrevoir déjà, par le réveil de son industrie, ce qu'elle comptait faire en 1889. — C. DE M.

o* **EXPOSITION DE BARCELONE 1888.** Comme Anvers, Barcelone a subi dans ces dernières années une transformation capitale, qui en a fait une grande ville industrielle et commerçante. On y compte, parmi les installations nouvelles, d'importantes fabriques de draps et de lainages, de cotonnades, de soieries, de dentelles, de cuirs, de bougies, de chocolat, de savons, d'armes. Des services de bateaux à vapeur et de chemins de fer sont fort bien compris pour amener là tout le mouvement du nord de l'Espagne, et une grande partie du commerce méditerranéen ; malgré les défectuosités de son port, il se fait un important mouvement de navires, qui exportent les vins, les eaux-de-vie, les oranges et les fruits, le plomb, le mercure, et qui importent le charbon, les machines, les bois de construction, les produits chimiques et les articles de Paris.

Cette ville était tout indiquée pour recevoir l'exposition des produits espagnols. L'idée première fut lancée par un spéculateur ; l'entreprise allait sombrer, quand la municipalité prit en main la direction et étendit le cadre du projet primitif. Le trésor public fit une avance de deux millions et les principaux personnages du gouvernement prêtèrent leur appui moral.

On a compté environ 12,000 exposants et la plupart des nations ont été représentées officiellement. Le palais de l'Exposition, construit au bord de la mer, a été conservé en partie. L'exposition des produits maritimes était particulièrement curieuse ; son emplacement avait été prolongé, sur la mer même, d'environ 80 mètres, au moyen d'un plancher soutenu par des pilotis en fer très légers ; on embrassait, d'un coup d'œil, de l'extrémité de cette immense jetée, près de douze lieues de côtes. On cite encore parmi les curiosités de cette exposition, l'allée des Tilleuls et ses magnolias, le Musée rétrospectif, le châlet du marquis de Campos, tout en bois de mélèze, un véritable bijou de mosaïque et de marqueterie, le pavillon de Séville, la *fontaine magique*, le palais mauresque de l'exposition maritime, construit par la Compagnie transatlantique espagnole. On a remarqué aussi une superbe collection de médailles de M. Vidal Cuadrats ; c'est, paraît-il, la plus belle du monde entier.

L'Exposition fut ouverte le 20 mai. On se rappelle que la flotte française alla saluer la reine régente à son passage à Barcelone, hommage qui fut très remarqué ; cette exposition eut un vif succès, plus encore comme gaîté et comme cadre, que par la perfection et l'intérêt des produits exposés.

o* **EXPOSITION DE PARIS 1889.** L'idée première d'une exposition à Paris coïncidant avec le centenaire de la Révolution française semble devoir être attribuée au *Petit Journal*, qui en parlait à plusieurs reprises, et notamment le 8 août 1883 par la plume de Thomas Grimm. Cette exposition, par une prévoyance dont les événements ont montré la sagesse, devait être uniquement nationale, puisqu'elle était destinée à rappeler un événement qui, bien qu'ayant bouleversé le monde entier, n'en était pas moins particulier à la France, et que, de plus,

sa glorification pouvait heurter les convictions de peuples ou de souverains étrangers.

Néanmoins le ministère Jules Ferry, après avoir pressenti les cabinets européens, décida que cette exposition serait universelle et internationale ; la définition en fut donnée officiellement en ces termes : « L'Exposition de 1889 aura le caractère d'une exposition centenale, résumant ce que la liberté du travail inaugurée en 1789, date économique en même temps que politique, a produit de progrès au cours du siècle qui vient de s'écouler. C'est à cet examen de la situation économique universelle que sont conviées toutes les nations ».

Mais les partis politiques ont en France si peu de consistance, que depuis le premier projet jusqu'à l'exécution définitive, on put compter cinq ou six ministères différents, tour à tour favorables ou défavorables à l'idée fondamentale, et au milieu de toutes ces hésitations, se produisit un fait regrettable : l'entente des grandes puissances européennes définitivement ralliées à l'abstention, par crainte de se compromettre dans une aventure.

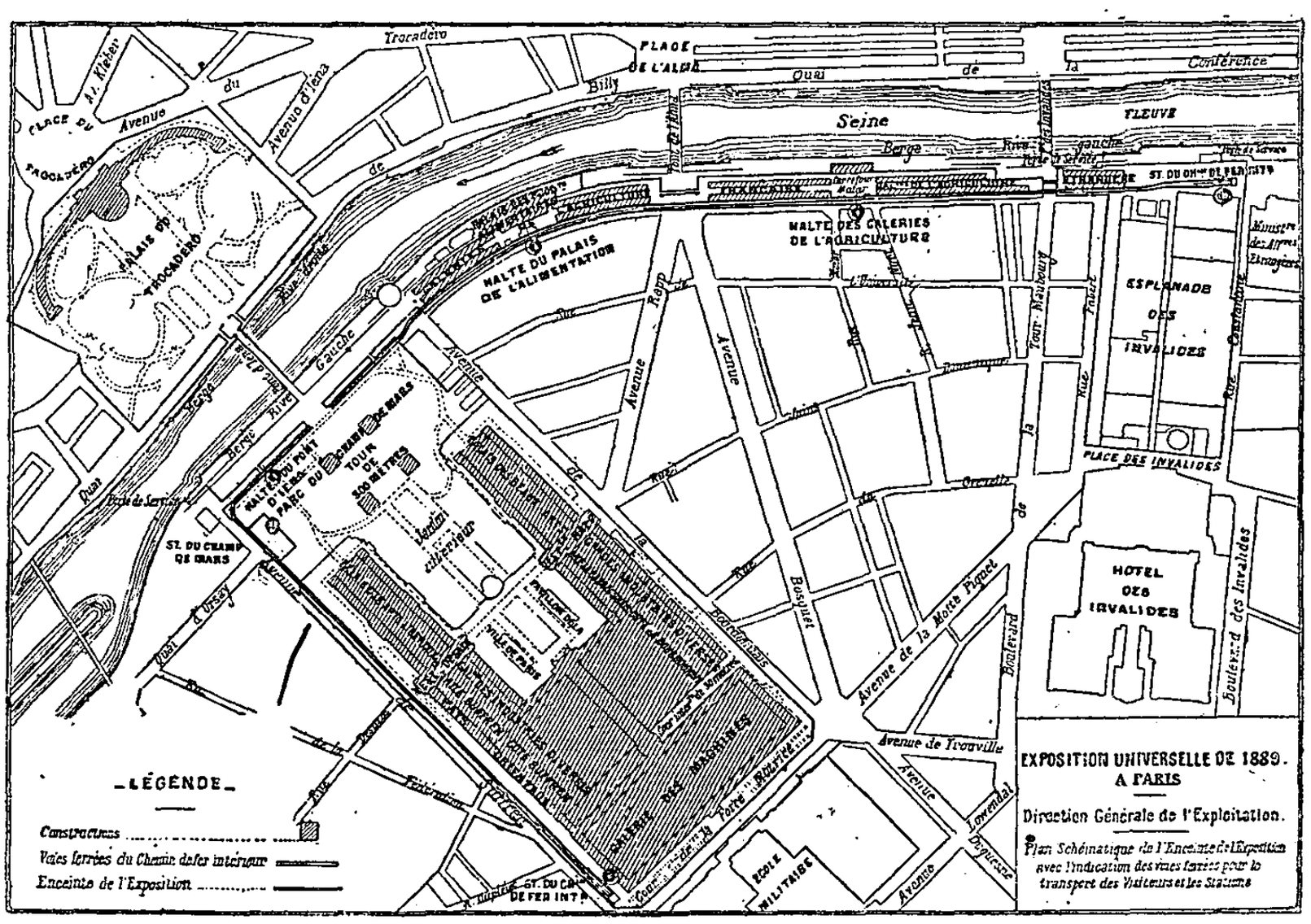
Les efforts postérieurs, notamment ceux de M. Lockroy, à qui est due la véritable impulsion utile, ne parvinrent pas à leur faire modifier une résolution plus préjudiciable encore à leurs nationaux qu'au succès de notre entreprise, ainsi que l'expérience l'a démontré.

Passons maintenant à l'exécution même.

Deux questions se présentaient tout d'abord, l'emplacement et les dépenses.

Le plan.

L'emplacement devait être le Champ-de-Mars. La superficie en est considérable, et sa situation dans Paris permet d'en dégager facilement les abords, pour la circulation d'un nombre très considérable de visiteurs. On décida d'y joindre le Trocadéro par le pont d'Iéna, et l'Esplanade des Invalides par les quais. On obtenait


Trocadéro
PLACE DE L'ALMA
Quai de la Conférence
Seine
FLEUVE
Berge
Rive gauche
Pont de Iéna
Avenue d'Iéna
Billy
PLACE DU TROCADÉRO
PALAIS DU TROCADÉRO
MAITE DU PALAIS DE L'ALIMENTATION
MAITE DES GALERIES DE L'AGRICULTURE
ESPLANADE DES INVALIDES
PLACE DES INVALIDES
HOTEL DES INVALIDES
Boulevard des Invalides
Avenue de la Motte Picquet
Avenue de Tourville
Boulevard
Rue Fabert
Rue Oudinot
Rue Chevert
Rue Saint-Dominique
Rue Bosquet
Rue Gaudot
Rue Jean Nicot
Rue Fresnel
Rue Casimir Périer
Rue de Constantine
Rue de la Tour-Maubourg
Avenue de Suffren
Avenue de Lowendal
Avenue de la Bourdonnais
Quai d'Orsay
Quai de Passy
Quai de Billy
Avenue Rapp
Avenue
Avenue de Labourdonnais
Avenue de Constantine
Avenue de Saxe
Avenue de Ségur
Avenue de Breteuil
Avenue de Villars
Avenue de la Motte Picquet
Avenue de Tourville
Avenue de Lowendal
Avenue de la Bourdonnais
Avenue de Suffren

tié, à l'exposition coloniale, et pour l'autre, aux expositions particulières de l'Etat: ministère de la guerre, postes et télégraphes, poudres et salpêtres, école d'aréostation. Plus tard, on fit une grande place à côté de l'hygiène à l'exposition d'économie sociale. — V. Economie sociale.

Le quai, sur une longueur de plus de 3 kilomètres, était couvert par la double rangée des bâtiments de l'agriculture. Au Trocadéro, dans le palais même, on avait placé les collections de l'art rétrospectif, et dans le jardin, les merveilles de l'horticulture européenne et étrangère, des eaux et forêts, de nos travaux publics.

Organisation financière. Dépenses.

Toute cette installation grandiose et luxueuse ne s'est pas faite sans de gros sacrifices d'argent, mais néanmoins on peut dire que le résultat n'a pas été payé trop cher. On ne peut que rendre hommage, même à l'instant où nous écrivons, plus d'un an après la fermeture de l'Exposition, à l'activité des organisateurs, à leur esprit pratique et à leur probité.

L'Exposition de 1878 avait coûté 53,000,000, mais 13,000,000 avaient été consacrés à la transformation du Trocadéro; ces travaux n'étant plus en ligne de compte, on avait estimé à 43,000,000 de francs le devis primitif des dépenses pour 1889, comprenant :

	Evaluations	Dépenses
Palais des Beaux-Arts . .	5.372.484	6.763.707
— des Machines.	7.233.384	7.513.894
— des Industr. diverses	5.786.406	5.885.637
Nivellement, égouts. . . .	524.847	524.847
Réserves.	85.025	95.912
Exposition d'horticulture.	300.000	300.000
— d'agriculture .	600.000	600.000
Parcs et jardins.	3.082.654	2.033.654
Bureaux, etc.	458.911	458.911
Clôtures.	450.000	450.000
Viabilité.	80.000	25.672
Passerelles.	200.000	200.000
Eaux et gaz.	600.000	600.000
Voies ferrées	363.259	363.269
Water-closets.	175.000	»
Réserves pour la construction.	4.815.220	3.082.064
Réserve spéciale.	1.004.873	»
Service mécanique.	93.000	93.000
Expositions horticoles. . .	66.000	66.000
— d'économie sociale	75.600	75.600
Totaux	32.664.518	29.433.160

Une subvention devait être allouée a M. Eiffel, pour sa tour de 300 mètres, sur les frais de construction.

L'Etat entra pour 17,000,000 seulement dans les dépenses, la Ville donna 8,000,000, le reste fut fourni, comme en 1867, par une société de garantie à qui incombait la responsabilité financière, système excellent, en ce qu'il appelait en quelque sorte le commerce, l'industrie et la banque, à concourir au succès de l'entreprise, et qu'il évitait le retour des surprises de 1878, où le déficit atteignit 21,000,000, tandis que l'Exposition de 1867 avait donné près de 25 0/0 de bénéfices aux souscripteurs du fonds de garantie ; nous pouvons dire de suite que celle de 1889 s'est soldée par un reliquat net de 9,000,000.

On trouve dans la Société de garantie les grands noms de l'industrie et de la finance, le président du Crédit foncier, le syndic des agents de change, les présidents des grandes compagnies de chemins de fer, les grands magasins. Le *Louvre* et le *Bon Marché* fournirent chacun 500,000 francs. La souscription n'ayant pas été fermée le fonds de garantie atteignit en cinq mois 22,000,000 au lieu de 18 qu'on réclamait tout d'abord.

Un peu plus tard, une autre société, dans laquelle entrait le Crédit foncier, se substitua à la première, et reçut l'entreprise des entrées à ses risques et périls, moyennant un apport supérieur de 3,500,000 francs.

Une combinaison de valeurs à lots sans intérêts, et remboursables au pair, auxquelles étaient attachés des tickets d'entrée ayant une valeur égale au montant même de l'obligation, rencontra une faveur extraordinaire auprès du public. Le montant de l'émission s'éleva à 30,000,000, pour lesquels l'amortissement et le service des lots n'exigeaient que 6,000,000. La réussite de cette opération confiée au Crédit foncier permit à l'Etat de dégager la Société de garantie, et de réaliser encore un bénéfice de 3,500,000 francs, qui purent être utilement employés dans l'intérêt de l'Exposition et des classes ouvrières. En outre, ce système mettant en circulation un nombre exagéré de tickets d'entrée, eut pour résultat d'en abaisser le cours, et de permettre ainsi l'entrée à des visiteurs intéressants, et qui sont souvent arrêtés par la modique somme de un franc à laquelle ce droit d'entrée avait été fixé pour la journée. Le soir, on exigeait deux tickets, et cinq pour les grandes fêtes de nuit.

Pour en terminer avec les conditions financières de l'Exposition, nous ferons remarquer que rarement on est arrivé à une appréciation aussi juste des dépenses. En effet, la *diminution* totale sur les évaluations premières a été de 3,232,000 francs; et si quelques devis ont été au-dessus des prévisions, cet excédent s'est trouvé justifié par des modifications au plan original.

Comme on le voit, dans le tableau ci-contre, l'excédnt des dépenses porte principalement sur le palais des Beaux-Arts et sur le palais des Machines ; le palais des Industries diverses a coûté aussi près de 100,000 francs de plus. Les diminutions les plus considérables ont été faites sur les parcs et jardins, pour plus de 1,000,000, et la viabilité, grâce à l'habile direction de M. Alphand, et à l'organisation exceptionnelle des serres et du personnel de la Ville de Paris. De plus, les réserves n'ayant pas été employées, par suite de l'exactitude des devis, sont venues en diminution pour une somme totale de 2,737,000 francs. Au total on a réalisé sur les prévisions une économie inespérée de 3,232,3 8 francs; elle montre avec quel soin ces travaux avaient été préparés, et avec quel scrupule ils ont été vérifiés.

L'installation.

Ajoutons, pour justifier ces dépenses, quelques renseignements techniques.

Les palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux ont chacun 230 mètres de long sur 80 de large et leur coupole est élevée de 54 mètres au-dessus du sol ; le dôme central, haut de 60 mètres, a été un des plus beaux morceaux d'architecture de l'Exposition ; on ne pouvait tirer meilleur parti du fer, tant au point de vue de la légèreté qu'à ceux de la richesse et de l'élégance. Il est bon de noter que là ont été réunis, dans l'emplacement et le voisinage le plus favorables à l'effet produit, les spécimens de tous les arts décoratifs : mosaïque, verrerie, émaux, faïence peinte ou de couleur, tapisseries, bronze fondu et acier découpé. C'est la première fois qu'on appliquait tous ces éléments sur une échelle aussi grandiose. Le résultat en a été concluant (fig. 511).

Le dôme central était relié à la galerie des machines par une courte galerie, de 30 mètres de largeur, réservée aux chefs-d'œuvre de la métallurgie et de la fonderie, et sur laquelle s'ouvraient par des portes véritablement merveilleuses, les diverses galeries du mobilier, du vêtement et des tissus, des industries extractives, de bijouterie et de l'orfèvrerie, de la chasse et de la pêche, de la céramique et de l'horlogerie. On arrivait ainsi à la galerie des machines, considérée, bien plutôt que la tour Eiffel,

comme le tour de force de l'Exposition, 420 mètres de longueur, 145 mètres de largeur, 45 mètres de hauteur ! Jamais on n'avait construit, sans travée intermédiaire, un hall aussi gigantesque. Il couvre 47,300 mètres de terrain, cinq hectares, l'étendue d'une petite ville de province, et cela, ce qui constitue surtout le tour de force et le chef-d'œuvre de construction, avec quarante points d'appui seulement sur le sol ; les constructions métalliques de ce palais ont été soumissionnées par les deux grandes Compagnies de Fives-Lille et des anciens établissements Cail, chacune pour moitié, et elles ont terminé leur tâche avec la même perfection et en même temps — V. Constructions métalliques.

Il a fallu, pour cette installation de l'Exposition, déplacer plus de 200,000 mètres cubes de terre, établir sous le sol 700 mètres de galeries, 3,500 mètres d'égouts; 3,000 mètres de tuyaux à gaz et 15,000 mètres de conduites d'eau.

La production et la distribution de la force motrice n'ont pas été une des moindres préoccupations des organisateurs ; les progrès constants des machines industrielles en réclamaient une quantité toujours croissante, et les expositions ont dû satisfaire à des exigences de plus en plus grandes : 150 chevaux-vapeur en 1855, 640 en 1867, 2,500 en 1878, 5,500 en 1889. Il avait fallu installer de puissants générateurs contre la galerie des machines qu'ils alimentaient surtout ; ils occupaient une surface d'environ 16,000 mètres carrés.

Il fallait que cette immensité de bâtiments et de jardins fut éclairée la nuit presque comme pendant le jour. Une lumière intense pouvait seule faire valoir les richesses intérieures du dôme central, les vitrines aux mille

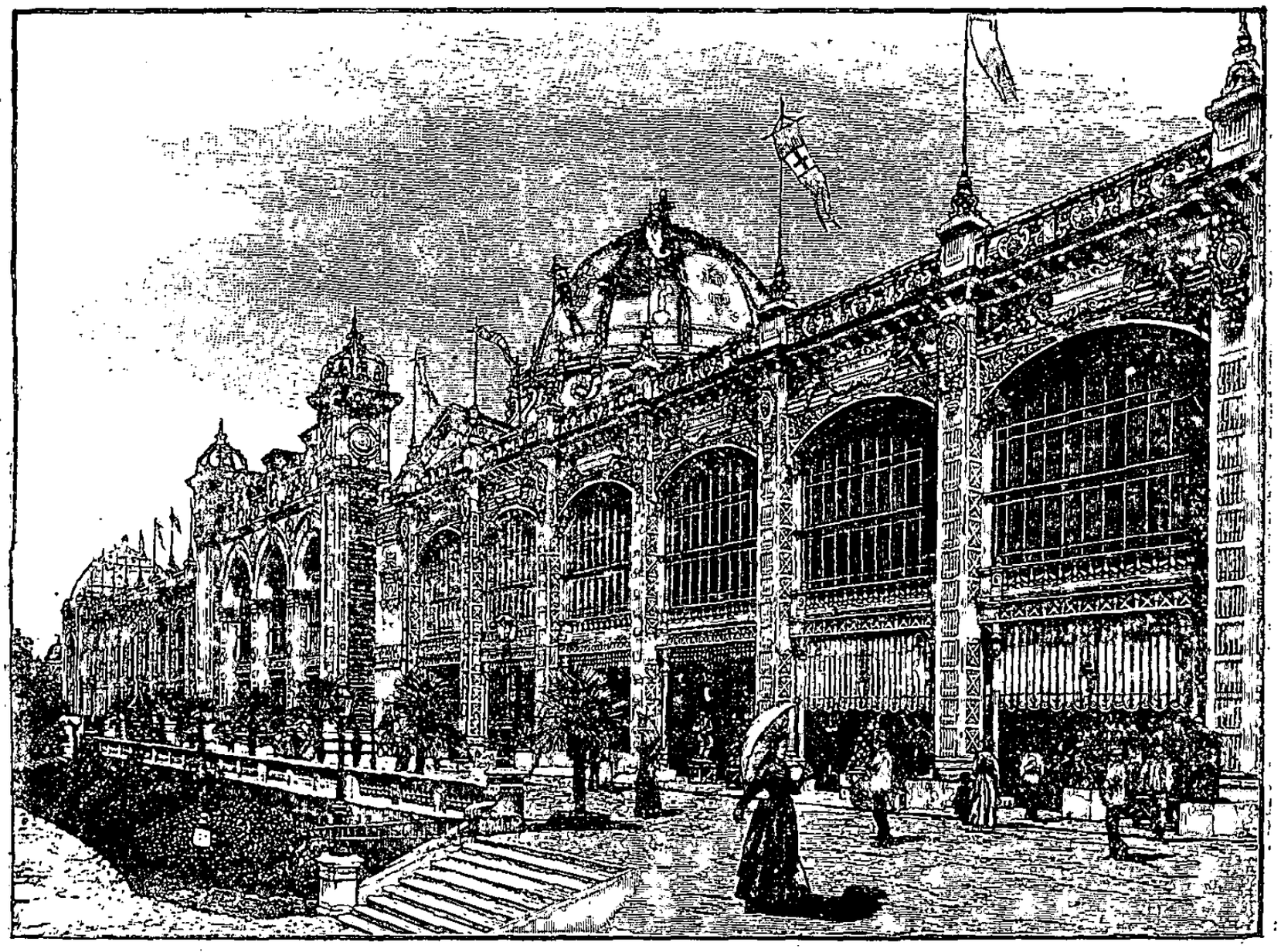


Fig. 510. — *Palais des Beaux-Arts.*

couleurs, les détails délicats des produits exposés : il fallait assurer l'ordre dans les jardins et dans les dégagements, il fallait enfin fournir aux fontaines lumineuses de puissants foyers électriques.

Les restaurants et les cafés, les concerts, les théâtres, toutes les entreprises particulières restèrent chargées de leur éclairage, qui contribuait pour partie à l'effet général. Mais l'administration a fourni à elle seule, chaque soir, une intensité lumineuse équivalant à plus de 1,500,000 bougies, et distribué de cette manière :

51 arcs de 1,000 carcels, 51,000 carcels, 408,000 bougies.

100 arcs de 350 carcels, 35,000 carcels, 280,000 boug.

10 arcs de 200 carcels, 2,000 carcels, 16,000 bougies.

736 arcs de 100 carcels, 72,600 carcels, 580,800 bougies.

100 Jablochkoff, de 50 carcels, 5,000 carcels, 40,000 bougies,

16 lampes-soleil de 100 carcels, 1,600 carcels, 12,800 bougies.

72 grosses lampes de 500 bougies, 5,600 carcels, 36,000 bougies.

10 grosses lampes de 250 bougies, 250 carcels, 2,500 bougies.

3,500 lampes de 8 bougies, 3,500 carcels, 28,000 bougies,

6,500 petites lampes de 4 bougies, 3,250 carcels, 26,000 bougies.

Cet éclairage exigeait une force constante de 4,000 chevaux-vapeur, fournie par vingt-sept machines.

Notons que cet éclairage ne rappelait en rien celui de l'Exposition de 1878, car à cette époque, l'électricité appliquée à l'industrie en était encore aux tâtonnements.

Les transports

En prévision de l'affluence des visiteurs, on avait assuré des moyens de transport et des débouchés exceptionnels. Vingt-deux portes donnaient accès à l'intérieur. Un chemin de fer spécial, créé d'ailleurs en 1878, reliait le Champ-de-Mars à la ligne de ceinture et à la gare

Saint-Lazare : la Compagnie des omnibus avait multiplié ses services de voitures. Les bateaux-omnibus ont transporté plusieurs millions de voyageurs, les voitures particulières, notamment les tapissières, ont été mises largement à contribution ; enfin rappelons, comme curiosité, que les grands magasins du Louvre avaient offert le transport gratuit sur de magnifiques bateaux, tout dorés, à leur clientèle.

A l'intérieur même, un chemin de fer à voie étroite, système Decauville, reliait par les quais et l'avenue

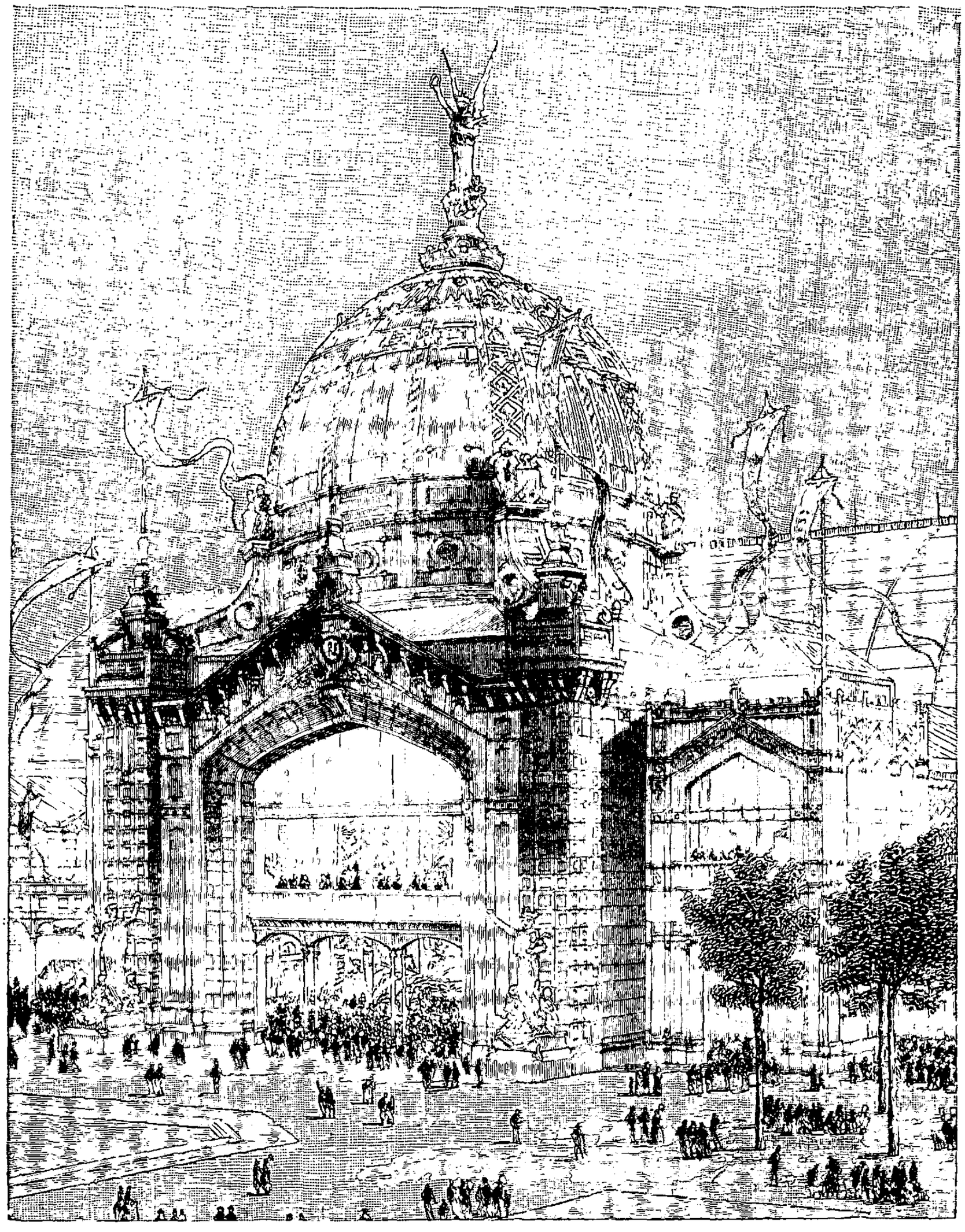


Fig. 511. — *Le Dôme central.*

de Suffren, l'Esplanade des Invalides à la galerie des machines, en contournant le Champ-de-Mars de trois côtés. Non seulement l'entre-rails, mais la voie elle-même de ce chemin de fer, était fort exiguë, et il ne fallait sortir ni bras ni jambes, de peur de se heurter aux arbres et aux palissades ; c'est ce que rappelaient aux voyageurs de curieuses affiches dans toutes les langues, l'allemand excepté, et tous les visiteurs s'en amusèrent beaucoup. — V. Chemins de fer.

Les galeries intérieures étaient ouvertes aux fauteuils roulants, les jardins aux âniers de la rue du Caire, l'Esplanade des Invalides aux indigènes annamites, les *pousse-pousse* populaires traînant leurs légères et originales voitures. Enfin un pont roulant parcourait dans

toute sa longueur la galerie des machines, permettant de circuler sans fatigue dans cette immensité et d'en emporter un très curieux souvenir d'ensemble.

Tous ces transports parisiens ont été extraordinairement actifs, car l'affluence des visiteurs avait dépassé toutes les prévisions. Les Compagnies de chemins de fer, d'abord hésitantes, avaient ensuite porté aux dernières limites de la commodité et du bon marché l'accès vers la capitale. Des trains de plaisir furent organisés tous les dimanches, de tous les points de la France, et dans le cours du dernier mois, on amena, pour quelques francs, des bords de la Méditerranée ou de l'Océan, des légions d'individus que leur état de fortune semblait destiner à rester irrémédiablement provinciaux, et qui n'auraient jamais osé espérer une occasion semblable de voir Paris. Il fallait être dans l'impossibilité absolue de dépenser vingt ou trente francs, pour ne pas venir passer deux jours à Paris, rester quarante-huit heures presque sur ses pieds, presque sans abri autre que l'Exposition jusqu'à l'heure de la fermeture, et les grands chemins la nuit, et retourner dans son pays exténué, mais émerveillé. C'est l'histoire de bien des Français de province en octobre 1889.

Nous avons vu aussi les fantaisistes et les audacieux. Ceux qui sont venus de loin à pied, en vélocipède, en bateau; le russe Asséef, qui a fait à cheval le trajet de Saint-Pétersbourg à Paris; le reporter Moritz Lœvy, de *Extrablatt*, amené de Vienne en vingt-et-un jours par un fiacre de louage, et ces jeunes gens de Bruxelles qui ont accompli leur voyage moitié à pied, moitié dans une brouette, où chacun poussait tour à tour son camarade.

Tous ces humbles visiteurs de l'Exposition tenaient à

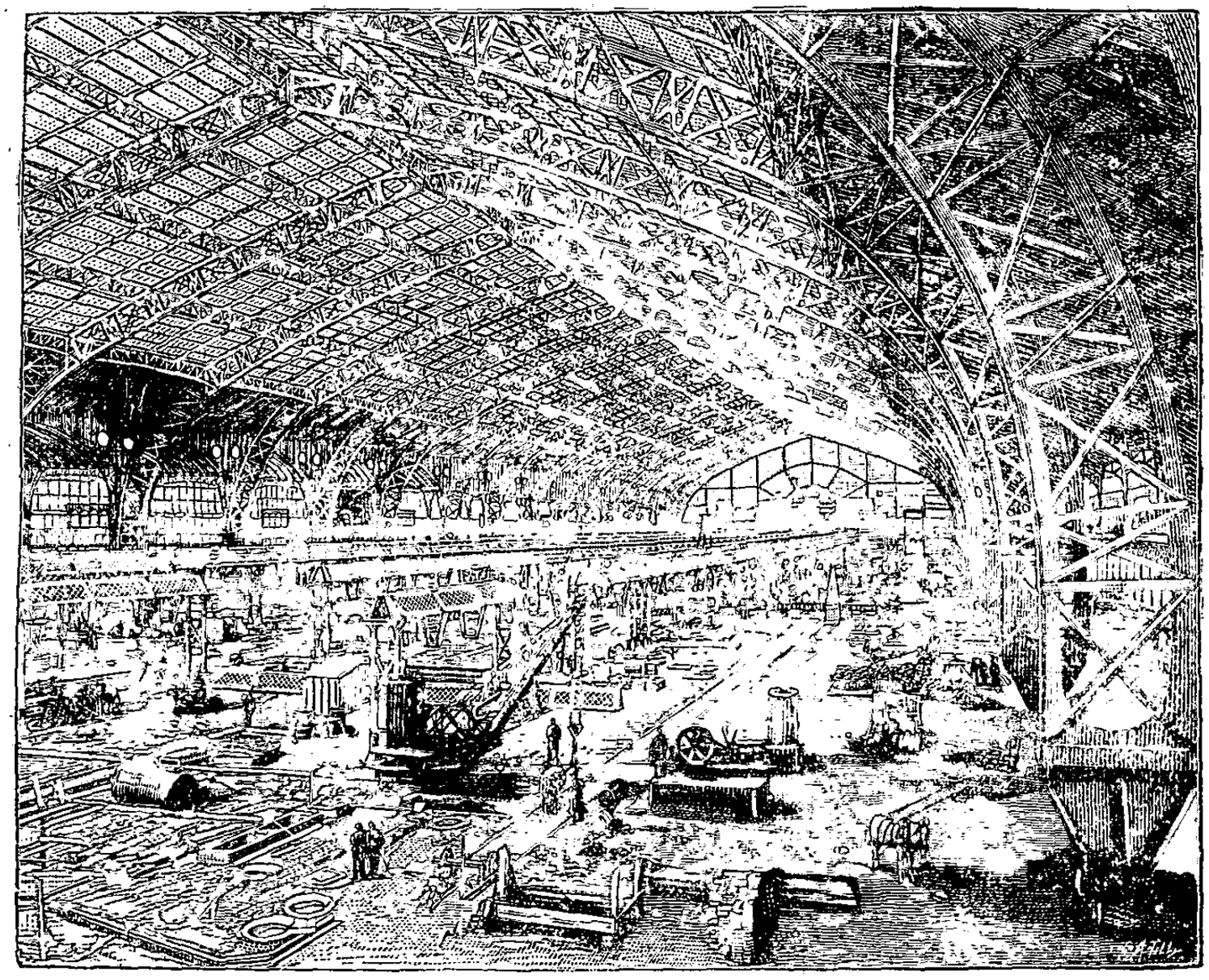


Fig. 512. — *Vue de la construction de la Galerie des Machines au moment de son achèvement.*

profiter largement de leur temps. Certains dimanches, on a enregistré plus de 300,000 entrées, et, afin de jouir du spectacle du soir sans payer une seconde fois, la plupart des visiteurs dinaient dans les jardins, avec des provisions apportées le matin, et promenées toute la journée à bout de bras, offrant ainsi aux amateurs du pittoresque un coup d'œil amusant s'il en fut. Malgré le défaut de *decorum* de cette installation en plein vent, et malgré les dégâts qu'elle causait aux plantations, il a fallu la tolérer, les quarante restaurants concédés à l'intérieur, et dont un très petit nombre avaient un service populaire, étant dans l'impossibilité absolue de satisfaire 200,000 individus en deux heures. Mais les frais nécessités, tous les lundis, pour la remise en état des jardins saccagés n'ont pas été une dépense négligeable.

L'architecture et les constructions.

Au point de vue spécial de l'architecture et de la construction, l'Exposition de 1889 marque une date importante; c'est le triomphe, tant décoratif que pratique, de deux éléments employés jusque-là rarement d'une manière isolée et apparente, dont les applications, en tous cas, avaient donné lieu à des critiques, surtout de la part des gens de goût, des artistes. Les diverses constructions du Champ-de-Mars, en les montrant employées sous toutes les formes, et de la manière la plus heureuse, ont démontré victorieusement qu'un art nouveau était créé, perfectible encore, sans doute, mais déjà en possession de toutes les qualités esthétiques primordiales. Ces deux éléments sont le fer et la terre émaillée.

Dans ce genre nouveau de construction chaque exposition a marqué un progrès. Au système bâtard de 1855, devenu le palais de l'Industrie, a succédé le système, où les côtés techniques avaient seuls été envisagés, du palais circulaire de 1867. En 1878, il y a eu, à ne considérer que l'ensemble, plutôt effort que progrès, bien que les détails aient profité des découvertes nouvelles; mais on avait cherché à allier l'industrie à l'art, sans y réussir d'une manière bien satisfaisante. On a jugé bon de conserver, en le mettant bien en vue, en l'isolant, le plus anti-artistique des pavillons en fer et céramiques de 1878, celui de la ville de Paris. Il peut servir de compa-

raison, et il permettra de mesurer la distance qui sépare ce pâté lourd et informe, de l'élégance du Dôme central de 1889, par exemple. Là c'est la science toute nue de l'ingénieur, étalée avec des chiffres, ici c'est une pensée d'artiste qui connaît les exigences, mais aussi les ressources de la science moderne, où l'on retrouve l'esprit français, qui sait toujours tirer parti, le premier, d'une matière nouvelle, pour en créer des chefs d'œuvre.

Les quantités de métal employées dans les constructions de l'Exposition ont dû être très considérables, car nous n'avons guère trouvé de données exactes que pour les différentes parties de l'exposition officielle ; mais des pavillons comme ceux de la République Argentine, du Brésil, du Chili, ont nécessité encore d'importantes fournitures de fer et de fonte d'art. Nous n'essaierons donc pas de donner des chiffres approximatifs. Rappelons seulement que dans la Tour Eiffel il est entré 6,500.000 kilogrammes de fer, dans le Dôme central 867,000 kilogrammes, dans la galerie des Machines 11,300,000 kilogrammes. Une seule des fermes employées pour la construction du palais des Industries diverses pesait 30,000 kilogrammes.

Si l'on retire de l'Exposition de 1889 tout ce qui porte un caractère historique ou de reconstitution pittoresque, on est surpris de trouver partout l'emploi exclusif du fer, et on est saisi par cette conviction, nouvelle pour nous, que c'est bien le règne du fer qui s'affirme, et que la lutte désormais n'est plus possible pour la maçonnerie. L'ingénieur est le maître du monde. Les avantages de la construction en fer sont principalement la rapidité d'exécution, l'économie, la légèreté, la résistance, et, on peut ajouter, la perfectibilité dans les procédés et dans les formes, qui réveille l'initiative et récompense l'effort intelligent.

Donc les constructions utiles de l'Exposition, à de rares exceptions près, telles, par exemple, que le pavillon du Ministère de la guerre, ont été métalliques. Mais à côté de ces galeries et dômes tout modernes, on avait résolu de faire une large place, pour agrémenter l'Exposition, aux chefs-d'œuvre de l'art rétrospectif ou au pittoresque des peuples exotiques. C'est dans cet ordre d'idées qu'on a accepté, peut-être un peu à la légère, les reconstitutions architecturales de M. Charles Garnier, disséminées le long de la Seine, sur un des côtés du Champ-de-Mars, et auxquelles on avait donné le nom d'*Histoire de l'habitation*. Sans lien entre elles, sans une échelle exacte qui permit une étude raisonnée des conditions de confortable, d'ameublement, de salubrité, de relation artistique avec le paysage ou avec les costumes, ces maisons de tous les temps et de tous les pays n'ont été qu'une fantaisie coûteuse sans grand profit pour les visiteurs. A tout prendre, il nous a paru que l'avenue des Nations, à l'Exposition de 1878, avait eu, sinon plus de portée pratique, du moins plus d'attrait.

Une reconstitution extrêmement curieuse était celle d'une rue du Caire, à laquelle certes, l'animation n'a pas manqué. Elle avait aussi l'avantage d'avoir été réussie dans des conditions surprenantes d'économie. — V. Egypte.

Très intéressants encore les palais algérien, tunisien, mauresque, de MM. Marquette et Ballu, Saladin, Sedille, celui de la Cochinchine, par M. Foulhoux, celui du Tonkin, par M. Vildieu, avec un beau moulage du célèbre Bouddha d'Hanoï, la pagode d'Angkor, les palais Mexicain, Indien, Siamois, les façades à reconstitutions historiques de l'Espagne, du Japon, du Maroc, de la Grèce, etc. Tous ces éléments disparates avaient l'avantage d'affirmer le caractère cosmopolite de l'Exposition, et de varier son aspect pour le plaisir des yeux et le repos de l'esprit fatigué par les longues stations d'études à l'intérieur des galeries.

Maintenant que nous avons suffisamment rappelé les grandes lignes de ce cadre merveilleux, il nous faut entrer dans les détails de l'organisation et de l'exploitation.

Les organisateurs et le personnel.

Trois hommes personnifient, avec une importance personnelle plus ou moins grande, cette grande œuvre dont ils assumaient toute la responsabilité. M. Berger, directeur général de l'exploitation, que le public a toujours voulu regarder comme l'âme même de l'Exposition ; M. Alphand, directeur général de ces merveilleux travaux que nous venons d'énumérer ; M. Grison, directeur général des services financiers. Au-dessus d'eux, mais sans fonctions exécutives pour ainsi dire, était le commissaire général, M. Tirard, ministre du commerce et de l'industrie; le ministre commissaire général avait une mission toute d'impulsion et de contrôle, mais il était en outre chargé des ouvertures aux gouvernements étrangers, qui, dans le cas actuel, étaient particulièrement délicates.

Après eux nous pouvons nommer les secrétaires et inspecteurs, dont la tâche plus modeste n'a pas demandé moins de travail et de dévouement, MM. Thurneyssen, secrétaire des services administratifs ; Dupuich, inspecteur principal ; Sédille, architecte chargé de surveiller l'installation générale, c'est-à-dire de former un tout à peu près homogène en conciliant les idées particulières de tous les exposants ; Savoye, inspecteur du service des entrées, et leurs collaborateurs infatigables, MM. Emonnot, Cante, Latrompette, Testaud, Turenne, Caignard, Jacquinet qui dans la journée ont surveillé, et le soir ont fait compter et classer sans une erreur 28,000,000 d'entrées. Enfin il conviendra de rappeler encore ici les noms des principaux ingénieurs et architectes dont les œuvres ont été la gloire de l'Exposition et de notre pays; après M. Alphand, MM. Eiffel, Bouvard, qui, dans le Dôme central, a racheté son informe pavillon de la Ville à l'Exposition de 1878 : MM. Formigé, auteur du dôme des Beaux-Arts ; Dutert, qui a osé concevoir la galerie des Machines ; Decauville, à qui incombait la tâche de transporter dans l'intérieur de l'Exposition, avec son chemin de fer portatif, l'immense quantité de produits destinés à être exposés; Sauvestre, Contamin, Vigreux ; MM. Bechmann et Lion, qui ont organisé les services des eaux, des terrassements et de l'éclairage, M. Laforcade, jardinier en chef.

Classification générale.

Les plans une fois adoptés, il a fallu préparer une classification générale qui répondit aux desiderata des exposants et du public, tenant suffisamment compte du passé, et faisant une large part aux inventions nouvelles dont la propagation est le véritable but utile de ces rendez-vous périodiques donnés aux producteurs de tous les pays. On n'a pas trouvé mieux que de reprendre la classification de 1867, donnée par Le Play, qui a l'avantage d'être claire, et de suivre une progression logique. Trois grandes divisions, d'après l'ordre chronologique des aptitudes et des besoins de l'homme : l'agriculture, l'industrie, les beaux-arts, et neuf groupes subdivisés en 83 sections. Ces neuf groupes, numérotés, nous ne savons trop pourquoi, en sens inverse de la progression que nous venons d'indiquer étaient : 1° les beaux-arts ; 2° l'éducation et l'enseignement, matériel et procédé des arts libéraux ; 3° le mobilier et accessoires ; 4° les tissus, vêtements et accessoires ; 5° les industries extractives, produits bruts et ouvrés ; 6° l'outillage et les procédés des industries mécaniques, l'électricité, les chemins de fer, le génie civil, l'hygiène, le sauvetage, la navigation et l'art militaire, rattachés à ce groupe, augmentaient beaucoup son importance ; 7° les produits alimentaires ; 8° l'agriculture, la viticulture, la pisciculture ; 9° l'horticulture. Au programme de Le Play on avait ajouté sous le nom d'*Histoire du travail*, les leçons de choses qui sont une des bases de l'enseignement actuel, et, après bien

des hésitations et bien des retards, l'économie sociale, cette puissante organisation du peuple, et plus spécialement des ouvriers, qui préoccupe grandement et justement les politiques et les philanthropes.

Lorsque cette organisation fut arrêtée, il fallut songer à l'affectation des emplacements par groupe et par nationalité.

Participation étrangère

La Serbie est le premier des Etats étrangers qui ait adhéré à l'Exposition. Vinrent ensuite toutes les républiques américaines, puis la Grèce, Havaï, le Japon, le Maroc, la Norwège, la Perse, Siam, la Suisse. Les autres Etats ont refusé de prendre part officiellement à cette fête du travail. Beaucoup, pourtant, ont encouragé, même par d'importantes subventions, l'initiative privée, et n'ont fait de leur refus qu'une question de forme politique, inévitable, nous l'avons dit, dès qu'on plaçait l'Exposition sur le terrain du centenaire de la Révolution; quelques-uns enfin, ont abandonné les intérêts de leurs nationaux et même ont défendu énergiquement les souscriptions privées, et jusqu'aux envois à titre de particuliers. De ce nombre ont été l'Autriche-Hongrie, la Suède et l'Italie et nous n'avons guère eu que des intallations de correspondants à Paris, qui pouvaient échapper à la pression officielle. N'ont pas été représentées du tout l'Allemagne, la Turquie et le Monténégro.

A ces exposants étrangers on a assigné des emplacements plus ou moins vastes, suivant leur importance, leur nombre, et souvent aussi d'après le retard plus ou moins grand qu'ils ont mis à se faire admettre. Ainsi la Chine n'a occupé que 300 mètres, par suite d'hésitations qui sont bien dans les habitudes orientales; 300 mètres pour 400,000,000 d'habitants, quand Monaco avait reçu pour sa part davantage!

De ce que la plupart des grandes nations européennes ont refusé leurs adhésions officielles, il est résulté que les nations américaines ont paru prendre dans l'Exposition, et par suite dans la valeur générale des productions et du commerce, une importance plus grande qu'il ne leur en revenait en réalité. Ajoutez à cela que ces républiques ont été installées toutes dans des pavillons particuliers, luxueux, originaux et variés, et il sera facile de se rendre compte du caractère exotique qui frappait le visiteur dès l'abord. De même, à l'esplanade des Invalides, les colonies, jusqu'ici reléguées dans des fonds de galeries, tenaient une place absorbante pour les yeux; et ainsi, sans qu'il y eût sans nul doute préméditation, l'Exposition de 1889 a été l'exposition de l'avenir bien plus que du présent; elle a montré au vieux monde civilisé, mais perdu par sa routine, par sa pléthore intellectuelle et par l'insuffisance de son sol, les promesses et les dangers de pays neufs maintenant en pleine période de production, et qui vont nous inonder de leurs denrées, en attendant peut-être, qui sait? que délivrés dans un certain nombre d'années, de toute inquiétude matérielle, les idées de conquête leur viennent à leur tour! Elle a fait voir aussi aux métropoles qu'elles devaient chercher dans leurs colonies des ressources nouvelles, les forces nécessaires pour résister à ces envahissements commerciaux, et que leur fournir maintenant du sang et de l'argent était le seul moyen d'assurer l'avenir, comme on cherche à revivre dans ses enfants. C'est pour de tels résultats que nous voyons l'Allemagne et l'Italie se débattre dans le cadre étroit qui leur est imposé par les nations plus anciennes dans la voie de la colonisation. Il est bien évident qu'une grande révolution commerciale s'accomplit; une révolution industrielle la suivra nécessairement, et la date toute pacifique de 1889 qui aura mis en relief d'une manière saisissante cette vérité que nous cherchions à nous dissimuler, aura peut-être dans l'histoire économique une importance comparable à l'aînée dont elle devait rappeler, par la célébration du centenaire, le rôle politique si considérable.

Entreprises particulières.

Indépendamment des galeries élevées par l'administration, et des pavillons concédés à des gouvernements étrangers, on trouvait encore au Champ-de-Mars et aux Invalides un certain nombre d'entreprises particulières auxquelles on avait fait l'honneur d'une installation spéciale : nous les énumérerons sans commentaires, bien que plusieurs aient soulevé de vives critiques, par leur peu d'importance relative, eu égard au grand emplacement occupé, et souvent au prix d'entrée supplémentaire qu'on exigeait des visiteurs :

Exposition des aquarellistes;
Exposition des pastellistes;
Exposition du globe terrestre;
Le pavillon de la mer;
Le panorama de *Tout-Paris*;
Exposition de la Compagnie Transatlantique, avec des panoramas et dioramas très remarqués;
Kampong ou village javanais;
Palais des enfants;
Théâtre des Folies-Parisiennes;
Théâtre Annamite,
Et un grand nombre de restaurants, notamment quatre Bouillon Duval, et quatre installations situées au premier étage de la tour Eiffel.

La tour de 300 mètres elle-même peut être rattachée à ce groupe d'entreprises particulières, car bien qu'élevée avec une subvention du gouvernement, l'ascension n'était pas comprise dans le prix d'entrée à l'exposition. Elle coûtait, au total, la somme de 5 francs.

Il ne nous faut pas quitter le Champ-de-Mars sans parler de la grande attraction qui amenait la foule, le soir, dans ses jardins. Plusieurs centaines de mille visiteurs, certains dimanches, attendaient pendant plusieurs heures le spectacle des fontaines lumineuses. Ce fut, certainement, avec la tour Eiffel, le principal élément de succès de l'Exposition de 1889.

Une fontaine monumentale, œuvre de M. Formigé, architecte, et de M. Coutan, statuaire, se dressait en face du dôme central; un motif allégorique représentant le triomphe de la France, et le vaisseau symbolique de la ville de Paris, dominait une suite de cascades peu élevées et de bassins où jouaient les jets d'eau lumineux; la fontaine de M. de Saint-Vidal, située sous la tour Eiffel, et séparée des bassins de la fontaine principale par un court espace de gazon et d'allées sablées, complétait l'ensemble. Celle-ci, assez heureuse de mouvement, quoique un peu, comme l'autre, torturée et maniérée, représentait, nous disent les guides, la *Nuit essayant d'arrêter l'essor du Génie de la lumière qui s'efforce d'éclairer la Vérité*. On doit savoir gré à M. de Saint-Vidal du talent avec lequel il a pu traduire en artiste élégant cet extraordinaire galimatias.

Le soir, la grande fontaine, baignée dans les effluves électriques du phare de la tour Eiffel, laissait échapper des gerbes ou des torrents multicolores, aux tons inimitables, aux effets changeants, aux mille gouttelettes colorées et étincelantes. La nouveauté de ce spectacle en a certainement assuré le succès, mais les multiples combinaisons des fontaines lumineuses seront toujours une véritable fête pour les yeux de l'artiste. C'est la première fois qu'on a vu l'industrie surpasser la nature pour la variété et la finesse des tons colorés.

L'installation du système était due à M. Bechmann, ingénieur en chef du service des eaux de la ville de Paris, assisté pour les jets lumineux, de la maison anglaise Galloway. — V. FONTAINES LUMINEUSES.

Le jardin avait été tracé sous l'habile direction de M. Laforcade, jardinier en chef de la ville, avec le concours de M. Lion, ingénieur, qui a surveillé l'établissement des allées, des chaussées et le nivellement. Du dôme central au palais du Trocadéro, les jardins ont une

longueur d'un kilomètre et demi, sans autre interruption que le pont d'Iéna.

Le Trocadéro.

Le parc du Trocadéro était entièrement consacré à l'horticulture et à ses produits. Les plantes délicates trouvaient abri dans vingt-six serres, ou bien sous des tentes; la surface ainsi couverte était d'environ 3,000 mètres. La partie la plus curieuse de cette exposition spéciale a été sans contredit le jardin japonais, avec tous ses végétaux phénomènes, la plupart ridiculement rapetissés par de patientes opérations; on pouvait voir là des chênes de 20 centimètres de haut, âgés d'un demi-siècle. Le pavillon élevé par l'administration des forêts a eu bonne part aussi dans la faveur du public.

Quant au palais, construit pour l'Exposition de 1878, il a servi de salle d'audition pour les cinq festivals avec orchestre et chœurs, organisés par la Société des concerts du Conservatoire, l'Association artistique de M. Edouard Colonne, M. Lamoureux, par les théâtres de l'Opéra et de l'Opéra-Comique. Les programmes comprenaient les œuvres de quarante compositeurs français, dont vingt-huit vivants et douze morts. Là aussi ont eu lieu les concours des orphéons et sociétés chorales, des fanfares et musiques d'harmonie, les séances d'orgue, les auditions de musique étrangère, russe, suédoise, espagnole, etc., et enfin le pittoresque concours des instruments caractéristiques : tambourin, galoubet, biniou, cornemuse, vielle, mandoline, etc., où la flûte de pan d'un artiste roumain a obtenu le premier prix.

En outre, quarante neuf congrès ont été autorisés à se réunir dans une des salles du palais, entre autres, parmi

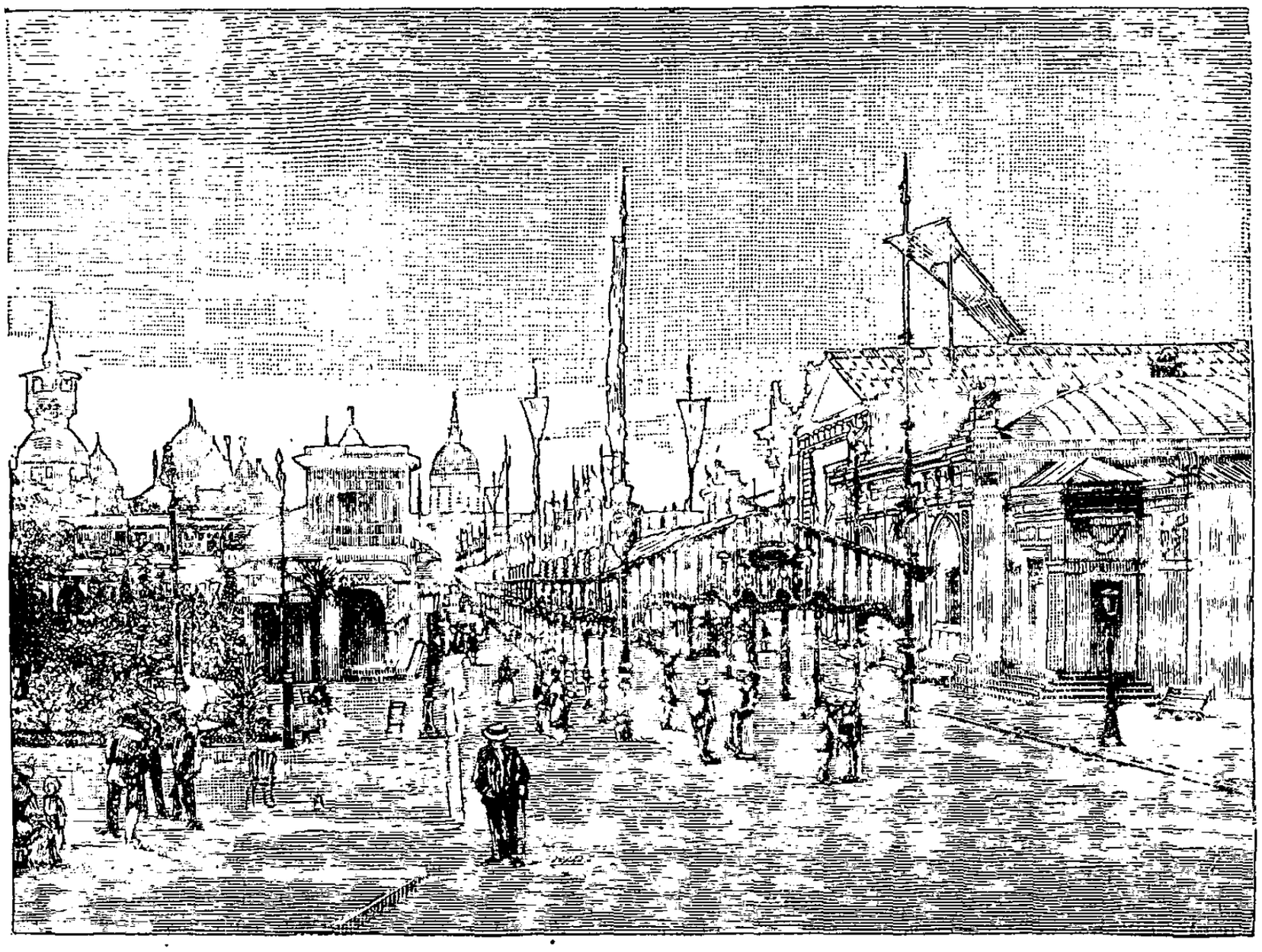


Fig. 513. — *L'Esplanade des Invalides.*

les questions qui intéressent l'industrie; accidents du travail, chimie, chronométrie, commerce et industrie, électricité, habitations ouvrières, hygiène, cercles d'ouvriers, mécanique appliquée, industrie minière et métallurgique, participations ouvrières aux bénéfices, propriété industrielle. M. Bertrand a présidé les congrès mathématiques; M. Edmond Frémy, les sciences physiques et chimiques; M. Brouardel, l'hygiène; M. Jules Simon, l'économie politique; M. Baïhaut, député, le génie civil et les travaux publics; M. Poirrier, l'industrie; M. Gustave Roy, le commerce.

Dans les grandes ailes qui enserrent le parc et forment deux galeries superbes d'exposition, on pouvait voir, à gauche le musée permanent de sculpture comparée, installé depuis plusieurs années, et à droite une très remarquable collection de pièces d'orfèvrerie et d'objets d'art français, depuis Saint-Louis jusqu'à nos jours, tirés de collections particulières, et surtout des trésors religieux de nos cathédrales, Paris, Reims, Sens, Chartres, Bayeux, etc.; on a eu là une occasion unique de voir de près ces reliquaires précieux, ces crosses, mitres, ostensoirs, etc., qui servent aux cérémonies du culte, et que le profane n'est pas admis à examiner en détail et même ces châsses célèbres, objets de la vénération de plusieurs siècles, qu'on ne sortait autrefois que processionnellement, et qui ont pu se trouver bien étonnées d'être petitement derrière une vitrine banale, sous un jour trop vif, entre une tabatière en émail et une soupière d'argent Louis-quinze, qui attiraient bien davantage les yeux d'un public indifférent et badaud. Signe des temps!

Les diverses expositions rétrospectives organisées par l'initiative privée pendant ces vingt dernières années, notamment celles de l'*Union centrale des arts appliqués à l'industrie*, ont eu une portée pratique très grande, et ont fourni de précieux modèles d'ameublement, d'orfèvrerie, de céramique, à nos industriels avec le concours de collections privées; mais il fallait une plus haute intervention et une circonstance solennelle pour faire produire les chefs-d'œuvre de l'art décoratif religieux. Il

est juste de rendre hommage à l'esprit libéral du clergé français, qui a bien voulu ne pas s'arrêter à de mesquines rancunes politiques, et à cette date du centenaire qui ne rappelle pour lui que de douloureux souvenirs.

Mais à notre époque, l'art aussi est une religion, qui a ses fervents et ses martyrs !

L'Esplanade des Invalides.

Le coin véritablement amusant de l'Exposition, avec la rue du Caire, était l'esplanade des Invalides (fig. 513), dans la partie gauche, la plus proche de Paris. Ce fut une idée heureuse, de réunir là toutes les excentricités, toutes les fantaisies exotiques, tous les artisans de couleur, noirs, jaunes, métis, villages malgaches, peuhls, sénégalais, calédoniens, gabonnais, annamites, avec un bien curieux théâtre, dont les acteurs, dans des rôles interminables, assourdissaient les alentours avec leurs cris sauvages; les ouvriers cochinchinois, javanais, les jolies danseuses prêtées par le sultan de Java, les artisans indiens; enfin, et surtout, les campements, théâtres et installations diverses de nos colonies algérienne et tunisienne, les Aïssaouas, le café maure et la *nouba* des tirailleurs algériens.

Le plus singulier peut être, c'est que ces éléments disparates s'harmonisaient, fraternisaient, pour ainsi dire, parfaitement, et qu'on voyait sans étonnement une case canaque à côté d'un châlet découpé de l'Annam ou de la Cochinchine; et, d'ailleurs, on ne pouvait trouver un ensemble plus extraordinaire que celui de la garde spéciale de l'Esplanade : dix cipayes de l'Inde, dix tirailleurs sénégalais du plus beau noir, dix spahis, vingt-six tirailleurs sakalaves au teint olivâtre, et cinquante tirailleurs annamites, le tout commandé par un capitaine de l'infanterie de marine, un officier indien, un adjudant nègre, un homme superbe, tout de rouge habillé, et un sergent annamite, d'apparence fort actif et intelligent. Ce groupe de soldats, aux allures très militaires, était très regardé, mais on songeait peu au disparate de ces éléments, tant nous sommes portés à confondre tout ce qui n'est pas blanc comme nous.

En somme, l'Esplanade, avec ses bazars arabes, son *souk* tunisien, le pavillon central des colonies, les fantasias et les fêtes de nuit si pittoresques, a été comme une vaste foire pendant six mois.

Fêtes et récompenses.

L'organisation générale de l'Exposition avait été réglée par divers décrets de 1886; dès le mois d'août de cette même année, les études des travaux commencèrent et au commencement de l'hiver, on mit la pioche dans les terrains du Champ-de-Mars. Tout fut si activement poussé, que, on peut le dire, jamais les expositions précédentes n'ont été prêtes de si bonne heure. La tour Eiffel, en particulier, et la galerie des Machines, pour lesquelles on pouvait craindre, eu égard à leur masse et à la nouveauté de leur construction, des accidents ou des retards, ont été terminées avant les délais fixés.

Le 5 mai 1889, une grande solennité préparatoire eut lieu à Versailles, et le 6 mai, date correspondant à l'ouverture des Etats Généraux, le Président de la République inaugurait l'Exposition du Centenaire, assisté de M. Tirard, commissaire-général. Successivement, les jours suivants, M. Carnot a inauguré les diverses parties qui n'avaient pu être ouvertes au public dès la première heure, et de plus il a assisté à l'inauguration des pavillons étrangers. Pendant toute la durée de l'exposition, il n'a cessé de visiter toutes les sections, s'informant de toutes les inventions nouvelles, applaudissant à tous les progrès, s'intéressant à toutes les tentatives d'amélioration de l'industrie, du commerce, du bien-être, de l'hygiène, et de la condition des classes ouvrières. Quelles que soient les opinions politiques, on n'a pu que rendre hommage à l'activité, au zèle affable, à la distinction, à la parfaite mesure du premier magistrat de la République.

La fermeture devait avoir lieu le 1er novembre. En présence du grand succès, on avait projeté une prolongation. Il a été impossible de dépasser la date du 6 novembre, par suite des engagements pris, à la fois par les exposants pour la livraison de leurs marchandises, et par l'administration pour la prompte évacuation des galeries.

D'ailleurs, les fêtes étaient terminées, les récompenses distribuées ainsi que les décorations, ne valait-il pas mieux terminer sous l'impression dernière de la foule, des riants costumes, des feuillages aux arbres et des beaux jours, et risquer plutôt un souvenir de regrets qu'une lassitude?

Le jury international des récompenses avait été formé dès le 28 mai 1889, par décret du Président de la République. Le nombre des membres titulaires fut porté à mille, celui des membres suppléants à trois cent trente-trois, dont quatre-vingt-dix pour le groupe des Beaux-Arts. Huit cent cinquante-neuf exposants furent nommés membres du jury, et par cela même placés hors concours.

Leurs opérations durèrent plusieurs mois, et enfin, l'accord s'étant fait sans incident notable, les récompenses furent décernées dans les premiers jours du mois d'août. 37,605 recompenses ont été proposées par le jury, dont 32,468 à des exposants, et 5,137 à des collaborateurs. En voici le détail :

890	grands prix.
5.599	médailles d'or.
11.104	— d'argent.
10.905	— de bronze.
9.027	mentions honorables.
38.569	récompenses diverses ont été décernées.

Ce chiffre de 38,569 récompenses a paru quelque peu exagéré pour 55,153 exposants soumis à l'examen; il y a certainement là un abus qui tend plutôt à s'aggraver à chaque Exposition nouvelle, internationale ou particulière, et il est certain que, ne pouvant guère aller plus loin et ne pouvant pas, à une exposition prochaine, revenir en arrière, il deviendra nécessaire de supprimer toute récompense officielle, et de laisser le public seul juge de la valeur des produits ou des objets exposés.

Le tableau suivant indique, par groupe, la répartition proposée par le jury :

Numéros des groupes	Grands prix	Médailles d'or	Médailles d'argent	Médailles de bronze	Mentions honorables	Total des récompenses	Nombre des exposants
I	97	284	456	650	650	2.092	4.144
II	167	853	1.558	1.599	1.257	5.434	9.390
III	68	411	1.033	1.404	972	3.888	4.073
IV	104	567	1.355	1.630	1.479	5.075	5.536
V	139	681	1.124	1.168	1.004	4.115	7.097
VI	155	812	1.446	1.472	1.135	5.020	6.131
VII	76	1.391	3.149	2.379	2.129	9.124	13.250
VIII	39	296	479	432	360	1.606	4.031
IX	1	13	55	65	8	202	327
Economie sociale	44	291	449	186	78	1.048	1.174
	890	5.599	11.104	10.985	9.027	37.605	55.153

Ces propositions ont été très peu modifiées et plutôt dans un sens favorable aux exposants. On a décerné 903 grands prix, et seulement 9,620 médailles d'argent.

La distribution a eu lieu le 29 septembre au Palais de l'Industrie. Ce fut la dernière fête de cette année, qui avait vu l'inauguration le 6 mai; la fête de nuit offerte au parc Monceau, le 21 juin par la municipalité parisienne; l'inauguration de la statue de la Liberté, le

4 juillet, à l'île de Grenelle; le banquet offert le 10 août, dans le Palais de l'Industrie, à 15,000 maires des départements; l'exécution de l'Ode triomphale de Mme Augusta Holmès, le 11 septembre; enfin, l'inauguration du monument de la place de la Nation, par M. Dalou, le 21 septembre.

La fête de la distribution des récompenses fut un spectacle réellement imposant, dans sa grandiose simplicité. Les délégués français et étrangers, avec leurs drapeaux ou bannières multicolores, défilèrent devant l'estrade présidentielle en suivant l'ordre alphabétique, la République Argentine en tête; les drapeaux russes surtout furent acclamés. Les colonies françaises complétaient l'ensemble par les costumes bigarrés et les drapeaux qui dominaient la foule; la cérémonie était splendide et le cadre merveilleux, au milieu d'un enthousiasme indescriptible, où toutes les divergences politiques semblaient avoir été oubliées. Après des discours de M. Carnot, et de M. Tirard, M. Georges Berger proclama les noms des lauréats qui ont obtenu les grands prix; la liste générale des récompenses était trop longue à lire en une seule séance. Le Président remit à chaque président un exemplaire imprimé de cette liste complète. Les diplômes et médailles furent remis remis près d' une année après la cérémonie. Le dessin du diplôme était de M. Galland, et la médaille de M. Louis Bottée.

Quelles qu'aient été les médailles obtenues par les exposants, il n'a été délivré que des médailles de bronze.

Les résultats.

Les résultats de l'Exposition de 1889, qu'on n'aurait osé espérer aussi brillants, ont été bien supérieurs à tous ceux qu'avaient donné les expositions précédentes, et nous voulons parler des résultats matériels, pécuniaires, aussi bien que de résultats moraux.

Le bénéfice net des opérations relatives à l'Exposition a dépassé 9,000,000, que l'Etat et la ville de Paris se sont partagés. Le produit seul des entrées a atteint 28,150,000 francs, chiffre hors de comparaison avec toutes les opérations analogues précédentes. Voici d'ailleurs les chiffres exacts :

Mois	Tickets perçus en 1867	1878	1889
Mai	1.224.184	1.278.860	2.610.813
Juin.	1.357.937	1.954.103	4.338.869
Juillet. . . .	1.264.358	1.823.176	4.544.196
Août.	1.276.019	1.959.334	4.977.092
Septembre. .	1.328.196	2.720.565	5.246.704
Octobre. . .	1.729.226	2.303.403	4.820.869
Novembre. .	227.289	584.406	1.610.810
Totaux. . .	8.407.209	12.623.847	28.149,353
En 1878, les entrées à plusieurs tickets s'étaient élevées au chiffre de . .		106.752	
En 1889, les mêmes entrées ont atteint celui de . . .			2.750.744
Le total des visiteurs de l'Exposition de 1878 a donc été de		12.516.095	
Et en 1889 de			25.398.609
Soit en faveur de 1889, une différence de. . . .			12.881.614

En 1889, la moyenne journalière des visiteurs qui sont entrés à l'Exposition a été de 137,289; celle des tickets perçus, de 152,158.

La ville de Paris, à ne considérer que les finances municipales, a bénéficié d'une augmentation énorme des taxes perçues à l'octroi, les chemins de fer ont vu leurs recettes s'accroître dans une proportion notable, et le commerce, tant parisien que général, surtout celui de consommation, a réalisé des bénéfices lui permettant de compenser plusieurs années difficiles qu'il venait de traverser. Nous ne parlerons ici que pour mémoire d'une loterie dont le produit était destiné à encourager par des achats les commerçants, et qui, mal lancée, a piteusement échoué.

Il est résulté, de ces conditions favorables, un essor nouveau donné à toutes les affaires; les comptes de l'administration des finances pour les années 1889 et 1890 en font foi. Donc les résultats matériels de l'Exposition se sont traduits par des millions, dans les caisses de l'Etat et dans celle des commerçants et industriels.

Quant aux résultats moraux, ils restent inappréciables, mais certains. L'Exposition de 1889, et en particulier la part très active et pleine de tact que M. le Président Carnot y a prise, ont affermi le gouvernement, alors très menacé, et l'on peut dire sans entrer dans des considétions politiques qui nous sont interdites, que cet apaisement a été un bien pour le pays; nous avons appris à connaître, au point de vue pittoresque et au point de vue des ressources commerciales, des pays neufs dont l'avenir est une menace, peut être, ou une promesse, si nous savons tourner à notre profit leurs merveilleuses aptitudes; enfin, elle nous a révélé une force nouvelle, un état que déjà on appelle le quatrième de la nation, que des efforts répétés, quelquefois retrempés dans le sang, ont peu à peu organisé, et qui ira vite dans la voie des réformes, si vraiment il est, dès maintenant, assez fort pour s'imposer; la question sociale, elle aussi, est une menace, elle peut devenir une promesse de prospérité et de fraternité. C'est à quoi M. Carnot faisait allusion dans le discours de clôture de l'Exposition de 1889, quand il disait ces paroles fort sensées et fort sages, par lesquelles nous voulons finir cette courte revue :

» L'Exposition laissera dans les intelligences et dans les cœurs des souvenirs précieux, des enseignements utiles; les splendeurs de l'art et de l'industrie moderne ne se bornent pas à éblouir les regards des visiteurs; elles appellent l'étude, elles sollicitent des comparaisons, elles suscitent les idées, elles répandent dans le monde du travail les germes de progrès, elles engendrent de fructueux efforts pour perfectionner les moyens de produire.

« C'est ainsi que l'Exposition de 1889 se survivra à elle-même; elle a été non seulement une exposition de choses, mais une exposition d'idées, mine précieuse à exploiter au moment où le patriotisme commande avec la paix du dedans et du dehors, avec la concorde entre les citoyens, une politique pratique et féconde.

« Que l'Exposition ouvre à notre pays cette ère d'apaisement et de travail; elle aura porté les fruits que les patriotes véritablement éclairés en attendent. Ses bienfaits ne doivent pas s'arrêter à notre frontière. Les hôtes que la France a accueillis avec joie et qu'elle ne verra pas s'éloigner sans regrets auront appris à la connaître. Les sentiments qu'ils emporteront dans leurs pays ne peuvent rester sans effets sur les relations entre les peuples; la polilique à laquelle la France est fidèle aura trouvé de nouveaux défenseurs, et l'Exposition de 1889 aura encore servi la grande cause de la paix et de l'humanité. »

EXTINCTEUR. On désigne sous le nom d'*extincteurs* des appareils destinés à éteindre les incendies, et dont on fait usage dans un grand nombre d'usines, principalement dans les manufactures qui transforment les matières textiles. Ces appareils peuvent être classés en diverses catégories, dont les principales sont les *extincteurs automatiques*, les *extincteurs non automatiques*, les *extincteurs portatifs* et les *grenades*.

Extincteurs automatiques. Les extincteurs qui fonctionnent d'eux-mêmes au moment d'un incendie sont peu nombreux : le type le plus connu est celui désigné sous le nom de « Grinnel » d'invention américaine, importé en Europe par les constructeurs Mather et Platt, de Manchester. Il se compose dans sa plus simple expression d'une bouche d'eau que l'on adapte au plafond d'un local, et qui se trouve en communication à l'aide d'un tuyautage convenable avec une source d'eau en pression. Cette bouche est fermée hermétiquement par un obturateur retenu par une soudure fusible qui empêche la sortie du liquide. Mais dès que la température du milieu ambiant arrive à 70 degrés, aussitôt l'artifice qui retient l'obturateur contre la bouche fond, et la bouche vomit une quantité d'eau à l'état divisé qui vient mouiller en tous sens une surface d'au moins neuf mètres carrés de plafond et de plancher. Pour arriver dans une usine à un résultat satisfaisant, il faut l'installer partout, si l'on veut préserver de l'incendie la totalité de l'immeuble.

Extincteurs non automatiques et extincteurs portatifs. Mais la plupart des extincteurs ne fonctionnent qu'avec la main de l'homme : les uns sont portatifs, les autres sont fixés au plafond des locaux à protéger.

Les extincteurs portatifs inventés en France par MM. Carlier, docteur en médecine, et Vignon, officier du génie, et exploités il y a quelques années par M. Banolas qui les a réimportés d'Espagne sous le nom de *mata-fuegos*, sont des récipients cylindriques pouvant être placés à dos d'homme au moyen de bretelles, contenant environ 40 litres d'eau et pourvus à leur partie inférieure d'un tuyau terminé par une lance : un bouchon fileté sert à la fermeture hermétique et au remplissage de l'appareil qui reste toujours prêt à fonctionner. Le liquide de cet appareil ne doit être mis sous pression qu'au moment de l'emploi, à l'aide d'une réaction chimique déterminée au moment de la création d'un foyer d'incendie ; à cet effet, l'eau du récipient est rendue alcaline, tandis qu'une bouteille fragile contenant un acide est prête pour déterminer une réaction chimique convenable : lorsqu'un incendie éclate, on brise brusquement à l'aide d'un moyen quelconque la bouteille d'acide, et la réaction de cet acide sur le bicarbonate de soude en dissolution produit immédiatement un dégagement abondant de gaz acide carbonique qui met sous pression l'eau de l'appareil. Fort souvent on alimente les extincteurs avec de l'eau acidulée plus efficace que l'eau ordinaire, car 5 litres de cette eau produisent le même effet que 12 litres d'eau pure et contribuent à faire dégager de l'acide carbonique au centre même du foyer d'incendie ; on sait que ce gaz possède au plus haut degré la propriété d'éteindre les corps en combustion. Bien entendu, lorsque la production d'acide carbonique cesse avant l'extinction de l'incendie, on continue à combattre celui-ci avec de l'eau ordinaire en attendant des secours plus puissants.

Un grand nombre d'extincteurs portatifs se distinguent par le mécanisme qui sert à briser la bouteille d'acide. L'un des types les plus usuels est l'extincteur Watkinson que nous avons représenté (fig. 514). La bouteille G repose dans un support E fixé à un axe D par une vis F ; cet axe mobile dans les collets BB' rivés à l'enveloppe extérieure de l'appareil A, porte à l'une de ses extrémités C une manivelle H; en tournant brusquement cette dernière, la bouteille vient frapper contre une des deux barres I où elle se brise, ce qui produit le mélange des deux liquides et la mise en pression de l'appareil. Pour fermer l'appareil, on adapte dessus le capuchon K à l'aide d'un système de fermeture à baïonnette.

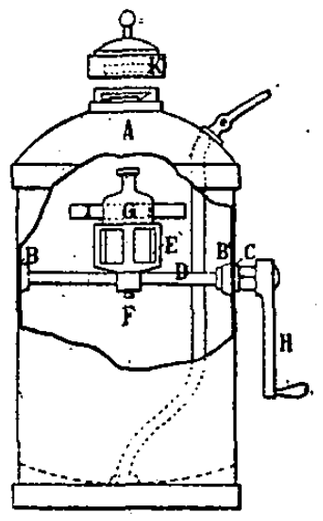


Fig. 514. — *Extincteur portatif, système Watkinson.*

Nous avons représenté (fig. 515) un autre système d'extincteur non automatique, destiné à être fixé au plafond d'une salle que l'on voudrait garantir contre l'incendie. Dans cet appareil, c'est le courant électrique qui est employé pour déclencher la bouteille d'acide. L'extincteur proprement dit se compose d'un récipient A pourvu de deux

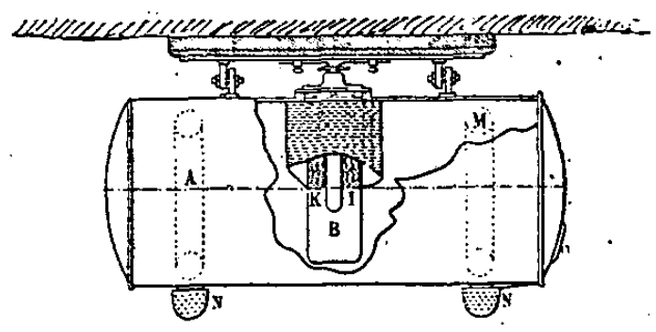


Fig. 515. — *Extincteur automatique, système Dorse.*

tuyaux débouchant à la partie supérieure et se terminant par deux pommes d'arrosoir N. Au milieu du récipient rempli d'une dissolution alcaline, se trouve une bouteille en verre B contenant de l'acide sulfurique ; celle-ci est à volonté renversée dans le contenu du récipient au moyen

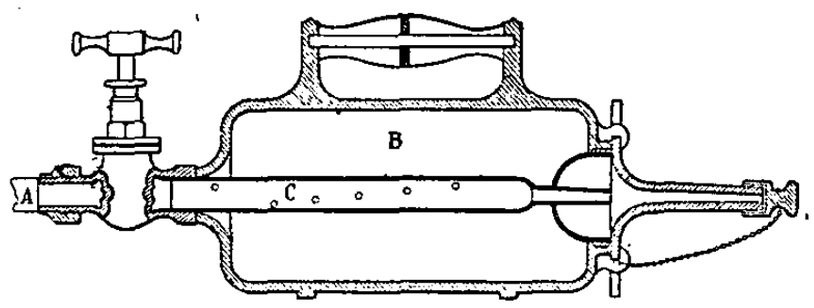


Fig. 516. — *Extincteur chimique de Wallwork.*

d'un courant électrique qui la déclenche de sa suspension. Lorsqu'on aperçoit un commencement d'incendie, il suffit, pour mettre les appareils en fonctionnement, d'appuyer sur des boutons répartis en divers points du bâtiment.

Cette bouteille qu'on brise n'a pas paru un système suffisamment sûr à certains constructeurs. Il peut arriver, en effet, que le choc ne soit pas assez fort pour produire l'effet voulu. Dans le but

de tourner cet inconvénient, MM. H. Wallwork et Cie ont inventé un extincteur dit *chimique* que nous avons représenté (fig. 516). Cet appareil est relié à une conduite d'eau sous pression par un tuyau flexible terminé par la tubulure A. Entre le cylindre B et le tuyau perforé *c* se trouve un produit chimique sec composé d'un acide et d'un alcali. Lorsque l'eau arrive dans l'appareil, elle détermine une réaction chimique qui donne lieu à une production abondante d'acide carbonique.

Un autre système est employé dans l'extincteur de M. de Mauclerc, représenté (fig. 517). Le récipient contenant une dissolution de bicarbonate de soude est ici surmonté d'une sphère métallique creuse S s'ouvrant ou se fermant au moyen d'un bouchon de bronze. Une fois dévissé, celui-ci est retenu par une tige mobile surmontée d'une clavette d'arrêt. Après avoir versé dans cette sphère de l'acide tartrique, on visse le bouchon en bronze B pour la fermeture, puis on monte la sphère sur l'appareil en la vissant à droite de deux tours environ jusqu'à ce qu'on éprouve une résistance produite par la rencontre du bouton B avec la butée T. Pour mettre l'appareil en pression en cas d'incendie, on visse à fond la sphère ; de cette façon le réservoir est fermé hermétiquement ; mais en raison des pas contraires de la sphère et du bouchon, celui-ci se dévisse sous la résistance imprimée par la butée T. Les deux réactifs se mélangent à l'instant et l'appareil entre aussitôt en pression ; on obtient au bout de quelques secondes un jet violent qui peut aller jusqu'à 10 mètres de hauteur.

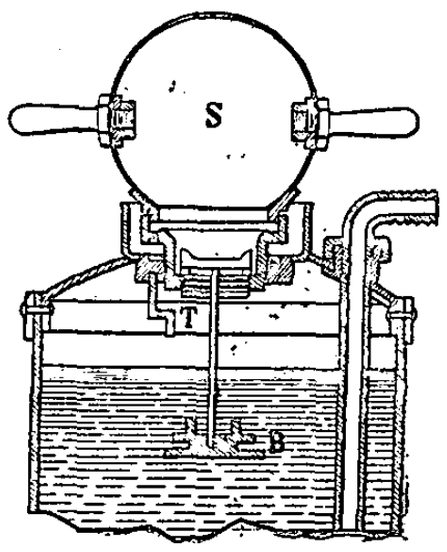


Fig. 517. — *Extincteur de De Mauclerc.*

Ces dispositifs peuvent évidemment être modifiés de diverses façons, ceux que nous donnons ici sont les plus originaux.

Grenades. Dans ces derniers temps, on a inventé surtout dans le but d'éteindre les commencements d'incendie dans les maisons privées, des grenades en verre contenant un liquide extincteur qu'il suffit de briser sur une surface incendiée, pour provoquer un dégagement de gaz acide carbonique et étouffer le feu. Le liquide résiste, paraît-il, à un abaissement de température de 26 à 28° centigrades au-dessous de zéro, il peut donc être facilement conservé ; d'autre part à la température de 82°, il fait éclater la grenade, qui le renferme de sorte que si le choc n'était pas assez violent pour déterminer la rupture du verre lorsqu'on le projette dans le feu, l'effet ne serait guère retardé que de quelques secondes.

La grenade la plus connue est celle de Harden, simple bouteille de verre de 0m,10 environ de diamètre renfermant le liquide extincteur. Cette grenade a été modifiée par M. Scott (fig. 518) qui, ayant surtout eu en vue les inconvénients que peut entraîner la non rupture, a imaginé de l'entourer d'un cercle A en fer ou en toute autre matière dure ; entre ce cercle et la bouteille sont interposés des ressorts *e* qui tendent les fils *e'* servant de tirants pour maintenir en position les parties correspondantes de l'ensemble ; de la sorte, lorsque la bouteille tombe, son choc sur le métal du cercle en détermine la rupture. Cette grenade est pourvue d'un bouchon dans lequel se trouve un tube recourbé et ouvert qui joue le rôle de soupape de sûreté, pour laisser échapper en temps ordinaire le gaz, en cas d'excès de pression. Elle paraît, comme celle de Harden, donner des résultats satisfaisants. — A. R.

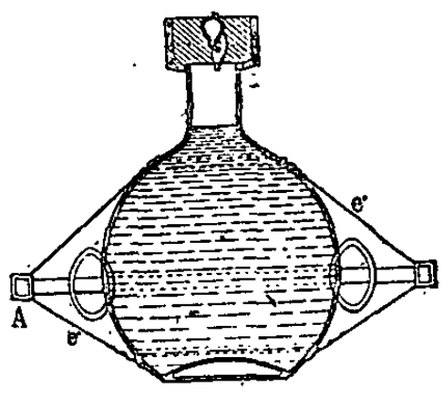


Fig. 518. — *Grenade Harden.*

F

FAIENCE. Il y a bien peu de chose à ajouter au très complet article publié par le *Dictionnaire* au mot Faïence ; l'Exposition de 1889 n'a révélé aucun procédé nouveau, aucune matière apte à un autre travail ou à une décoration jusque là inusitée ; on ne peut que signaler, comme un progrès excellent, la faveur de plus en plus grande rencontrée auprès du public par la faïence fine, répondant à un soin plus achevé dans la fabrication, à des tours de mains acquis par l'expérience et les tâtonnements d'où l'on est enfin sorti, à un goût plus élevé dans la décoration et dans les formes ; à noter aussi la disparition presque complète de la barbotine, si longtemps à la mode, mais que son genre très tranché devait conduire vite à une éclipse qui ne sera peut-être d'ailleurs que passagère. A comparer les résultats acquis à chaque exposition, celle de 1878 avait certainement marqué un pas plus grand, car on n'avait guère produit couramment, vers 1867, de belles faïences fines blanches, solides et sonores avec ces glacis gras et transparents qui reçoivent si bien le décor et donnent un fondu de coloration si parfait, sur ou sous couverte. Ce genre de céramique, posé maintenant sur des bases solides, ne semble plus perfectible que dans les détails ; le genre qui paraît avoir le plus profité dans ces dernières années est la faïence fine blanche avec émaux sur émail, qui donne des tons transparents très jolis.

Les fabriques le plus en vue sont toujours celle de Gien, qui nous a fait voir comme nouveauté de belles imitations de Rouen ; celle de Lunéville, qui imite avec habileté le Strasbourg; celles de Creil et de Montereau, de Sarreguemines, de Choisy-le-Roi. Ces deux dernières se sont adonnées principalement à la lithochromie sous couverte, dont les résultats ont été excellents, et dont l'exposition de 1889 présentait des collections nombreuses, très variées, et très poussées comme dessin et comme couleur ; le procédé n'est pas nouveau, on l'a appliqué couramment à Sarreguemines depuis vingt ans ; là encore le progrès ne consiste que dans l'emploi, et dans l'extension de la fabrication.

La faïence fine est devenue d'un emploi général dans l'habitation. Pour les services de table et de toilette elle remplace le plus souvent la porcelaine, l'impression permettant un bon marché extraordinaire pour des objets relativement élégants ; une application très usuelle consiste aussi dans les carreaux de revêtement, la décoration des murs, à l'extérieur ou bien à l'intérieur des habitations, les poêles, et mille objets de fantaisie auquel l'emploi nouveau de cette matière a donné un débouché très étendu.

Parmi les fabrications spéciales, il nous faut remarquer encore les faïences à reflets métalliques de MM. Maw et Compagnie dans la section anglaise, et de Clément Massier (France), la faïence de Parthenay (Deux-Sèvres), par M. Jouhanneau, en terre foncée avec des pâtes presque translucides colorées, recouvertes d'émail ; c'est comme une barbotine plus jolie de tons et plus fine ; on arrive ainsi à se rapprocher de l'effet des pâtes rapportées sur la porcelaine, avec plus d'ampleur pour ainsi dire ; la décoration consiste surtout en arabesques. Cette fabrique produit très peu, mais ce qui sort de ses fours est très soigné.

Le *flammé* ou *flambé*, qui avait fait son apparition première à l'Exposition de 1878 (faïence de Choisy-le-Roi, procédé de Ch. Feil), semble aujourd'hui acquis non seulement à la porcelaine, mais à la faïence et au grès, car on a pu voir en 1889 de remarquables échantillons dans les envois de Gien et de Choisy-le-Roi (Boulenger). Les travaux de M. Lauth et la vulgarisation qu'il a faite de ses essais, ont acquis définitivement à la céramique les intensives et riches colorations obtenues par la réduction du cuivre ; cependant en ce qui concerne la faïence, on doit avouer que les flambés rouges du cuivre ont seuls fourni des spécimens utilisables ; on n'est pas arrivé à produire le véritable flambé bleu. Dans cet ordre de travaux, la France seule présentait une série de résultats intéressants.

* **FAMILISTÈRE DE GUISE.** L'exposition d'Economie sociale, en 1889, a de nouveau attiré l'attention sur divers établissements qui firent grand bruit, lors de leur fondation, et qui ont servi depuis de modèles à de nombreuses institutions analogues, où l'association du capital et du travail, pour le bénéfice et le bien-être de l'ouvrier,

est pratiquée avec intelligence. De ce nombre est la société connue sous le nom de *Familistère de Guise* (Aisne).

- Son fondateur est Jean-Baptiste-André Godin, fils d'un ouvrier d'Esquéhéries. — V. Godin.

Le capital de l'*Association coopérative du capital et du travail, Godin et Cie*, est évalué à 4,600,000 francs, nominalement : plus, de 1,000,000 pour le palais du Familistère, 3,000,000 pour l'usine de Guise, et 500,000 francs pour l'usine de Laeken. Mais en réalité il dépassait, à la mort de Godin, 8,690,000 francs. Les associés sont propriétaires de leur part sociale sans avoir eu à prélever la moindre somme sur leurs salaires, l'augmentation du capital provient uniquement des bénéfices réalisés. En neuf exercices, de 1879 à 1888, la société a vendu pour 35,500,000 francs d'objets manufacturés, soit près de 4,000,000 par an, sur lesquels elle a réalisé un bénéfice brut de 6,800,000 francs. 15,663,000 francs de salaires ont été payés et plus de 2 millions attribués au capital engagé, à titre d'intérêts. Les bénéfices nets sont répartis : aux travailleurs, au capital, à titre de supplément de salaires ou d'intérêts, au fonds commun, assurances et comptes divers, aux écoles, à l'amortissement et à la réserve. Celle-ci atteint déjà près de 500,000 francs. On estime que le capital de fondation sera complètement remboursé en 1894. A ce moment, la Société entièrement propriétaire des habitations et usines, pourra, tout en maintenant l'apport social et les réserves, distribuer une partie notable des bénéfices, sous forme de remboursement au pair des titres d'épargne.

La Société produit des appareils de chauffage, cuisinières, calorifères, poêles et réchauds, des ustensiles de cuisine, d'éclairage, d'ameublement sommaire, et de quincaillerie pour bâtiments ; ses usines consomment annuellement 8,760,000 kilogrammes de fonte, 5,500,000 de coke et de charbon. On compte, à Guise, 1,137 ouvriers, à Laeken, 214, au total, 1,351, plus 100 personnes, hommes et femmes, employés aux différents services du Familistère. La plupart ont de cinq à vingt-cinq ans de services ; 160 ont plus de vingt-cinq ans de services ; ce résultat est très remarquable.

L'ouvrier doit compter cinq années de présence de travail au Familistère pour être associé, et être possesseur d'une part du fonds social, s'élevant au moins à 500 francs. Si non, il est sociétaire et ne prend aucune part à l'administration de la Société. En outre, la Société admet à plusieurs de ses avantages des participants, qui ne sont pas tenus à la présence effective au Familistère, pourvu qu'ils travaillent aux usines depuis un an au moins ; enfin, une quatrième catégorie, les intéressés, sont ceux qui ne travaillent d'aucune façon aux usines, mais qui sont possesseurs de parts sociales, par héritage ou achats.

Les salaires sont fixés à la pièce pour toute la fabrication proprement dite, à l'heure pour les modèles, dessins, entretien et autres travaux semblables, au mois pour les directeurs et employés ou surveillants d'ateliers. Chacun participe au bénéfice de la production, au prorata du travail produit.

Les prix des travaux à la pièce sont basés sur la production journalière de dix heures, pour atteindre une journée d'environ cinq francs. Certains ouvriers habiles atteignent jusqu'à 8 francs passés, les femmes jusqu'à 3 fr. 35, journée moyenne 2 fr. 76, les enfants jusqu'à 2 fr. 15, journée moyenne 1 fr. 84. Le revenu moyen des familles avec trois enfants, dont un seul travaille, est de près de 3,000 francs, auxquels il faut ajouter les intérêts des épargnes, et les avantages et remises des magasins coopératifs de consommation. Il faut remarquer que, pour éviter les chômages à la suite de payes, les ouvriers ne sont pas tous réglés le même jour. Cette mesure a donné des résultats excellents ; il serait désirable qu'elle fût propagée.

Le prix des salaires est fixé par l'administrateur-gérant sur la proposition d'un syndicat d'ouvriers et d'employés, nommé chaque année. En cas de désaccord, l'administrateur en réfère au Conseil de gérance, qui statue de concert avec le syndicat, dans une réunion plénière.

Le personnel de la Société se recrute parmi les enfants du Familistère, sortis de l'école à l'âge de 14 ans, et devenus apprentis dans les sept ateliers spéciaux ; quatre pour les garçons : bureaux, fonderie, ajustage et modèles ; trois pour les filles : décoration, magasins et services intérieurs du Familistère. Ces apprentis sont payés dès leur entrée à l'atelier, et il leur est alloué une prime s'ils doublent leur année de stage.

Godin avait fondé, dans les premières années de son installation à Guise, une caisse de secours mutuels, alimentée par les amendes infligées aux ouvriers, et une cotisation de 0 fr. 50 par quinzaine. En cas de maladie, les hommes recevaient 2 francs par jour, les femmes 1 fr. 50. Depuis, la caisse des secours, comme la caisse des retraites, a été alimentée en grande partie par les prélèvements sur les frais généraux. Seule, une caisse de pharmacie a été entretenue par une cotisation de 0 fr. 50 par mois. Ces diverses caisses ont été réunies, lors de la constitution de la Société, sous la dénomination générale d' « Assurances mutuelles de l'Association ».

La caisse des retraites est la principale de ces institutions de prévoyance ; toute personne attachée depuis quinze ans au Familistère et devenue incapable de travailler, a droit à une pension égale, pour les associés, aux deux cinquièmes des salaires annuels, pour les sociétaires, au tiers, pour les participants, à 1 franc par jour. Lorsque les ressources des pensionnaires n'atteignent pas un minimum reconnu nécessaire à l'existence, soit, à Guise, 2 fr. 50 pour le mari et la femme, l'assurance parfait cette somme ; à Laeken, le minimum est abaissé ; il est de 2 francs pour l'exemple que nous venons de citer.

Depuis 1879 jusqu'en 1888, pour neuf années, l'assurance contre la maladie (secours mutuels) a payé 334,000 francs à 5,845 hommes malades, pour 128,000 journées de maladie, et 46,000 francs à 1,539 femmes pour 40,000 journées. La pharmacie a coûté 59,000 fr. Pendant la même période, l'assurance des pensions (caisse de retraites) a payé 191,000 francs de pensions, 86,600 francs de secours, à titre de complément de nécessaire, 72,000 francs de secours temporaires, et 32,000 fr. de frais de médecins et secours spéciaux.

L'associé a 35 ans de services reçoit 1,661 francs de pension, équivalant à l'intérêt de plus de 50,000 francs de capital au taux actuel de la rente française, le sociétaire dans les mêmes conditions reçoit 1,648 francs, le participant 1,597 francs, et l'auxiliaire 912 francs.

Godin, à qui rien n'échappait de ce qui est utile à l'ouvrier, avait fondé, en même temps qu'il élevait les premiers bâtiments du Familistère, des magasins de consommation, d'abord une épicerie, puis une charcuterie, une boulangerie, une boucherie et un dépôt de rouenneries. Aujourd'hui, ces magasins comprennent toutes les denrées nécessaires à la vie ; même, de plus, l'horlogerie et la bijouterie. Le pain et la charcuterie sont fabriqués directement par l'association. Le fonds de roulement est d'environ 75,000 francs et le chiffre des affaires réalisées dépasse 500,000 francs.

Une des conditions les plus dignes de remarque de l'association, c'est l'habitation des sociétaires dans le palais du Familistère. Placé près de l'atelier, le palais offre à l'ouvrier l'abri, les magasins d'objets nécessaires, des bains, des salles d'éducation et d'instruction, des salles de réunion et de divertissement ; l'habitation étant propriété sociale, tout membre de l'association habitant le Familistère est propriétaire de son logement.

Le Familistère contient 465 logements pour un total de 1,091 pièces.

Nous en aurons fini avec les divers services de cette association si intéressante, quand nous aurons signalé les soins qui sont donnés aux enfants en bas âge, afin de permettre aux mères de travailler, les sacrifices faits pour l'instruction primaire (ces institutions de l'enfance coûtent par an, en moyenne, 31,800 francs, somme considérable eu égard au nombre restreint des enfants); et quand nous aurons dit que des sociétés de musique, de tir à l'arc, de tir à la carabine, de gymnastique, de paix et d'arbitrage universel, ainsi qu'une bibliothèque de 2,200 volumes assurent le développement physique et moral de l'ouvrier, et lui permettent d'employer ses loisirs autre part qu'au cabaret.

Ainsi conçue par un homme au courant de tous les besoins des classes travailleuses, et organisée par des efforts de longues années, la Société du Familistère de Guise a réalisé pratiquement une idée de justice, essence même du socialisme, et qu'on avait trop longtemps considérée comme une utopie : au capital sa rémunération, à l'ouvrier les bénéfices produits par son travail.

* * **FEIL** (Charles), né à Paris en 1824, mort en 1887 à Choisy-le-Roi, était le petit-fils et l'arrière-petit-fils des Guinand qui dotèrent la France d'une industrie nouvelle, la fabrication de la verrerie pour optique. Digne continuateur de ses ancêtres, Charles Feil a trouvé successivement : un flint blanc pour la photographie, un flint extra lourd propre aux études scientifiques ainsi que les verres à base de thallium de didyme, et un strass dur pour la bijouterie. Mais ce qui perpétuera le nom de Charles Feil c'est la fabrication des grandes lentilles flint et crown ; ces lentilles permirent l'établissement de télescopes d'une grandeur et d'une puissance inusitées : tels sont ceux des observatoires de Vienne; de Pulkowa et de Nice. Enfin la plus grande lentille connue, chef-d'œuvre de l'éminent chercheur, dont le diamètre attein t97 centimètres, a rendu possible la construction du télescope gigantesque du mont Hamilton en Californie.

Charles Feil s'occupa aussi des recherches par la voie sèche sur les métaux terreux ; il reproduisit des minéraux artificiels, des rubis, du saphir, du diamant de bore. En 1881, à la faïencerie de Choisy-le-Roi, il créa des émaux de couleurs. Il fit en outre des applications du rouge flammé des Chinois dont la formule, trouvée en 1872 dans sa verrerie de Paris, a été libéralement donnée par lui à des céramistes bien connus. C'est à la même époque qu'il trouva un émail sans plomb joignant le brillant à l'inaltérabilité, découverte précieuse si l'on songe aux dangers que fait courir aux ouvriers le plomb employé encore aujourd'hui dans les fabriques de France et de l'Etranger.

Les diverses expositions universelles ont été l'occasion de triomphes mérités pour ce chercheur infatigable. En 1874 à Vienne, il avait obtenu le diplôme et la décoration de l'Empereur François-Joseph ; en 1878, en France, le grand prix lui avait été décerné.

Ch. Feil, qui fut l'un de nos plus éminents collaborateurs, a été fait successivement chevalier et officier de la Légion d'honneur.

FER. La métallurgie du fer était dignement représentée à l'Exposition universelle de 1889. Chaque forge avait tenté de prouver, par sa propre exposition, la vitalité de l'industrie spéciale du fer vivement battue en brèche par une industrie voisine, mais rivale, celle de l'acier. En 1889 le fer et l'acier tenaient une place à peu près égale, cependant la suprématie de l'acier commençait à se faire sentir. A la prochaine exposition, l'acier tiendra le premier rang et le tournoi de 1889 restera dans le souvenir des visiteurs comme le chant du cygne de la métallurgie du fer.

. . . .

Les statistiques fournies par le comité des Forges de France montrent chaque année l'importance de la production totale des fers et des divers produits de la sidérurgie ; il ressort de l'examen des derniers tableaux que l'acier extra-doux déphosphoré obtenu, soit au convertisseur Thomas, soit au four à sole basique ou neutre, se substitue peu à peu au fer. Les consommateurs ne pourront que gagner à cela, car l'acier doux présente sur le fer des avantages indiscutables ; quant aux producteurs, ils se trouveront obligés tôt ou tard de remplacer leurs fours à puddler par des convertisseurs ou des fours Martin-Siemens.

Les progrès accomplis dans la fabrication du fer, devenue régulière et scientifique, ont accru les exigences de la clientèle. Les compagnies de chemins de fer et les services techniques de la Guerre et de la Marine ont formulé ces exigences dans des *cahiers des charges* que les fournisseurs redoutent et suivent comme *les tables de la loi*.

A chaque qualité de métal doivent correspondre des propriétés physiques et mécaniques édictées par les cahiers des charges et constatées par les agents des preneurs.

Sur les fers marchands, ronds, carrés, plats, etc., on pratique des essais à froid et des essais à chaud. Les conditions principales imposées par la Compagnie des chemins de fer de P.-L.-M. pour la fourniture des fers que cette compagnie demande aux usines sont indiquées dans les lignes suivantes extraites des cahiers des charges.

Classification et épreuves des fers de forge. *Définition.* Les fers de forge comprennent les fers ronds, carrés ou rectangulaires d'un usage courant.

Classement. Les fers de forge sont classés, au point de vue de la qualité de la matière, en quatre catégories, savoir :

Première catégorie, dite *fer fin* ou *au bois*.
Deuxième catégorie, dite *fer fort supérieur*.
Troisième catégorie, dite *fer fort*.
Quatrième catégorie, dite *fer ordinaire*.

Epreuves à froid. Les épreuves à froid sont faites sur des morceaux pris dans les pièces à essayer, forgés ou ajustés en barreaux ronds ou prismatiques de sections carrées ou rectangulaires.

Le tableau suivant indique pour chaque qualité de fer essayée par traction : 1° La charge initiale en kilogrammes par millimètre carré de section par laquelle on doit commencer les épreuves de traction ; 2° la charge minima que doit supporter un barreau quelconque isolé et la charge moyenne

exigée pour l'ensemble des barreaux afférents à un même lot; 3° l'allongement minimum que doit présenter un barreau quelconque isolé, sous la charge de rupture, et l'allongement moyen exigé pour l'ensemble des barreaux afférents à un même lot.

Désignation des fers	Charges en kilogrammes pour 1 millimètre carré de la section primitive			Allongements en fonction de la longueur des barreaux essayés	
	Initiales	Minima	Moyennes	Minima	Moyens
Fer de première catégorie : fer fin au bois.	31	35	38	0.220	0.250
— de deuxième catégorie : fer fort supérieur. . . .	30	34	37	0.200	0.230
— de troisième catégorie : fer fort.	28	32	35	0.150	0.180
— de quatrième catégorie : fer ordinaire.	26	30	33	0.100	0.120

Les allongements sont mesurés sur une longueur d'épreuve $L = \sqrt{80\,S}$, marquée entre repères; S étant la surface de la section primitive.

Epreuves à chaud. La ductilité du métal est constatée au moyen d'épreuves à chaud ; les épreuves sont exécutées de la manière suivante :

Epreuve des crochets. 1° L'extrémité des barres à essayer est forgée sur une longueur d'environ $0^m,200$ en un rondin de $0^m,022$ de diamètre; ce rondin est ensuite chauffé à la chaleur blanche, puis on le rabat de manière à former, à un décimètre de l'extrémité, un crochet à angle droit à arête vive. Ce crochet est redressé et on en forme un second analogue dans le sens opposé, on le redresse et ainsi de suite jusqu'à ce que le bout tombe ; toutes ces opérations réunies sont faites d'une seule chaude. Le bout de la barre ne doit se détacher qu'après un nombre de redressements de dix pour le fer de la première catégorie ; huit pour le fer de la deuxième catégorie ; six pour le fer de la troisième catégorie; quatre pour le fer de la quatrième catégorie.

Epreuve des trous. 2° Les fers plats chauffés au blanc sont percés avec un poinçon conique, et dans la même chaude, de deux trous espacés de 10 millimètres et dont les diamètres sont égaux aux trois quarts de la largeur de la barre pour les fers des première et deuxième catégories, et à la moitié seulement pour les fers des troisième et quatrième catégories.

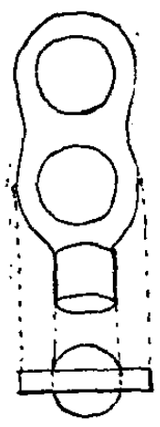


Fig. 519. — *Epreuves des trous sur un fer rond de la troisième catégorie.*

Les fers ronds sont soumis à la même épreuve (fig. 519), mais après avoir été préalablement ramenés, à la forge, à une section rectangulaire dont l'épaisseur a le tiers du diamètre primitif du fer. Le percement des trous ne doit produire ni fentes, ni gerçures, bien que le deuxième trou soit achevé au rouge sombre.

Epreuve des rabattements. 3° Les fers carrés ou plats chauffés au blanc, sont fendus à la tranche à une extrémité, sur une longueur d'environ 100 millimètres : les deux moitiés sont ensuite de la même chaude, renversées au marteau (fig. 520).

Pour les trois premières catégories de fer, le renversement doit être prolongé jusqu'à ce que les bords extérieurs viennent s'appliquer sur le corps de la barre ; pour la quatrième catégorie, les bouts fendus sont seulement rabattus à angle droit avec la barre.

Dans les deux cas, la fente pratiquée à la tranche ne doit pas se prolonger pendant l'opération.

Les cahiers des charges indiquent en outre les tolérances admises sur les dimensions des fers, ainsi que l'état désirable des surfaces des barres de fers marchands.

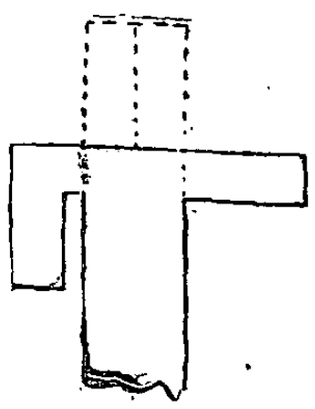


Fig. 520. — *Epreuve des rabattements.*

Des chapitres spéciaux sont consacrés à l'examen des conditions imposées aux fers profilés et divers tels que cornières, fers T, doubles T, fers en U, tôles, fils, etc.

Les cahiers des charges des diverses compagnies sont peu différents ; ceux de l'artillerie de terre et de mer imposent des essais à chaud beaucoup plus difficiles que ceux qui sont relatés un peu plus haut ; seuls, les fers au bois ou les fers dits *de Suède* sont capables de supporter victorieusement de telles épreuves.

La clientèle ordinaire des usines, c'est-à-dire les marchands de fers en gros demandent parfois aussi aux forges qui les fournissent, des fers présentant des propriétés particulières et en rapport avec l'usage ultérieur de ce métal. Aussi dans le cours de la fabrication doit-on faire de nombreux essais à chaud et à froid. Souvent, d'ailleurs, la cassure fraîche du métal fournit de bonnes indications sur sa valeur. Les fers de maréchalerie sont essayés en confectionnant avec quelques bouts de barre des fers de cheval qui doivent se façonner aisément sans présenter le moindre défaut. D'autres fois on forge quelques fers à bœuf, ou bien on perce à chaud des trous sur le bord d'une barre : le métal doit s'allonger sans se rompre.

Les exigences de la clientèle ont produit un résultat dont il convient de se féliciter ; les forges ont classé leurs fers avec beaucoup de soin afin d'établir nettement les propriétés mécaniques répondant à chaque marque ou numéro de la fabrication. L'Exposition de 1889 a permis de consta-

ter les progrès réalisés dans cette voie. Les forges et aciéries du Nord et de l'Est, à Valenciennes, présentaient le classement suivant établi d'après les essais de traction, qui indiquent la tenacité du métal à froid et d'après les crochets qui sont le criterium de la tenue du fer à chaud.

Numéros	Désignation	Eprouvette de traction de 200m/m de longueur utile sur un rond laminé de 20m/m de diamètre		Nombre de crochets à chaud sur un rond laminé de 20 millimèt.	Qualités correspondantes
		Résistance en kilogr. par millimèt. de section	Allongement p. 100		
2	Fer qualité ordinaire du commerce	32 à 34	6 à 9	»	
3	— demi-fort.	34 à 37	9 à 12	4 à 6	Quatrième catégorie des Compagnies de chem. de fer. Commune marine.
4	— fort.	37 à 38	12 à 15	6 à 8	Troisième catégorie des Compagnies de chem. de fer. Ordinaire marine.
5	— fort supérieur	38 à 39	15 à 20	8 à 10	Deuxième catégorie des Compagnies de chem. de fer. Supérre marine.
6	— fort extra.	39 à 40	20 à 25	10 à 12	Première catégorie des Compagnies de chemins de fer.

Les qualités de fer sont habituellement désignées par les numéros 2, 3, 4, 5, 6, etc., le n° 2 indiquant la qualité la plus basse. Souvent aussi, surtout dans les forges anciennes, il existe des noms spéciaux pour chaque qualité ou tout au moins pour les principales. Aux forges de Fourchambault on nomme *Berry T* le fer n° 2 et *Berry-Fourchambault* le fer n° 6.

Fréquemment on trouve une qualité spéciale pour les fers de maréchalerie, on lui donne alors un nom ad hoc tel que *Fourchambault-cheval, Saint-Nazaire-cheval*, etc.

Production du fer. Le four à puddler ordinaire, simple ou double, est le seul appareil métallurgique actuellement en usage pour obtenir le fer. La question du puddlage mécanique ne paraît pas avoir fait de sensibles progrès durant les dernières années écoulées. Cette question a, du reste, perdu beaucoup de son importance et de son actualité depuis que les convertisseurs et les fours à sole ont pu produire facilement et à bon marché l'acier extra-doux ou fer homogène.

Au point de vue économique, il convient de signaler un travail tout particulier : c'est l'utilisation et la transformation des *ferrailles* ou *riblons* du commerce, pièces hors d'usage que les grandes compagnies de chemins de fer mettent en rebut, et vieilles matières que les industriels et les particuliers jettent sur le marché.

Avec de telles matières premières il est possible d'éviter le puddlage de la fonte, c'est ce qui permet de comprendre comment quelques usines ont pu s'installer dans Paris même et produire annuellement, sans fours à puddler, un total de 30,000 à 40,000 tonnes de fers laminés, principalement des fers à planchers.

Quand il s'agit de tirer parti des ferrailles du commerce, deux cas peuvent se présenter :

1° *Les ferrailles sont très menues*. Tel est le cas des tournures et limailles de fer ramassées dans les ateliers de tour et d'ajustage, des débouchures que rejettent les machines à poinçonner.

Quelquefois ce sont des découpures de tôles très minces : sous cette forme se présentent les déchets des petites industries parisiennes. Avec ces matières on produit du *fer de ferraille ;* pour cela faire, on les charge dans un four à réverbère très semblable à un four à puddler ordinaire et même dans un véritable four de puddlage. On pousse le feu, la masse s'agglomère en formant une grosse boule qu'un ouvrier tourne dans tous les sens ; il se produit du laitier qui imprègne le métal et complète son affinage. La boule est ensuite portée sous un pilon de cinglage où elle subit un martelage énergique qui a pour objet de souder les parcelles métalliques et de chasser le laitier.

Ce premier ébauchage donne un *massiau* que l'on passe au laminoir pour le transformer en barres plates de fer brut ou *millbars*. Ces millbars, débitées en longueurs convenables, formeront la matière première des diverses fabrications de fers marchands.

Un petit four à réverbère desservi par deux ouvriers peut faire en douze heures, environ quarante charges de fer de ferrailles ; chaque charge produit de 70 à 80 kilogrammes, cela fait donc en une journée une production totale de 2,500 à 3.000 kilogrammes de barres brutes.

La qualité du fer de ferraille dépend évidemment de celle des matières traitées ; néanmoins on peut dire que l'on obtient toujours par ce travail un fer nerveux bien amélioré.

2° *Les ferrailles sont massives*. Tel est le cas des vieux rails, des tôles de chaudières, des bouts écrus de laminage, des essieux et bandages de roues, etc. Le travail au four à réverbère tel qu'il a été décrit plus haut, n'est plus pratique avec ces matières ; il faut pour les utiliser procéder au paquetage. Il convient tout d'abord, quand on se trouve en présence d'un lot important de ferrailles, de se rendre compte par quelques essais de texture, de la nature du métal, cela permet de l'employer judicieusement.

Les barres ou objets divers qu'il s'agit d'utiliser sont ensuite découpés à froid à la cisaille, en morceaux de longueur et de grosseur variables que l'on réunit en *paquets* solidement liés avec

de gros fils de fer ou de petits fers plats nommés *feuillards.*

La longueur et la section des paquets varient avec le poids et le profil des échantillons que l'on se propose de fabriquer.

Mais il est une distinction qu'il faut établir dans tous les cas entre la *couverture*, partie extérieure du paquet et le *remplissage* de riblons plus menus bien encastrés dans la boîte que forment les couvertes. La qualité des couvertes doit être bien déterminée car ce sont elles qui formeront les surfaces du métal laminé. Autant que possible il faut éviter de laisser de trop grands vides dans le paquet.

Les paquets appelés aussi *masses* sont chauffés au blanc soudant dans un four à réverbère nommé *four à réchauffer* et engagés ensuite entre les cannelures des cylindres du laminoir. Le soudage de toutes les parties du paquet s'opère facilement dans les premiers passages et la barre suit le cours habituel du laminage.

Il arrive parfois que les ferrailles présentent une forme avantageuse et que le paquetage peut être évité : il en est ainsi pour les vieux essieux qu'il suffit de tronçonner, de réchauffer et de laminer à la demande.

Lorsque la provenance des ferrailles est bien connue, on peut obtenir, par paquetage, des fers répondant à des propriétés bien déterminées ; les ferrailles de l'artillerie sont recherchées pour la fabrication des fers de qualité supérieure.

La nature et la forme des objets que l'on trouve dans les riblons sont pour l'acquéreur une indication de leur qualité : les vieux fers à cheval et à bœuf, par exemple, proviennent toujours d'un bon fer de forge. Mises en paquets avec de bonnes couvertes, ces vieilles matières peuvent donner, après laminage, d'excellents fers.

Les usines qui sont bien placées pour se procurer économiquement les ferrailles et qui, de plus, savent en tirer un parti judicieux, trouvent tout avantage à se passer des fours à puddler et peuvent même lutter avantageusement contre les forges qui travaillent par puddlage.

Mais il ne faut pas oublier que l'emploi des aciers extra-doux se généralise chaque jour, en sorte que bientôt les ferrailles du commerce seront un mélange mal déterminé de fer et d'acier. Dans ces circonstances le paquetage deviendra une opération difficile, tout au moins incertaine et le seul moyen vraiment rationnel d'utiliser ces vieilles matières sera de les refondre au four Martin pour les transformer en lingots d'acier doux. — L. C.

Fers (Poids des) Le tableau suivant indique le poids, au mètre courant, des fers le plus habituellement employés.

Carrés		Ronds		Plats de 10 mill. d'épaisseur		Cornières à branches égales		Simples T		Doubles I	
Côté en millimètr.	Poids du mètre	Diamètre en millimètr.	Poids du mètre	Largeur en millimètr.	Poids du mètre	Dimensions en millimètres (1)	Poids du mètre	Dimensions en millimètres (2)	Poids du mètre	Dimensions en millimètres (3)	Poids du mètre
	kilogr.		kilogr.		kilogr.		kilogr.		kilogr.		kilogr.
10	0.78	10	0.61	10	0.78	10 × 1	0.15	20× 18× 3	0.80	38× 80× 4	6.50
20	3.12	20	2.45	20	1.50	20 × 2.5	0.78	30× 45× 4.5	2.10	44×100× 5	9.00
30	7.01	30	5.51	30	2.30	30 × 3	1.33	40× 45× 5.5	3.30	48×120×11.5	15.50
40	12.46	40	9.79	40	3.10	40 × 4	2.38	46× 50× 6	4.50	47×140× 6	12.50
50	19.47	50	15.30	50	3.90	50 × 5	3.70	55× 55× 6.5	5.35	80×140× 7	22.00
60	28.04	60	22.03	60	4.70	60 × 6	5.20	100× 60× 8.5	9.70	56.5×160×15	24.50
70	38.17	70	29.98	70	5.40	70 × 7	7.00	102× 75× 8	9.80	55×180× 7	18.00
80	49.86	80	39.16	80	6.20	80 × 8	9.50	125× 65×10	14.50	66×200×15	35.50
90	63.10	90	49.56	90	7.00	90 × 9	11.55	127×118×12	22.00	68×220×16	38.00
100	77.90	100	61.18	100	7.80	100 × 10	14.80	120×130×15	27.00	128×300×20	76.00

(1) Le premier nombre indique la largeur de chacune des ailes ; la deuxième exprime l'épaisseur des ailes de la cornière.
(2) Le premier nombre indique la largeur de la base du ⊥ renversé, le deuxième indique la largeur de la branche perpendiculaire à la base et le troisième exprime l'épaisseur de chacune des ailes.
(3) Le premier nombre indique la largeur des ailes, le deuxième indique la largeur de l'âme et le troisième l'épaisseur de l'âme.

• **FER-BLANC** (*Désétamage du*). L'emploi du fer-blanc, sous toutes ses formes, produit des déchets, dont on a longtemps cherché l'utilisation.

Le fer-blanc, que l'on doit considérer comme formé de 96 de fer et 3,5 à 4 0/0 d'étain ne peut être employé directement comme ferraille. Que l'on opère par paquetage, ou par fusion, l'étain communique au métal, même à cette faible dose, une fragilité et une résistance à la soudure; qui éloignent le produit obtenu de tout emploi sérieux.

Une usine existe, pourtant, à Paris, qui traite au cubilot les rognures de fer-blanc et en fait de la fonte pour colonnes. On obtient, ainsi, de la fonte blanche cristalline très pâteuse et qui n'a aucune résistance au choc ; il n'est pas rare de voir ces colonnes se briser au déchargement, ce qui donne une faible idée de leur valeur, comme matériaux de construction. C'est là un procédé barbare, contre lequel la plupart des architectes réagissent en proscrivant, d'une manière absolue, les produits de ce genre. On ne peut donc, raisonnablement, considérer comme une utilisation des rognures de fer-blanc, leur emploi direct dans la fonderie.

On a cherché, aussi, à dissoudre dans l'acide sulfurique ces rognures, pour obtenir du sulfate de fer. Mais là, se présente une difficulté d'attaque

que l'on ne réussit à tourner qu'en laissant le métal se rouiller à l'air avant de l'attaquer par l'acide.

Quoi qu'il en soit, ces deux manières d'opérer ne tirent aucun parti de l'étain qui recouvre le fer-blanc. Or, en admettant seulement 3 0/0 d'étain d'une valeur de 2 fr. 50 en moyenne le kilogramme c'est 75 francs de perdus par tonne de rognures ou déchets de fer-blanc ; et, comme cette matière est sans valeur, on comprend que l'extraction de l'étain et le retour de la ferraille décapée à la métallurgie du fer ait séduit des inventeurs.

Très nombreux, en effet, sont les procédés qui ont été préconisés et essayés pour l'extraction de l'étain des rognures et déchets de fer-blanc.

L'étain est attaquable par les alcalis, par le chlore et par l'acide chlorhydrique, sans compter les sulfures alcalins. Il y avait donc lieu d'essayer ces divers agents de désétamage, mais, avant de tenter ces moyens chimiques, on avait employé, en Angleterre, deux procédés dont nous allons parler brièvement.

L'étain, n'étant que très partiellement allié au fer dans le fer-blanc, on pouvait chercher, par un moyen mécanique, à enlever la couche d'étain qui recouvre le fer ; dans ce but, on soumettait, dans un tambour tournant les rognures de fer-blanc au contact de sable siliceux continuellement en mouvement. On pouvait espérer ainsi user et réduire, en poudre fine, l'étain recouvrant superficiellement le fer. Il suffisait alors, de traiter, par l'acide chlorhydrique, le sable mêlé de poudre d'étain pour extraire ainsi le métal précieux, sans toucher au fer. Ce procédé, assez ingénieux en principe, n'a pas été trouvé pratique, soit par suite de la complication mécanique qu'il exigeait, soit par le volume très considérable qu'occupent, pour un faible poids, ces matières stannifères, d'une faible épaisseur et de forme très irrégulière. Un autre inventeur traitait par une sorte de rotissage, le fer-blanc étendu sur la sole d'un four à réchauffer ; il se formait une couche d'oxyde de fer qui entraînait l'étain également oxydé. En soumettant la matière refroidie à une agitation et à un criblage, les écailles oxydées se détachaient plus ou moins bien et pouvaient fournir une matière stannifère riche, dont il était possible d'extraire l'étain.

De tous les agents chimiques qui dissolvent l'étain, la soude caustique est, à première vue, le plus intéressant, car cette base est sans action sur le fer à une température inférieure à 200°. Quand on traite, en présence de la vapeur d'eau et aux environs de 100°, pour hâter l'action, des rognures de fer-blanc par une lessive de soude caustique, tout l'étain se dissout, et le fer n'est pas attaqué. Il se forme du stannate de soude, trop impur il est vrai pour être utilisé sous cette forme, mais dont on peut extraire assez facilement l'étain. Quand le décapage est terminé, ce qui se reconnaît à la teinte noire que prend le fer, on lave et on fait passer dans le bain débarrassé des ferrailles un courant d'acide carbonique. Il se forme du carbonate de sonde et de l'acide stannique. Celui-ci, s'il est propre, peut être employé directement, si non, il suffit de le réduire à l'état d'étain métallique en le chauffant en présence du charbon. La dissolution de carbonate de soude est traitée par de la chaux, et la soude caustique est régénérée, tandis que le carbonate de chaux produit donnera, par sa calcination, de l'acide carbonique pour décomposer le stannate de soude. Il y a là comme on le voit, un cycle assez satisfaisant, puisque l'agent principal, qui est coûteux il est vrai, se trouve régénéré et que le fer n'est nullement attaqué. En pratique, cette méthode, qui a été essayée sur une assez grande échelle en Allemagne, ne donne pas d'excellents résultats. Si on opère dans des bacs à découvert, la lessive de soude caustique se carbonate et perd rapidement son action, en même temps qu'il se dépose sur les rognures, de l'acide stannique qu'il n'est pas facile d'enlever sans faire des lavages diluants. Si on agit en vases clos, ce qui est préférable à première vue, on est arrêté par le volume considérable que doivent avoir les appareils, auxquels on est conduit à donner un mouvement, pour renouveler les surfaces. De plus, par l'emploi de la vapeur, par la production d'acide carbonique et la régénération de la soude, on fait une dépense considérable de combustible qui peut atteindre sept à huit fois le poids des rognures à décaper.

Une autre méthode, qui est actuellement employée avec succès à Bruxelles, c'est l'attaque au chlore. Dans un cylindre vertical en tôle, on introduit, par la partie supérieure, les déchets de fer-blanc, tandis que par le bas on fait passer un courant de chlore mélangé d'air. Il se forme du bichlorure d'étain, et, comme la masse s'échauffe, celui-ci distille et peut être recueilli par condensation. L'avantage que présente ce procédé, c'est de pouvoir produire un composé stannifère immédiatement utilisable, s'il est suffisamment pur ; on peut, en tous cas, le purifier par une nouvelle distillation.

L'inconvénient majeur de cette méthode, c'est que cette solution très ingénieuse et très rationnelle ne peut s'appliquer qu'à une faible partie des rognures de fer-blanc que produit l'industrie. En effet, on décore généralement le fer-blanc avec des enduits, des vernis qui résistent à l'action chlorurante; il en résulte qu'une des surfaces seulement se décape, et l'autre reste intacte. Aussi, ce procédé n'est-il employé que pour les rognures blanches.

L'acide chlorhydrique a été essayé en dissolution, mais la rapidité avec laquelle il attaque, aussi bien le fer que l'étain, y a fait renoncer.

On a mieux réussi avec l'acide chlorhydrique gazeux, qui, lorsqu'on l'applique dans de bonnes conditions, ne dissout qu'un équivalent de fer pour un équivalent d'étain, malgré l'affinité assez grande qu'a le chlore pour le fer. On obtient ainsi, après lavage, un mélange de protochlorure de fer et de protochlorure d'étain, d'où l'on peut précipiter ce dernier métal, soit à l'état d'oxyde, soit à l'état métallique. Cette méthode, qui a le défaut évident de ne pas donner l'étain sous une forme immédiatement utilisable, présente cependant un avantage de premier ordre, c'est de s'appliquer,

sans aucune difficulté, à tous les déchets de fer-blanc, colorés, peints ou vernis. La réaction qui a lieu, entre l'acide chlorhydrique et l'étain donne un dégagement d'hydrogène

$$Sn + HCl = SnCl + H$$

les bulles de gaz, qui tendent à se produire, soulèvent la peinture ou le vernis et le décapage est complet sur toutes les faces. C'est donc une solution générale du problème du désétamage.

Il reste, enfin, comme moyen d'attaque de l'étain qui recouvre le fer-blanc, les sulfures alcalins. Nous savons qu'on a proposé cette méthode, mais elle nous semble présenter un inconvénient notable, c'est la possibilité de sulfurer également le fer et par conséquent de le rendre impropre à la métallurgie. Le maniement de bains dégageant de l'acide sulfhydrique peut présenter des inconvénients pour la santé des ouvriers tout aussi bien que le chlore ou l'acide chlorhydrique, on peut y remédier par une bonne ventilation.

Comme corollaire du décapage des fers-blancs, citons le paquetage à la presse hydraulique des ferrailles désétamées en vue de faciliter leur emploi en métallurgie. M. Lambotte, de Bruxelles, qui décape les débris de fer-blanc par le chlore, avait exposé en 1889, des paquets très denses et très serrés obtenus à la presse hydraulique. Les ferrailles décapées, par le chlore, l'acide chlorhydrique ou la soude, trouvent un bon emploi dans la fabrication de l'acier sur sole.

On a essayé l'emploi des courants électriques dans un bain salin susceptible de dégager de l'acide chlorhydrique, pour désétamer les fers-blancs. On prétend qu'une usine d'Allemagne opère de cette manière.

Un procédé analogue a été appliqué à Paris; mais, comme on pouvait le prévoir, les vernis qui recouvrent la plupart de ces déchets fonctionnent comme isolants et le courant électrique n'agit pas également partout ; il n'y a guère qu'une face de décapée, ce qui a fait renoncer à cette manière de faire. Il est vrai que, par une opération préalable, on pourrait enlever ces vernis et ces peintures ; mais c'est une main-d'œuvre et des frais supplémentaires qu'il est prudent d'éviter, ces ferrailles minces et déchiquetées étant d'un maniement difficile et coûteux.

Pour terminer ce qui est relatif aux déchets de fer-blanc, nous dirons quelques mots du *dessoudage des vieilles boîtes de conserves.* Ces boîtes sont de deux sortes : 1° celles qui sont soudées sur une face et serties sur les deux fonds ; on n'en tire, jusqu'à présent, aucun parti ; 2° celles qui sont soudées sur les faces et les fonds et que l'on utilise.

Ces boîtes soudées sont passées à un feu de copeaux ou à un feu de coke, au moyen d'une rigole en tôle posée au-dessus d'une grille. Elles s'ouvrent et la soudure qui en découle est ramassée avec soin. Quant aux parties planes obtenues par le développement des surfaces cylindriques, les fonds circulaires ou rectangulaires, on les dresse aussi bien que possible et on s'en sert pour la fabrication de certains jouets d'enfants qui sont ensuite peints ou vernis, de sorte que les imperfections de l'étamage causées par les coups de feu du dessoudage disparaissent.

Quant à la soudure, elle s'écoule et si on a eu soin d'empêcher qu'elle ne soit mélangée avec le laiton des étiquettes qui recouvrent les boîtes, elle peut resservir pour les ferblantiers et les plombiers. — F. G.

• **FERMENTATION** (des bières). Nous avons dans ce *Supplément* au mot Brasserie, énuméré à grands traits les transformations principales qu'avait subies l'industrie de la brasserie dans ces derniers temps. Parmi ces transformations, nous avons signalé, comme un point capital, l'adoption des levures pures par les brasseurs de bières de *fermentation basse*, grâce aux travaux intelligents de M. Hansen, et nous avons décrit les procédés mis en œuvre par cet habile chimiste pour faire passer, définitivement, dans le domaine de la pratique cet excellent moyen de fabrication. Tout récemment, les plus louables efforts ont été également tentés par un de nos savants les plus éminents, M. Duclaux, de l'Institut, pour faire profiter les brasseurs de bières de *fermentation haute* d'un système de préparation de levures hautes relativement pures, et destiné à rendre à ces industriels des services équivalents à ceux que M. Hansen a rendus par ses découvertes aux brasseurs de bières de fermentation basse.

Nous reproduisons ci-dessous les précieux renseignements fournis par M. Duclaux et qui permettront à l'avenir aux brasseurs de bières de fermentation haute d'accomplir leur travail avec des garanties de sécurité inconnues jusqu'ici. En accordant ainsi une aussi large place à la question des fermentations, nous avons la confiance de faire connaître à nos lecteurs la voie de progrès la plus importante réalisée dans l'industrie de la brasserie et dont les magnifiques découvertes de l'illustre Pasteur ont donné le signal.

Voici comment s'est exprimé M. Duclaux sur la question, dans la conférence faite par lui au dernier Congrès des brasseurs de France.

« Pour ne pas allonger cette conférence, a-t-il dit, je supposerai qu'ayant obtenu un moût de composition parfaite, nous nous posons uniquement le problème de le transformer en une bière satisfaisant à la fois le brasseur et le consommateur. Ce problème est double, il faut empêcher le développement des bactéries dans le moût ; il faut ensemencer à l'état pur la levure, ou les levures dont il doit subir l'action. Examinons séparément ces deux parties du problème.

« En ce qui regarde l'envahissement des bactéries, il n'est pas douteux que la fermentation haute ne présente bien plus de risques que la fermentation basse. Dans celle-ci, le moût ne passe pas ou ne séjourne guère sur les bacs refroidissoirs ; il est pour ainsi dire soustrait au contact de l'air jusqu'à la cuve de fermentation. Là il séjourne encore dans un espace clos ; enfin, il est maintenu à une température basse beaucoup plus défavorable aux bactéries qui, y arrivant d'ordinaire, inanitiées, ont besoin de se refaire, qu'aux levures introduites en excès et à un état de vitalité aussi grand que possible.

« Tout autres sont les conditions de la brasserie à fermentation haute. L'usage des bacs refroidissoirs ou tout au moins d'un moyen qui assure à la fois la réfrigération et l'aération est indispensable pour introduire

dans le moût la quantité d'oxygène dont il a besoin pour former des lies d'oxydation et offrir à la levure une proie facile.

« Or, ce large contact de l'air passe pour favoriser l'arrivée dans le moût de bactéries ou de ferments étrangers. De plus, dans le mode de fermentation haute on n'a pas le concours protecteur d'une température basse. La fermentation ne se fait pas non plus en vase clos ; elle est rapide, tumultueuse, elle amène la sortie du liquide par la bonde. Les manipulations du moût en fermentation sont fréquentes, d'où de nouvelles causes de pollution possibles par des germes venus de l'air. L'air est-il aussi coupable ou plutôt aussi dangereux qu'on le dit? Je ne méconnais pas qu'il ne puisse le devenir dans des brasseries placées dans de mauvaises conditions matérielles ou mal tenues. Mais je crois qu'on l'accuse à tort dans la plupart des cas. Il en est pour les brasseries comme pour les hôpitaux et comme dans la vie ordinaire. L'infection se produit bien plus souvent par les corps solides ou liquides que par l'air, relativement pauvre en germes de contagion. Dans un hôpital, ce sont les linges, les éponges, le contact des infirmières, les instruments ou les mains des chirurgiens qui transportent une maladie infectieuse d'un lit à un autre et, depuis qu'on surveille cette origine on a pu tenter les opérations les plus graves dans les locaux en apparence les plus infectés, sans en éprouver d'inconvénients. Il en va de même sans doute dans les brasseries. L'air, au-dessus des bacs, placés en général sous des appentis légers et largement aérés ne doit pas différer sensiblement de l'air ordinaire. Quant à l'air des caves de fermentation, il est moins renouvelé que celui des bacs. Mais le sol et les parois des caves sont, en général, humides et retiennent les germes flottants dans l'air au lieu d'y en introduire de nouveaux et, quand on voit l'air des égouts de Paris se montrer, comme dans les expériences de M. Miquel, moins riches en germes que l'air des rues, il est très difficile de croire que l'air des caves est une cause puissante d'impureté pour les bières. J'aimerais beaucoup mieux accuser *a priori* le suintement, les lavages imparfaits des agrès, l'insouciance ou la malpropreté des ouvriers. Et quand je parle de malpropreté, je n'oublie pas que tous les brasseurs, sans exception, font pratiquer de copieux nettoyages ; mais il y a propreté et propreté. Une propreté méticuleuse deviendra certainement la loi de cette brasserie de l'avenir dont je cherche à tracer par avance l'image, comme elle est devenue la loi de la chirurgie moderne. La transformation ne sera pas plus difficile chez l'une que chez l'autre et elle ne sera pas plus couteuse, car c'est une erreur de croire que la bonne chirurgie soit une question de locaux spacieux, de tables de marbre, ou de lavabos à bascule. La bonne chirurgie est affaire, non de l'architecte, mais du chirurgien ; de même la bonne brasserie est affaire de conviction et de soin chez le brasseur et non de dépense et d'outillage.

« Mais il ne s'agit pas seulement de prévoir un état meilleur ; il faut montrer les moyens d'y atteindre. Dores et déjà, n'y aurait-il pas moyen pour un brasseur tourmenté par l'apparition des bactéries étrangères dans ses fermentations de savoir d'où elles viennent? Tant qu'il ne le sait pas, il tâtonne, il s'en prend à la fois à toutes les causes d'infection ; il ressemble à quelqu'un qui aurait à chercher un objet dans une chambre noire ; c'est miracle s'il le trouve.

« La science possède pourtant un procédé de recherche commode et sûr. Imaginez que vous prélevez à une phase quelconque de la fabrication, un centimètre cube de moût et que vous le mélangiez avec une quantité de gélatine assez grande pour, qu'après refroidissement, le tout prenne la consistance d'une gelée de viande ordinaire. En faisant l'opération dans des conditions de propreté méticuleuse, on peut s'arranger pour que, si ce moût ne contenait pas de germes, son mélange avec la gélatine reste inaltéré. Mais s'il contenait des germes sur tous les points, ou, dans le mélange il s'en sera logé un, ce germe se multipliera et donnera naissance à une petite colonie, qu'on verra apparaître d'abord comme un point imperceptible, puis grandir presque à vue d'œil. A ce moment, si les colonies ne sont pas trop serrées les unes contre les autres, ce à quoi on peut toujours arriver, en diluant la quantité de moût employé dans une quantité suffisante de gélatine nutritive, on pourra les compter et se faire une idée du nombre de germes contenus dans un centimètre cube et dans un litre de moût. Imaginez que l'on suive par cette méthode, dans tout le courant de la fabrication, avant la mise en levain, et même après (car la levure ne gêne guère), le moût sur lequel on opère, vous devinez que le point faible de la fabrication sautera tout de suite aux yeux. On verra que le moût, peu chargé de bactéries avantt elle opération, se montrera peuplé aussitôt qu'il en sort et, soit que cela provienne de la multiplication des bactéries qu'il contenait déjà, ou de l'invasion de bactéries nouvelles ; dans les deux cas, il y aura une défectuosité qu'on pourra faire disparaître, une fois averti de son existence et de ses origines.

« Toutes ces études exigent du soin, mais peu de dépenses. Elles sont de celles que le brasseur pourrait faire lui-même si on le lui avait enseigné. Elles constituent un moyen excellent de surveillance d'une fabrication et faites pendant l'hiver, puis pendant l'été, elles donneraient vite, par comparaison, le secret de ces accidents de fabrication si fréquents pendant les chaleurs.

« Nous allons les trouver non moins secourables quand nous leur demanderons le choix de nos levures. Toutes les levures ne se ressemblent pas et l'on peut découvrir chez elles des propriétés de genre, d'espèce, de famille, de race et d'individus. On peut dire que chaque brasseur a les siennes, qui sont acclimatées dans la brasserie, si la brasserie marche bien, qui sont pliées à la nature de l'eau et aux conditions de fabrication et qui contribuent à donner à la bière produite le type, le cachet d'origine recherché par le consommateur. C'est toujours une opération périlleuse que de transporter dans une brasserie un levain emprunté à une autre ; il est toujours préférable de chercher à purifier une levure devenue impure en cours de fabrication.

« L'altération qu'elle a subie ne peut provenir que de l'une des deux causes suivantes: ou bien il y aura eu pénétration de bactéries et alors une étude faite, comme nous l'avons dit plus haut, permettra de connaître et d'aveugler la source des impuretés ; ou bien de mauvaises levures seront venues remplacer la bonne et alors le problème revient à avoir toujours de bonne semence pour la mise en levain.

Le problème ne diffère pas théoriquement de celui qui se pose pour la fermentation basse et que l'on peut considérer comme pratiquement résolu par les travaux d'Hansen. Mais à cette conclusion les brasseurs de fermentation haute répondent : la solution trouvée par Hansen ne nous convient pas et, de plus, si elle pouvait nous suffire elle ne serait pas suffisamment économique.

« Examinons séparément ces deux objections. Je ne serais pas éloigné de me rallier à la première. Ce qu'il y a de vraiment nouveau dans le procédé d'Hansen, c'est l'idée de faire procéder un levain d'une cellule unique qui transmet en partie au moins, ses qualités héréditaires dans des brassins successifs. Les premières générations ne donnent pas toujours à la bière la saveur voulue; il semble qu'il y ait une période d'acclimatation nécessaire, mais tout finit par s'asseoir si la levure reste pure. C'est ici que les brasseurs de bière haute se récrient : cette conservation de la levure à l'état de pureté est facile, disent-ils, dans la fermentation basse qui se fait en vase clos elle serait impossible chez nous ou, à moins d'un changement complet dans l'outillage, la levure revient toujours à l'air. Que si nous sommes obligés de nous procu-

rer du levain pur à chaque brassin nouveau, non seulement ce sera cher, mais nous serons toujours dans la période d'acclimatation et nous n'arriverons jamais à reproduire notre type.

« Si cette solution ne convient pas, il faut en chercher une autre, si nous voulons soustraire la brasserie aux incertitudes et aux déceptions fréquentes qui pèsent, en ce moment, sur sa fabrication. Il me semble que la chose est facile. Quand on supprime de la méthode d'Hansen l'idée de faire provenir le levain d'une cellule unique, on retombe sur les anciennes méthodes, que M. Pasteur a proposées dans son livre sur la bière et qu'il suffit de combiner avec la méthode des cultures sur gélatine, pour en faire quelque chose de sûr et de précis.

« Du levain impur auquel nous supposons que le brasseur a abouti après une période commençante de fabrication défectueuse, il est toujours facile d'extraire et de séparer, au moyen de cultures sur gélatine, quelques cellules prises dans les formes dominantes qu'on cultive et qu'on multiplie assez pour pouvoir les faire servir à l'ensemencement de quelques litres de moût. On entoure cette fermentation-mère de précautions spéciales et en particulier de cette propreté méticuleuse dont je parlais en commençant. Si le goût de la bière ainsi produite est bon, tout va bien, on a sa semence ; s'il est défectueux, on procède à une sélection nouvelle et on peut arriver ainsi, en quelques semaines, à avoir une levure donnant à la bière le type voulu. Il n'y a plus à ce moment qu'à en assurer la pureté continue par une série d'ensemencements dans des vases appropriés, de façon à avoir toujours de la semence prête à entrer en fonctions, sitôt que l'examen microscopique montrerait l'arrivée des bactéries dans le levain ou qu'un changement dans la saveur de la bière témoignerait de l'intervention des levures étrangères.

« Aurait-on besoin de revenir souvent à la source des semences pures, qu'il n'y aurait pas de difficultés, car il n'y a quasi pas de dépenses. Il ne faut pas d'appareils coûteux ; ainsi dans l'appareil dont nous nous servons au laboratoire le moût y est constamment aéré avec de l'air pur pendant la fermentation et avec un appareil d'une contenance de 20 litres on obtient en huit jours 300 grammes de levure pressée. Une petite batterie sans cesse en action d'appareils comme celui-ci en tôle émaillée pourrait suffire à une brasserie importante et ni comme outillage, ni comme personnel, la dépense n'est à compter avec les services qu'on peut en attendre ».

Tels sont les enseignements féconds mis par le savant chimiste à la portée des brasseurs de bières de fermentation haute et qui, nous en avons la confiance, imprimeront à cette boisson, qui joue un si grand rôle pour l'alimentation du nord de la France, un cachet de perfectionnement et de progrès analogue à celui dont les brasseurs de bière de fermentation basse sont redevables à M. Hansen.

A côté de cette question des fermentations, qui constitue bien, comme nous l'avons dit, la caractéristique des plus grands progrès réalisés dans l'industrie de la fabrication des bières, viennent se ranger, mais avec une importance infiniment moindre, d'autres améliorations de détail qui cependant ont contribué aussi, dans une certaine mesure, au progrès de la brasserie. C'est ainsi que comme complément à la fermentation, nous signalerons les appareils *à filtrer*, *à gazéifier* les bières, etc., etc., dont les brasseurs ont tiré récemment si bon parti, et dont nous nous occuperons ici.

Il est pourtant un autre point de la fabrication qui doit figurer comme importance, immédiatement après celui qui concerne la fermentation, c'est celui qui a trait à la *saccharification* (V. ce mot). Il fera dans ce *Supplément* l'objet d'un article spécial.

Les appareils à filtrer la bière introduits depuis quelques années en brasserie, ont reçu de grands perfectionnements et ont supplanté dans beaucoup d'établissements l'emploi des copeaux et celui des autres moyens de collage.

Quelques mots sur le traitement des bières au moyen des copeaux. Ce procédé est encore généralement répandu en Allemagne pour la clarification des bières et même pour celle des bières de garde. Il s'applique plus spécialement au traitement des bières de fermentation basse, tandis que les autres procédés de clarification, colle de poisson, peaux de raies, etc., sont employés pour le traitement des bières de fermentation haute.

Voici les inconvénients qui ont pu être reprochés à l'emploi des copeaux, bien que parmi les divers clarifiants ils soient ceux qui en raison de leur action purement mécanique préjudicient le moins à la nature de la bière.

1° La bière clarifiée sur copeaux est toujours plus ou moins affaiblie ;

2° Les copeaux s'altèrent très rapidement, ce qui en rend l'emploi périlleux et coûteux ;

3° Les copeaux se prêtent bien au dépôt des cellules de levure lorsque celles-ci ont une forte densité, mais beaucoup moins au dépôt des levures légères, du saccharomyces exiguus, ainsi qu'à celui des particules de glutine demi solubilisées, qui si fréquemment troublent la transparence de la bière ;

4° En raison des difficultés que présente leur nettoyage à fond, l'emploi des copeaux fait courir pour la bière le même péril de développement des bactéries que pourrait le faire le bois nu de tonneaux non goudronnés ou non vernis ;

5° Les copeaux, lors du soutirage, surtout dans les fûts bondonnés, peuvent donner lieu à des inconvénients dont il faut aussi tenir compte.

Tels sont les inconvénients inhérents à l'emploi des copeaux et qu'on a voulu éviter en leur substituant les appareils à filtrer la bière. Voici les conditions que doit remplir un bon appareil de ce genre.

Le brasseur de bières de fermentation basse doit être certain, avec un bon filtre, de communiquer à coup sûr à ses produits la limpidité de cristal exigée aujourd'hui, sans s'exposer, comme avec l'emploi des copeaux, d'introduire le loup dans la bergerie, c'est-à-dire de mettre en contact avec la bière les bactéries qui, accidentellement, peuvent souiller les copeaux.

Pour les bières jeunes de fermentation basse, les copeaux ne sauraient communiquer à la bière jeune cette épuration complète que lui fait subir son passage à travers les pores resserrés de la matière filtrante, surtout au point de vue de la glutine et des divers ferments que peut renfermer le liquide.

Le brasseur de bières de fermentation haute rencontre dans un bon filtre à bière les avantages que nous venons d'exposer, et ce traitement de la bière lui sera d'autant plus avantageux, que

les bières de ce genre sont fermentées et conservées dans des conditions de température de beaucoup plus élevées que les bières de fermentation basse et qui favorisent d'autant mieux le développement des germes d'impuretés, si ceux-ci n'ont pas été parfaitement éliminés par une bonne filtration.

La filtration des bières de fermentation haute s'applique aux bières fermentées en cuve et soutirées ensuite en foudre de repos ou aux bières qui ayant subi la fermentation à mousse en cuves subissent la fermentation à levure en tonneaux d'épuration (méthode anglaise), ou encore aux bières hautes que l'on a fait fermenter en gros tonneaux, d'où elles sont soutirées plus tard en tonneaux d'expédition, etc.

Une excellente application encore des appareils de filtration de la bière a trait à la pasteurisation à laquelle sont soumises les bières d'exportation, et qu'il importe de traiter en bouteilles, aussi dépouillées que possible de toutes cellules de levure ou d'impuretés, ce qui permet d'abaisser d'autant plus le degré de chauffage.

Nous venons de passer en revue les avantages multiples que peut retirer le brasseur de l'emploi rationnel d'un bon filtre de brasserie. Il nous reste à mentionner et à apprécier les considérations qui ont été formulées à propos de certains inconvénients que comporterait l'usage de ces appareils, sans qu'on ait dénié pour cela bien entendu les immenses services qu'ils peuvent rendre à tous les brasseurs sans exception, quelle que soit leur habileté pratique et leur expérience de la fabrication.

On a prétendu que la bière par la filtration se trouvait exposée à perdre quelque peu de sa finesse de goût et du contingent de résine qu'elle renferme.

Ici, il faut s'entendre, et une distinction capitale doit être faite ; ou la bière est passée au filtre presqu'immédiatement après la fermentation principale accomplie, sans qu'une suffisante fermentation ultérieure, le complément obligé d'un bon travail, ait pu s'effectuer et communiquer aux produits ce cachet de fini qui distingue la bière convenablement mûre pour la fermentation. En ce cas, il est évident que le filtre, arrêtant au passage les matières non définitivement solubilisées, qui troublaient la transparence du liquide à une période de la fermentation ultérieure où leur action n'a pas eu encore le temps de s'exercer sur la bière, il est évident, disons-nous, que le filtre alors agira en quelque sorte comme agit le collage sur une bière du même âge, se trouvant dans les mêmes conditions. Seulement le filtre, ici, assurera aux produits avec l'extrême limpidité une meilleure garantie de conservation, résultats que n'assure pas toujours la colle de poisson. La bière, toutefois, n'aura pas, en ce cas, le cachet qu'elle eût acquise par un repos d'une certaine durée, accompagné d'une lente précipitation des matières insolubles avec les modifications qui continuent encore à s'accomplir dans les substances principales du moût.

Ou, au contraire, la bière n'est passée au filtre qu'après une certaine durée de repos en cave, qui a permis à la fermentation ultérieure de se développer, en plus ou moins grandes proportions, avec les réactions si favorables qui se poursuivent alors au sein du liquide et déterminent son cachet. Et, en ce cas, quelle pourrait avoir été l'influence de la filtration de la bière accomplie à une période de travail où le gros des précipités a été déjà effectué, où il ne s'agit plus que de communiquer au produit le complément de limpidité brillante, si en honneur aujourd'hui ? En quoi la matière inerte du filtre pourrait-elle préjudicier au goût et à la finesse du liquide ; ces qualités ne sont-elles pas l'apanage même du liquide qui traverse à continuité la masse filtrante et qu'il s'est approprié par un certain repos ? Les matières insolubles restées à ce moment en suspension dans le liquide et que retiendra le filtre, n'ont alors plus rien à voir avec la finesse de goût de la bière. Le filtre, en les éliminant, ne pourra qu'accentuer la finesse de ce goût. C'est bien ainsi, croyons-nous, que doit être appréciée l'influence de la filtration sur le cachet de la bière.

Filtrée à l'époque ou elle a atteint le summum de ses qualités la bière ne perd pas plus de ces qualités qu'elle ne perd de celles-ci, à la suite d'une excellente fabrication et d'une fermentation ultérieure normalement effectuée ; quand, parvenue à son maximum de finesse de goût, elle est soutirée admirablement limpide, des lies déposées, renfermant les cellules de levure et les particules de résine qui troublaient sa transparence et qui, dès lors, n'ont plus sur elle aucune action.

Parmi les appareils à filtrer la bière mis à la disposition des brasseurs, nous signalerons le filtre Stockeim dans lequel la masse filtrante que doit traverser la bière sous une certaine pression se compose de cellulose soumise périodiquement à des lavages, et les filtres rapides universels de M. Enzinger que viennent compléter les appareils isobarométriques du même inventeur pour remplir les bouteilles et les fûts.

Le filtre de M. Enzinger se compose de papier spécial disposé sur châssis en étain. Un appareil de cent châssis filtre 40 hectolitres, mais on pourrait filtrer 300 hectolitres en 3 heures avec deux appareils Enzinger. Il est bon que l'appareil soit rincé à l'eau chaque fois que 200 hectolitres ont été filtrés. Quand on a fini de se servir de l'appareil, on le lave d'abord en y faisant passer de l'eau par pression et ensuite on le laisse plein d'eau jusqu'à ce que l'on s'en serve de nouveau. L'appareil se nettoie donc avec la plus grande facilité.

Le matériel à filtrer consiste donc en papier à filtrer sec chimiquement pur, sans saveur ni odeur, qui n'est pas exposé à la décomposition en tant qu'il est maintenu en lieu sec.

Ce nouveau filtre, en fonctionnant, ne cause pas de perte de bière ; le papier à filtrer qui ne se compose que de feuilles minces, n'absorbe pas de bière par imbibition, contrairement aux systèmes de filtrage dans lesquels l'on emploie des couches de cellulose épaisse ; ces filtres fonctionnent en outre à très bon marché, le papier à filtrer ne coûtant que 1 fr. 90 le kilogramme. Il peut être

lavé plus ou moins souvent et être employé avec le même succès sans qu'il soit nécessaire de démonter le filtre.

A côté de ses filtres à papier pour la bière, M. Enzinger a introduit les appareils isobaromé-triques à soutirer qui, reliés avec ses appareils à filtrer, servent à transvaser des bières fortement bondonnées du tonneau de garde dans les tonneaux d'expédition, ou de ces derniers dans les bouteilles, sans perte de gaz acide carbonique.

Nous n'abandonnerons pas cette importante matière de la fermentation des bières sans mentionner divers procédés de travail à auxquels ils se rattachent et dont ils constituent en quelque sorte un complément.

C'est dans cet ordre d'idées que nous enregistrerons les progrès accomplis pour le chauffage (*la pasteurisation*) des bières d'exportation en bouteilles. Le chauffage à bain-marie des bières en bouteilles, connu en brasserie sous le nom de *pasteurisation* des bières, est le procédé généralement employé aujourd'hui ponr assurer la stabilité aux bières d'exportation.

Pour éviter la casse il doit être accompli en bouteilles très solides. La température de chauffe est portée vers 60° centigrades, très lentement, en deux heures environ. On la maintient pendant une demi-heure ou davantage, puis on procède lentement au refroidissement. La durée de conservation assignée à la bière détermine le degré de chauffe et sa durée.

Le chauffage de la bière comporte des inconvénients. Son bouquet disparaît plus ou moins et fait place à un certain goût douceâtre qui, il est vrai, finit par s'améliorer un peu par la suite ; la bière, en outre, devient d'une nuance un peu plus foncée, c'est pourquoi les bières brunes s'accommodent beaucoup mieux de la pasteurisation que les bières blanches. Les bières vieilles bien déposées s'y prêtent beaucoup mieux que les bières jeunes.

Les bières qui possèdent une forte atténuation, une pureté parfaite et un certain âge peuvent se conserver alors six mois et plus, complètement exemptes de dépôt.

Au bout d'un certain temps, variable suivant la qualité de la bière et le mode de pasteurisation, toute bière commence à déposer, bien que très lentement, les cellules de levure qui paraissaient triées reprennent une nouvelle vie. Mais si l'on chauffe de nouveau les bouteilles chaque fois que se montre un nouveau dépôt, celui-ci disparaît complètement, aussi peut-on conserver la bière de cette façon pendant deux ou trois ans, sans qu'elle se trouble ou devienne aigre.

Quelques renseignements complémentaires sur la pasteurisation. On place souvent les bouteilles contenant de la bière à pasteuriser dans de l'eau froide que l'on chauffe ensuite en y injectant de la vapeur jusqu'à 60° centigrades environ, On se borne même à ne chauffer que jusqu'à 55 ou 56° centigrades quand la bière a été bien préparée pour la pasteurisation.

Plus lentement on chauffe la bière, plus la température sera égale dans les différentes bouteilles; il y a toujours une différence de 2 à 3° entre la température de la bière et celle du bain-marie.

Il arrive que les bières pasteurisées deviennent troubles à la longue. Schwartz a prouvé que ce trouble ne provient pas, en ce cas, des cellules de levure, mais des bactéries, et que pour prévenir le développement de ces organismes, quand la bière en renferme, il est nécessaire de porter la température de cette dernière à 75° centigrades, ce qui n'est pas sans risque pour les bouteilles. Certains types de bière, genre Pilsen, ne conviennent pas pour la pasteurisation qui les altère de façon à ne plus reconnaître leur goût.

Par contre, les bières fabriquées avec du malt touraillé à haute température, modérément houblonnées, changent beaucoup moins de cachet par la pasteurisation. Elles doivent avoir été bien fermentées, être parfaitement claires, avoir du montant quand on les met en bouteilles. La perte d'acide carbonique causée par la pasteurisation est toujours considérable. Pour empêcher le bouchon de sauter, on l'agrafe avec un double lien de fil de fer et même de cuivre passé au collet de la bouteille. Les bouteilles cassées et les bouchons sautés atteignent une proportion de 1 1/2 0/0.

A ces renseignements complémentaires sur la pasteurisation des bières en bouteilles, nous ajouterons que plusieurs appareils ont été récemment proposés aux brasseurs pour pasteuriser les bières en fûts ou en masses équivalentes. C'est ainsi que M. Kuhn, brasseur à Clermont-Ferrand, a inventé un appareil spécial basé sur le chauffage de la bière suivi de son refroidissement des plus rapides à l'aide d'une machine à glace. Un autre appareil très ingénieux a été combiné par M. Grenet pour assurer la pasteurisation des bières en fûts dans les meilleures conditions.

Il est impossible de parler de la fermentation des bières sans parler des maladies auxquelles elles sont exposées, surtout pendant l'acte fermentatif. Ces maladies sont de deux sortes, ou bien elles constituent de simples défectuosités de qualité du produit, où elles constituent des maladies proprement dites, dont la source remonte au développement de mauvais ferments au cours de la fabrication et surtout par l'acte de la fermentation. C'est ainsi, par exemple, que l'on constate assez fréquemment, dans des bières de garde de fermentation basse, un goût vineux qui n'est pas dû à l'invasion du ferment acétique, mais qui provient, d'après Pasteur, d'un mélange de levures sauvages (*saccharomyces pastorianus*...), avec la levure basse ordinaire (*saccharomyces cerevisiæ*) le goût vineux, qui est loin de constituer un défaut pour les bières de fermentation haute, du type des bières anglaises, est, au contraire, une calamité pour les bières de fermentation basse.

Il arrive aussi que la bière accuse, parfois, bien que suffisamment claire, un certain goût de levure dû à l'influence d'une levure plus ou moins dégénérée, qui ne s'est déposée qu'avec peine et est restée trop de temps en contact avec les particules du liquide. Ces défectuosités et d'au-

tres encore auxquelles il n'y a pas d'ailleurs de remèdes à apporter, peuvent altérer plus ou moins profondément la qualité de la bière.

Quant aux maladies mêmes de la bière, les découvertes de Pasteur nous ont appris qu'elles étaient dues à des ferments correspondants de maladie qui sont les suivants :

Le *ferment acétique* (*mycoderma aceti*) qui, au microscope sous un grossissement ordinaire, se présente sous la forme d'une verge, parfois droite, mais le plus souvent courbée. Ce ferment possède le pouvoir de provoquer l'oxydation de l'alcool et par suite la formation d'acide acétique. On le trouve dans toutes les bières aigres ou tournées. C'est en été, sous l'action de températures élevées, que son influence se fait le plus sentir. L'addition d'antiseptiques à la bière, acide salicylique, bi-sulfite de chaux... entrave son développement. L'emploi du bicarbonate de soude peut rendre potables des bières acides. Il faut avoir soin de n'employer que la dose de bicarbonate suffisante pour neutraliser ou à près l'acidité de la bière ; un excès de cet agent, non seulement communiquerait à la bière un goût particulier, mais entraînerait des désordres, le développement des ferments lactiques, qui a lieu dans les liquides fortement alcalins. On essaie sur quelques litres de bière les quantités de bicarbonate à ajouter (5 grammes pour 10 litres) par exemple. On en ajoute ensuite successivement, en notant les quantités ajoutées, jusqu'à ce que le papier de tournesol n'accuse plus de coloration rouge, ou plutôt n'accuse qu'une faible coloration.

La quantité de bicarbonate de soude à ajouter par hectolitre ayant été ainsi déterminée, on traite comme suit la bière à désacidifier :

On soutire la bière acide dans d'autres tonneaux, puis on y introduit la quantité déterminée de bicarbonate de soude après l'avoir délayée dans un peu de bière. On la mélange bien à la bière et l'on ajoute à celle-ci un peu de moût en voie de première fermentation, additionnée d'un peu de sirop de maïs, de façon à provoquer une nouvelle fermentation.

On colle ensuite, après une légère addition de tannin. Les bières doivent être livrées sans retard à la consommation après ce traitement, qui, d'ailleurs, n'est pas applicable aux bières fines de fermentation basse, lesquelles, tournées à l'aigre, sont irrémédiablement perdues.

Le *ferment lactique*, le plus commun dans la bière, produit les *bières lactiques* dont l'influence mauvaise n'est pas comparable à celle de l'acide acétique. L'acide lactique se développe surtout aux températures de 25 à 50° centigrades pendant l'opération du brassage. Son influence, entravée par les températures de la fermentation basse, s'exerce principalement sur les bières de fermentation haute, auxquelles il communique un cachet désagréablement douceâtre, quand il s'y rencontre en excès. Il apparaît, au microscope, en petits articles allongés, cylindriques, légèrement étranglés vers le milieu.

Le *ferment visqueux* qui rend les bières filantes, visqueuses, se développe dans les bières provenant d'un malt défectueux, combiné au peu de richesse du houblon en tannin et surtout dans les bières trop chargées de matières albuminoïdes à l'état de glutine. Il présente sous le microscope l'apparence d'un grand nombre de très petits globules joints l'un à l'autre en forme de collier. Le ferment visqueux possède le pouvoir d'altérer la maltose du moût et de provoquer un épaississement du liquide qui coule huileux et sans mousse.

M. Van Laer, docteur ès-sciences physiologiques et professeur à l'école de brasserie de Gand, a publié récemment, sur le *ferment visqueux*, un intéressant opuscule qui sera consulté avec profit par tous les brasseurs.

On traite les bières visqueuses à l'aide d'une solution de tannin (12 grammes par hectolitre) ou de cachou (25 grammes de cachou par hectolitre de bière). La dose de tannin à employer dépend, d'ailleurs, du degré de viscosité de la bière. La bière claire est soutirée dans d'autres touneaux et additionnée d'un peu de referment et de glucose à l'effet d'y provoquer une fermentation nouvelle. Un léger collage complète ce traitement

Le ferment qui produit la bière tournée. Parfois la bière perd sa transparence et son cachet frais et agréable ; elle devient fade, sans pour cela prendre de goût acide ou putride. C'est une bière *tournée*. Les ferments que l'on rencontre dans ce cas ont la forme de bâtonnets et de filaments très ténus et transparents.

Le *ferment butyrique* communique à la bière l'odeur de beurre rance. Habich prétend que des additions successives de bonne huile pure, que l'on agite bien avec le moût, permettent de remédier à ce défaut ; en soutirant l'huile qui surnage et remettant la bière en fermentation avec un peu de referment et de glucose, on arriverait ainsi à améliorer sa qualité.

Le *ferment putride* qui amène la putréfaction de la bière est rare en brasserie, et n'apparaît que lorsque les procédés de travail sont des plus défectueux. L'aspect de ce ferment est celui d'une verge qui se meut avec une rapidité plus ou moins grande ; selon Pasteur le vibrion putride est détruit ou rendu inerte par un excès d'oxygène libre. Les bières putréfiées sont des bières perdues.

Le *ferment produisant un goût de tonneau dans la bière.* Cette altération se produit dans les bières enmagasinées en tonneaux non vernis ou goudronnés. Pour tirer quelque parti de ces bières, on les soutire à clair, en tonneaux bien propres, auxquelles on ajoute du noir animal en grains ; soutirée plus tard, la bière est remise en fermentation avec un peu de sirop additionné de houblon.

Nota. Il ne faut jamais mélanger la bière *malade* avec des brassins de bière nouvelle, bien réussis, car on risque, en ce cas, de porter l'infection partout.

L'emploi du microscope en brasserie. Comme complément obligé à la fermentation des bières, il est tout naturel que nous traitions, à cette

place, du microscope et de son emploi en brasserie, car c'est lors de l'acte fermentatif surtout, que cet emploi rend au brasseur des services aussi multiples que précieux, bien que son utilité s'applique, d'ailleurs, aux diverses phases de la fabrication.

Il faut pour la fabrication de la bière un microscope grossissant 600 fois, afin de pouvoir distinguer les cellules de levure et les bactéries avec une netteté suffisante.

Il est inutile d'ajouter que l'usage du microscope implique une certaine habitude de son emploi, un apprentissage préalable, car le praticien qui ne possède pas les connaissances requises pour le maniement de cet instrument ressemblerait assez, on l'a dit déjà, au paysan qui ne trouvait chez l'opticien aucune paire de lunettes avec laquelle il put lire... parce qu'il n'avait pas appris à lire.

Passons tout d'abord à l'examen de la levure à l'aide du microscope. Le microscope permet de surveiller de près la pureté des ferments et de déterminer le moment où il faut, soit pratiquer la régénération de sa levure, soit changer de levain. Il importe, en ce cas, de ne pas attendre que la dégénérescence de la levure ou sa contamination aient porté des atteintes plus ou moins nuisibles à la qualité de la bière.

En dehors de l'examen de la levure mère, l'examen de la levure déposée par une bière restée un certain temps en foudres ou en tonneaux fournit également des indications des plus importantes. La levure déposée dans ces conditions doit être parfaitement exempte d'organismes étrangers et ne contenir que des cellules de *saccharomyces cerevisiæ*. Si l'on y rencontre un certain nombre de ferments étrangers, et par exemple des bactéries, des ferments d'acide lactique, c'est un signe que la bière est en voie de détérioration, ce que confirmeront l'examen chimique et la dégustation.

Pour examiner une levure au microscope, on en prend autant qu'il s'en attache à la pointe d'une épingle, et on le distribue sur le verre porte-objet du microscope, dans une goutte d'eau distillée.

Une bonne levure doit consister principalement en grandes cellules ayant un diamètre de 8-10 micro-millimètres. Les cellules de levure doivent avoir une forme ovale, elles doivent paraître massives, non raccornies et leur petit diamètre doit avoir à peu près les deux tiers de leur longueur. Il ne faut pas qu'il y ait un grand nombre de cellules allongées ou sphériques, ou terminées en pointe à une extrémité.

Les parois des cellules doivent paraître aussi minces que possible; des téguments épais dénotent une levure vieille, épuisée.

Le contenu des cellules doit paraître clair et même écumeux; chaque cellule doit avoir une ou au plus deux vacuoles (cavités). Si le contenu des cellules paraît granuleux, c'est un signe que la levure est vieille ou pauvrement nourrie. Certaines cellules auront toujours des vacuoles anormales et leur contenu granuleux, mais dans une bonne levure, les cellules de ce genre doivent constituer seulement des spécimens isolés dans la masse des cellules.

Placée dans une goutte de moût de bière claire sur le verre porte-objet, si la cellule est jeune et vigoureuse, le liquide pénétrera rapidement à travers les parois; le contenu deviendra plus clair et les vacuoles disparaîtront. Les cellules vieilles qui ont travaillé longtemps restent plus longtemps foncées.

Enfin il faut observer la pureté de la levure. Les différentes impuretés de nature organique et inorganique qui se trouvent toujours dans la levure et présentent les aspects les plus divers ne méritent que peu d'attention; nous n'avons besoin de considérer comme de véritables impuretés que les différents ferments étrangers et les champignons de moisissure spécialement, qui sont faciles à reconnaître et qu'on ne peut confondre avec d'autres souillures.

Toutefois, il ne faut pas exagérer la valeur du microscope comme moyen amplement suffisant pour apprécier la qualité d'une levure. En même temps qu'on examine la levure au microscope, il faut observer si, placées dans de l'eau froide, les cellules de levure se déposent rapidement en couche compacte; si la levure enlevée sur une cuillère se rompt également et retombe en pelotes solides... L'odeur d'une bonne levure doit être agréablement aromatique, son goût agréablement amer et sa couleur d'un brun pâle, ni trop claire, ni trop foncée.

Quelques mots sur l'examen microscopique de la bière; cet examen peut faire reconnaître si une bière renferme plus ou moins de cellules de levure. A cet effet, on remplit de bière une petite éprouvette de verre, contenant environ une once et on la laisse reposer, couverte, pendant quelques heures dans un endroit d'une chaleur modérée; après quoi on déverse tout le contenu jusqu'à la dernière goutte, et c'est sur cette dernière goutte que l'on prélève les échantillons pour l'analyse microscopique. Dans cette dernière goutte, en effet, se trouve la plus grande partie des organismes qui étaient contenus dans l'échantillon et l'on peut juger, d'après elle, jusqu'à quel point la bière est exempte de levure. On peut ainsi suivre pas à pas la fermentation ultérieure et la clarification. Des cellules de levure normales et bourgeonnantes entretiennent la fermentation ultérieure; celles qui sont bien développées descendent promptement au fond, tandis que des cellules moins denses ont besoin d'un temps plus long pour se déposer.

L'examen microscopique fera distinguer, surtout, si une bière renferme des bactéries et dans quelles proportions. Une bière trouble n'indique pas d'ailleurs forcément comme cause de trouble, beaucoup de cellules de levure et de bactéries. En dehors de ces deux causes, il peut en exister une troisième; la présence de substances organiques en suspension, telles que des substances azotées coagulées, des molécules plus ou moins abondantes de glutine, de résine, ainsi que des fragments de clarifiants... Le trouble causé par

des albuminoïdes, en certain état, peut se distinguer de celui causé par des organismes vivants, même sans le secours du microscope. Il suffit de chauffer à 70° centigrades environ, un échantillon de la bière trouble et d'observer les modifications qui se produisent. Si le trouble est dû à des albuminoïdes, ceux-ci se dissolvant par la chaleur, la bière redevient assez claire. Mais la preuve la plus sûre est encore l'examen microscopique d'échantillons du liquide trouble, ainsi que de la lie qui peut s'y trouver. On distinguera ainsi facilement les divers corps qui peuvent causer le trouble de la bière.

Il n'est guère possible de confondre les bactéries avec de la levure, mais, par contre, on peut confondre plus aisément, à cause de leur forme, les bactéries avec des corps séparés de la bière, glutine, résine, etc. Toutefois, le plus souvent, les formes bien accusées des bactéries permettent de les distinguer des corps solides non organisés. En cas d'incertitude, on peut recourir aux réactions colorantes de la micro-chimie. L'iode colore les albuminoïdes en brun-jaunâtre, tandis que jusqu'à présent on n'a que très rarement trouvé dans la bière des bactéries qui donnassent, avec l'iode, une réaction colorée ; on constate généralement une coloration bleue.

Après avoir parlé de la fermentation principale des bières : fermentation basse, fermentation haute en cuves et fermentation en tonneaux, il nous reste à décrire succinctement les modes divers de fermentations ultérieures, applicables à ces bières, suivant les divers systèmes de fermentation auxquels elles ont été soumises, ainsi qu'à décrire le traitement particulier réservé à ces bières après fermentation principale.

L'un des moyens mis en œuvre en ce qui concerne les bières de fermentation basse pour les amener à l'état de qualité désirable, c'est l'emploi du referment, c'est-à-dire l'addition à la bière faite et soutirée en foudres de moût se trouvant à la période de la mousse. On donne, à ce moût fermentant, le nom de *kraeusen*.

Quel est l'objet du referment ? Rien autre que rendre la bière mousseuse ; par cette addition on introduit, dans la bière faite, une portion de levure vivace qui y provoque une nouvelle et active fermentation et, par suite, une formation considérable de gaz acide carbonique. De plus, les bières ainsi traitées concurremment avec l'emploi des copeaux, prennent un beau brillant.

Voici les précautions à observer dans cette opération :

Il ne faut jamais affecter à cet usage que des moûts dont la fermentation est normale et régulière.

Il faut proportionner la dose de kraeusen suivant la nature de la bière à refermenter, la saison, la contenance des tonneaux.

Une addition de 2 à 4 litres de kraeusen par hectolitre est largement suffisante pour un tonneau de transport, tandis que pour un foudre de garde on peut admettre, en moyenne, 5 à 6 litres de referment par hectolitre de bière à refermenter.

La refermentation s'opère ou dans le tonneau de transport, sur la bière soutirée claire des foudres, ou sur des bières soutirées directement de la cuve en fûts de transport. La bière, en ce cas, doit avoir été très fortement déposée en cuves. Dans la cave du débitant, les tonneaux restent la bonde ouverte. On laisse reposer la bière en remplissant avec soin le vide du tonneau. Dès qu'elle est claire, on remet la bonde et au bout de quelque temps on la débite.

Ou la refermentation s'opère sur des bières troubles et, en ce cas, elle doit être effectuée dans le foudre même.

On refermente encore les bières dites d'*égouttage* provenant de plusieurs tonneaux, en réunissant ces fonds de liquides dans un petit foudre à copeaux.

Enfin il faut noter ici le mode de refermentation en usage dans bon nombre de brasseries, et qui consiste à repomper la bière des foudres de garde dans des tonneaux à copeaux additionnés d'une large dose de referment. Après clarification, le tonneau est bondé, puis soutiré plus tard en fûts de transport.

La refermentation combinée le plus souvent avec la clarification sur copeaux, peut améliorer considérablement des bières d'une limpidité douteuse et dépourvues de gaz acide carbonique. Il faut noter, en effet, que la présence d'une forte dose d'acide carbonique contribue à donner plus de brillant à la bière. Nous en avons la preuve au soutirage d'une bière limpide en foudre et sans dépôt.

La première partie du contenu du foudre sera d'un vif plus parfait que la deuxième. Mais, toute médaille a son revers. A cet égard il ne faut pas oublier que la bière qui a été soumise à la refermentation doit, pour le bien reposer 6 à 8 jours en cave de débit, avant d'être livrée à la consommation. Il faut se garder, d'un autre côté, d'employer de trop fortes doses de kraeusen à cette refermentation, car la bière pourrait ainsi perdre sa limpidité, et ne plus la recouvrer. La refermentation des bières en tonneaux de transport peut être surtout avantageuse, lorsque le débitant a le soin de débonder le tonneau, de laisser bien dégorger la bière et de remettre la bonde lorsque celle-ci est devenue bien limpide.

Les modes de traitement applicables aux bières de *fermentation basse* que nous avons décrits ci-dessus, s'appliquent aussi généralement aux bières de *fermentation haute* fermentées en cuves, quand elles sont soutirées en foudres de repos.

De même que pour obtenir plus de régularité dans les produits, on distribue souvent dans un même foudre, les bières de plusieurs brassins de fermentation basse, on peut procéder de la même façon avec les bières de fermentation haute en cuves, entonnées en foudres.

Il faut surveiller également avec le même soin les progrès de la fermentation ultérieure de ces bières. Le cours de cette fermentation dépend de la proportion plus ou moins forte de maltose que contient encore la bière et de la quantité de

levure introduite en foudre avec le soutirage du moût, ainsi que de la température de la cave. Plus la proportion de maltose est forte, plus est forte la quantité de levure, plus la température des caves est élevée, plus la fermentation ultérieure marchera rapidement, et plus vite la bière arrivera au terme de son existence.

On comprend, a dit Schwartz, que le brasseur ne puisse s'occuper de rechercher la composition chimique de la bière qui l'entoure, de déterminer le rapport du sucre ou non sucre dans l'extrait accusé par le moût; on comprend que l'on n'exige pas de lui de faire exécuter quotidiennement, à ce sujet, des analyses par un chimiste compétent, mais si, dans une certaine mesure, ce facteur, le rapport du sucre au non sucre, échappe à son appréciation, il n'en est pas de même des deux autres facteurs auxquels il doit apporter un contrôle d'autant plus attentif.

Il devra, en conséquence, s'efforcer d'amener, après fermentation principale, la bière en foudres de repos ou de conserve, aussi exempte que possible de levure. Utile toujours, ce bon dépouillement de la bière lors de l'entonnement, il devient indispensable quand il n'est pas possible de maintenir les caves de conserve aux températures très basses qui retardent le développement de la fermentation ultérieure. Une bière entonnée avec beaucoup de levure, en caves relativement chaudes, en même temps que sa fermentation ultérieure sera trop rapide, donnera facilement lieu à la formation de ces levures légères (*saccharomyces exiguus*), qui, à cause de la ténuité de leurs cellules, ne se déposent pas bien au fond du foudre et restent en suspension dans la bière, dont il n'est pas toujours facile de les éliminer, même au moyen de clarifiants artificiels.

Si, au contraire, la bière, entonnée verte se trouve dans des caves de conserve trés froides; la fermentation ultérieure se poursuivra lentement, sans donner lieu aux formations de ces levures légères.

En tout ceci, la nature de la levure exerce une influence prépondérante sur la fermentation ultérieure. Si la levure est saine, vigoureuse et bien développée, elle gagnera vite le fond du foudre, si elle est maladive, mélangée de ferments étrangers, ceux-ci se développeront au détriment de la limpidité et du bon goût des produits.

Il est absolument nécessaire de s'assurer par de fréquents examens microscopiques de l'état de la levure développée dans les bières de garde, et à l'aide du saccharimètre, de s'assurer de l'état d'avancement de la fermentation. Si le brasseur s'aperçoit que l'extrait dans ses bières en foudres a diminué trop fortement, il y remédiera avec du moût en fermentation ou du moût non fermenté; au moyen du microscope, il étudiera la nature et le développement de la levure et s'il remarque une multiplication nuisible de bactéries, il pompera bien vite ces bières aux tonneaux à copeaux et les écoulera le plus rapidement possible.

Quant aux bières de *fermentation haute en tonneaux*, il se résume dans leur remplissage soigneux avec de la bière claire ou de l'eau bien pure jusqu'à disparition de la fleur, de l'écume blanche qui a succédé au dégorgement de la levure, par le trou de bonde, dans le tonneau bien redressé sur chantier. Les bières fermentées en tonneaux sont, on le sait, clarifiées généralement par la colle de poisson ou les peaux de raie. Avant de placer la bonde sur les tonneaux, il faut avoir soin de bien nettoyer les abords du trou de bonde et de les débarrasser de la levure qui s'y était déposée. En aucun cas, le bondonnement des tonneaux ne doit être exécuté trop tôt, car voici les inconvénients fâcheux qui pourraient en résulter.

1° La levure poussée par le haut, ne pouvant plus être dégagée, se fixe alors à la paroi interne du haut des tonneaux, reste en contact avec la bière et finit par y redescendre en la troublant et en lui communiquant le goût amer spécial de la levure.

2° Le gaz acide carbonique qui peut se développer encore en quantité considérable, retenu dans le liquide, peut s'y accumuler au point de disjoindre les douves du fût, en produisant des fentes par où s'écoulera la bière. Ici encore le contrôle attentif des progrès de la fermentation ultérieure à l'aide du saccharimètre s'impose au brasseur. Les progrès de l'atténuation accusés par les degrés saccharimétriques lui indiqueront que la bière est arrivée à l'époque où il est urgent qu'elle soit immédiatement livrée à la consommation ou additionnée d'un contingent de matières sucrées qui prolongera sa fermentation ultérieure. Ils lui indiqueront aussi le moment où la bière doit être bondonnée à l'effet d'empêcher son contact avec l'air atmosphérique et d'y retenir un peu mieux le gaz acide carbonique développé par la fermentation ultérieure.

Les bières fermentées par le haut en cuves, même soutirées en foudres de repos, après fermentation principale, ne reposent souvent dans ces vaisseaux qu'un temps insuffisant pour donner lieu à la formation d'une abondante quantité de gaz acide carbonique naturel engendré par la fermentation ultérieure.

Ce défaut de mousse et de montant qui faisait défaut à ces bières, influait nécessairement sur leur qualité comparée à ce point de vue à celle des bières de fermentation basse pour lesquelles toutes les conditions militent pour la production d'une abondante proportion de gaz acide carbonique.

En effet, les quantités d'acide carbonique que la bière peut absorber sont subordonnées: 1° à sa température; 2° à la pression qu'elle supporte; 3° aux matières qu'elle tient en dissolution.

Plus basse est la température de la bière, plus haute est la pression qui pèse sur elle, plus grande est la quantité d'acide carbonique que la bière peut retenir. De même, la persistance de la mousse dépend de la nature et de la quantité des matières albumineuses dissoutes dans la bière. Ces conditions sont remplies pour les bières de fermentation basse, d'abord par la longue durée de garde qui favorise la production du gaz acide carbonique, par le séjour de ces bières en

caves glacières à des températures voisines de 0° et encore, parce que ces bières renferment le plus communément une dose considérable de dextrine et de matières albuminoïdes.

Il fallait donc, pour imprimer à ces bières un véritable cachet d'amélioration, leur substituer le gaz acide carbonique artificiel sous pression au gaz acide carbonique naturel dont les circonstances ne permettaient pas la production.

Les bières de fermentation haute fermentées en cuves pouvaient alors se présenter au consommateur avec la mousse et le pétillement des bonnes bières de fermentation basse.

M. Paul Puvrez, de Lille, dans cette voie de la gazéification rationnelle des bières de fermentation haute, a réalisé tout récemment de véritables progrès en combinant l'emploi des appareils à filtrer la bière, avec celui des appareils servant à la gazéifier. Il est notamment parvenu à gazéifier, sous pression, la bière dans les bouteilles dites *à bille*, résultat qui n'avait jamais pu être atteint en Angleterre où se fabrique cette forme de bouteilles qui n'était utilisée, jusqu'ici, que pour les eaux de seltz.

La mousse artificielle formée dans ces conditions n'a pas, naturellement, la stabilité de celle qui résulte du gaz acide carbonique engendré par une longue fermentation ultérieure accomplie à basse température. L'acide carbonique artificiel refoulé dans la bière s'en échappe alors plus facilement. Toutefois, l'effet de la pression du gaz, bien que momentané, n'en est pas moins des plus avantageux pour la plupart des bières. On a proposé aussi d'opérer cette pression sous un mélange d'air atmosphérique et de gaz acide carbonique.

Le *gaz acide carbonique liquide* est également utilisé pour la bière au débit. La bière élevée par la pompe à pression mousse, il est vrai, très fortement, a dit Lintner, mais la perte d'acide chassé par l'air est très considérable; il manque à la bière le goût mousseux, piquant, qui est particulier aux bières tirées directement du tonneau. Avec le gaz acide carbonique liquide, si le débit dure plusieurs jours, le dernier verre est aussi clair et aussi frais que le premier.

Quelques mots, pour terminer, sur le degré d'atténuation des bières, c'est-à-dire le degré où la maltose produite dans le moût s'est transformée en alcool par la fermentation. Cette atténuation est le facteur principal qui détermine le cachet des diverses bières. Ici il n'y a pas de règles fixes dont il faille tenir compte, car l'atténuation doit varier nécessairement selon les différentes sortes de bières et selon la date projetée de mise en consommation des produits. Tout dépend ici de la durée de conservation assignée à la bière, s'il s'agit de bières de garde ou de bières courantes, des températures des caves de conserve, de la densité du moût, de sa qualité, c'est-à-dire des proportions de dextrine et de maltose réspectives que renfermait le moût avant fermentation.

Suivant ces conditions multiples on visera à atténuer le moût à la fermentation principale depuis 45 jusqu'à 66° pour les bières de fermentation basse et de fermentation haute en cuves. Les moûts d'infusion renfermant généralement plus de maltose que les moûts brassés, par la méthode de coction du malt, sont atténués, en fermentation basse, un peu plus fortement que ces derniers.

En ce qui concerne l'atténuation des bières fermentées en tonneaux, il faut, à la fermentation principale, que le travail soit dirigé de façon à transformer en alcool, la majeure partie de la maltose renfermée dans le moût et à n'en laisser qu'une faible partie intacte pour servir avec la dextrine, si lentement transformable à l'alimentation de la fermentation ultérieure. S'il en est autrement, si le moût n'était pas suffisamment atténué, voici ce qui pourrait se passer, surtout lorsque celui-ci, et c'est le cas toujours, n'est pas appelé à reposer de longs mois dans une cave glacière.

Sous l'action d'une certaine élévation de température, un réveil de la fermentation alcoolique, dans le moût incomplètement atténué, peut se déclarer de nouveau, en amenant le trouble du produit et parfois son altération.

C'est là le danger que présentent les bières trop peu atténuées à la fermentation principale, renfermant encore certaines proportions de maltose non décomposées. La bière accusant la plus belle limpidité peut alors se troubler chez le client par l'effet d'un réveil de fermentation, qui en compromettra toutes les qualités.

A ce point de vue, on ne saurait trop appeler l'attention des brasseurs sur les différences d'atténuation que comportent des bières de fermentation basse, appelées à séjourner 3 ou 4 mois et davantage dans des caves de conserve, maintenues à température excessivement basse et des bières courantes, de fermentation haute, destinées à séjourner en celliers soumis à toutes les variations de température.

Dans ce dernier cas, l'écueil à éviter, c'est le réveil malsain d'une deuxième fermentation alcoolique succédant à la première incomplètement accomplie. Et pour l'éviter il faut que la transformation de la majeure partie de la maltose soit effectuée à la fermentation principale, en d'autres termes que le moût soit largement atténué. Il faut que l'extrait restant renferme peu de maltose non convertie et se compose surtout des dextrines supérieures, l'achroo-dextrine et la malto-dextrine, se rapprochant de la maltose fermentescible.

C'est le moyen d'arriver à maintenir la bière de fermentation haute dans cet état si désirable de stabilité, impossible à obtenir avec des produits trop peu atténués. — P.-B.

****FERRO-ALUMINIUM**. Le ferro-aluminium est un alliage de fer et d'aluminium.

Dès 1858, les frères Tissier produisaient un alliage à 5 0/0 de fer en fondant, sous une couverte de chlorure de sodium et, dans un creuset, de l'aluminium avec des morceaux de fil de fer. Le fer semble élever le point de fusion de l'alumi-

nium, car on peut fondre de l'aluminium sans fer sur une plaque d'aluminium à 5 0/0 de fer.

En 1859, Sainte-Claire-Deville constatait que le fer et l'aluminium pouvaient se combiner en toutes proportions. Ces alliages sont durs, fragiles, et cristallisent en longues aiguilles, quand la proportion de fer atteint 7 à 8 0/0. L'alliage à 10 0/0 de fer ressemble à du sulfure d'antimoine, mais il se liquate avec facilité, en laissant une carcasse d'un composé moins fusible et plus ferrugineux.

Pour incorporer du fer à l'aluminium il suffit, comme l'a constaté Fremy en 1883, de remuer de l'aluminium fondu avec une tige de fer, On connaît les alliages

Al^2Fe à 51 0/0 de fer.
Al^2Fe^3 à 74 —
$Al\ Fe^4$ à 89 —

Le *ferro-aluminium* où le fer domine, et qui renferme, en général, 8 à 10 0/0 d'aluminium, est actuellement l'alliage le plus usité, quand on veut introduire l'aluminium dans la métallurgie du fer et de l'acier. L'aluminium est un réducteur de l'oxyde de fer et qui peut agir de deux manières différentes.

Suivant Tissier, si on chauffe au blanc un équivalent de peroxyde de fer et trois équivalents d'aluminium, on obtient de l'alumine, du fer libre et un alliage de fer et d'aluminium.

$$3Al+Fe^2O^3=Al^2O^3+Fe+AlFe.$$

Quand l'aluminium est en présence de protoxyde de fer, la réaction est plus simple ; il semble se former de l'alumine et du fer métallique :

$$2Al+3FeO=Al^2O^3+3Fe.$$

Il doit en être de même avec l'oxyde magnétique Fe^3O^4

$$8Al+3Fe^3O^4=9Fe+4Al^2O^3.$$

C'est, en raison de ce pouvoir réducteur de l'aluminium sur l'oxyde de fer, que l'on a cherché, dès 1885, à utiliser ce métal dans la production des aciers sans soufflures. M. Nordenfelt, de Londres, a donné le nom d'*acier mitis*, aux produits obtenus par une addition de quelques millièmes d'aluminium a de l'acier doux fondu au creuset, par la méthode qu'a imaginée M. Ostberg, de Stockholm.

Les inventeurs de ce procédé, qui permet d'obtenir des aciers réellement sans soufflures et d'une très grande douceur, avaient supposé que l'effet de l'addition de l'aluminium était un abaissement du point de fusion du métal. Cette assertion, sans preuves, a été renversée par une expérience récente de M. Osmond. Un alliage contenant :

Aluminium.	5.0
Fer.	94.5
Carbone	0.5
	100.0

n'a commencé à donner de signes de fusion qu'à 1,475° centigrades ; un acier doux ordinaire fond à 1,500°. La différence est trop faible pour permettre de croire qu'un acier doux, qui ne renferme que des traces d'aluminium (puisque la majeure partie du métal ajouté disparaît par volatilisation et surtout par oxydation) puisse, du fait de l'addition employée dans les *aciers mitis*, abaisser, de plusieurs centaines de degrés, comme on l'avait prétendu, le point de fusion de ces aciers. C'est donc, par son rôle réducteur que l'aluminium, ajouté aux aciers doux, les rend sans soufflures, malgré leur faible teneur en carbone.

Ce qui peut avoir conduit à cette idée de l'abaissement du point de fusion des aciers additionnés d'un peu d'aluminium, c'est qu'ils peuvent devenir pâteux, quand on dépasse la proportion de cinq millièmes d'aluminium ajouté ; cette viscosité est due à la présence de l'alumine produite par réduction de l'oxyde de fer. L'aluminium agirait donc, dans ce cas, comme le silicium qui épaissit les aciers, quand il n'y a pas en présence un corps qui puisse, comme le manganèse, par exemple, donner une base pour éliminer la silice produite.

Les aciers fondus, alliés d'aluminium, s'obtiennent, en général, par une addition de un millième à un millième et demi d'aluminium. Malgré cette faible proportion et malgré l'abaissement considérable opéré tout récemment dans les prix de vente de l'aluminium, il est peu probable que cette manière d'obtenir les aciers sans soufflures devienne plus économique que l'ancien procédé par le ferro-silicium et le silico-spiegel. M. Hadfield, bien connu en Angleterre par ses aciers sans soufflures, trouve qu'aux prix actuels de l'aluminium et du silico-spiegel, la dépense serait, par tonne d'acier :

Avec l'aluminium.	20 à 30 fr.
Avec les alliages de silicium	5 à 6

En tant que procédé pour obtenir des aciers sans soufflures, l'aluminium, sous forme de *ferro-aluminium*, est donc plus coûteux que le silicium sous forme de *ferro-silicium* ou de *silico-spiegel* ; mais il est juste de dire qu'avec l'aluminium à faible dose on obtient facilement des aciers plus doux, mieux moulés sous une faible épaisseur qu'avec les additions siliceuses.

M. Hadfield a étudié, récemment, les propriétés des aciers à dose plus ou moins élevée d'aluminium, et que l'on pourrait appeler *aciers alumineux*.

Forgés, des aciers de ce genre conservent jusqu'à 5,60 0/0 d'aluminium, toute leur malléabilité à chaud. A froid, le métal se replie sur lui-même, sans criques, quand l'aluminium ne dépasse pas 2,24 0/0 et jusque-là, le recuit lui communique de la douceur.

Dans les essais de traction faits sur une longueur de 5 centimètres et sur 200 millimètres carrés de section, il a obtenu, en général, *des charges de rupture assez basses*, avec de grands allongements et, surtout, une grande déformation à l'endroit de la rupture, ce qui est montré par la haute valeur de la réduction de section. *A priori*, ce genre d'acier ne semble donc pas jouir de propriétés bien intéressantes.

Voici quelques chiffres relatifs à ces essais : les teneurs en carbone étaient faibles et variaient de 0,15 à 0,26 0/0 ; la proportion de silicium était comprise entre 2 et 3 millièmes, et le manganèse

variait entre 1 et 2 millièmes; pratiquement, il n'y avait donc, dans ces aciers, que la proportion d'aluminium qui fut réellement variable et de quelque importance sur les résultats.

Aluminium p. 100	Tenue au forgeage	Limite d'élasticité	Charge de rupture	Allongement p. 100	Contraction de section p. 100
		kilogr.	kilogr.		
0.15	Bonne.	31.0	38.5	41.30	63.8
0.38	—	31.5	40.0	40.35	60.7
0.66	—	28.5	41.5	33.00	52.1
1.16	—	32.5	44.5	34.40	53.0
1.60	Passable.	31.0	40.0	36.35	67.0
2.20	Assez bonne.	29.5	43.0	34.87	47.1
5.60	Difficile.	41.5	55.0	6.45	6.1
9.14	Ne se forge pas				

M. Hadfield trouve, aux aciers alumineux, une grande analogie avec les aciers siliceux dont il a fait aussi une étude spéciale.

Cette analogie ressort, en effet, du tableau suivant :

Nature de l'acier	Composition en centièmes			Limite d'élasticité	Charge de rupture	Allongement p. 100	Contraction de section p. 100
				kil.	kil.		
Siliceux. . . .	0.14	0.24	»	23.0	38.5	37.55	60.74
Alumineux. . .	0.15	»	0.38	31.0	38.5	40.35	60.70
Siliceux. . . .	0.18	0.73	»	29.1	45.4	34.02	52.66
Alumineux . .	0.18	»	0.66	28.5	41.5	33.00	52.10
Siliceux. . . .	0.19	1.60	»	38.5	51.0	35.00	54.52
Alumineux . .	0.21	»	1.60	21.0	40.0	36.35	67.00
Siliceux. . . .	0.20	2.18	»	39.5	52.0	36.5	59.96
Alumineux . .	0.24	»	2.24	28.5	44.0	33.0	48.62
Siliceux. . . .	0.26	5.53	»	44.7	60.0	0.70	2.0
Alumineux . .	0.22	»	5.60	41.5	55.0	6.45	6.1

Comme on le voit l'aluminium, ajouté à de l'acier peu carburé et sans matières étrangères, ne communique au métal ni dureté, ni résistance supérieure, ni propriétés vraiment remarquables.

La raison de l'addition d'une certaine proportion d'aluminium à de l'acier fondu, ne peut donc se trouver que dans l'élimination des soufflures, l'amélioration, comme qualité générale, ne jouant aucun rôle.

L'aluminium, comme le silicium, le soufre, le phosphore, l'arsenic et le cuivre, ne donne pas au fer une dureté analogue à celle que donne le carbone, le manganèse, le chrome, le tungstène ou le nickel. La trempe ne se produit pas, quelle que soit la température et quelle que soit la proportion d'aluminium. Ce métal n'est donc pas un aciérant.

L'aluminium présente une autre ressemblance avec le silicium, c'est lorsqu'il se trouve, dans la fonte, en présence du carbone combiné.

On sait que (le silicium étant indéfiniment soluble dans le fer, tandis que le carbone n'a qu'une solubilité limitée à 4 ou 5 0/0) quand on ajoute du silicium à de la fonte blanche, dont tout le carbone est combiné, il y a précipitation à l'état de graphite, d'une partie du carbone et formation de fonte grise.

L'aluminium jouit de la même propriété et même à un degré plus élevé, de transformer la fonte blanche en fonte grise. Ainsi, tandis qu'il faut 1,55 à 2 0/0 de silicium pour opérer cette conversion de la fonte blanche en fonte grise, on arrive au même résultat avec 0,25 d'aluminium seulement.

Cette action de l'aluminium sur le carbone combiné présente même, comparativement à celle du silicium, un avantage, dont la pratique ne semble pas avoir encore tiré parti.

On sait que, dans le moulage des pièces en fonte, on est conduit à recouvrir les moules d'un enduit de carbone divisé (noir de fonderie), pour empêcher, autant que possible, l'action affinante du moule en sable sur la fonte, au moment de la coulée. C'est ainsi qu'on est également conduit à sécher et cuire partiellement les moules, pour diminuer, en enlevant toute humidité, cette action affinante.

La présence d'une faible proportion d'aluminium, dans une coulée de fonte, permet de simplifier la constitution des moules. On constate, en effet, que dans un moule en *sable vert*, c'est-à-dire qui n'a subi aucune action desséchante, il se forme un dépôt de graphite qni agit aussi efficacement que si le moule avait été *étuvé*. Il y a là, pour la fonderie, un progrès considérable à réaliser, quand il aura été démontré, pratiquement, que l'on peut obtenir avantageusement avec des fontes légèrement alumineuses, le moulage en sable vert, au lieu du moulage en sable étuvé.

M. Keep, de Détroit (Etats-Unis) a étudié avec soin l'influence de l'aluminium dans la fonderie et il est possible que ce métal arrive à jouer un rôle important dans cette industrie, tout comme le silicium, dont l'effet n'était que soupçonné jusqu'à ces derniers temps.

Naturellement, comme le silicium, l'aluminium s'oppose à la trempe des fontes. Ceci était à prévoir, puisque les conditions, qui facilitent la trempe des fontes, sont précisément celles qui facilitent la combinaison du carbone; et, nous avons vu que, tout comme le silicium, l'aluminium tendait à éliminer le carbone combiné et à le transformer en graphite.

La douceur d'une fonte étant en raison inverse de la proportion de carbone combiné, on ne sera pas étonné d'apprendre que, dans certains cas, l'aluminium augmente la douceur des fontes et leur facilité à se travailler à l'outil.

Comme influence de la présence de l'aluminium dans les fontes, la question de résistance aux différents efforts est d'une grande importance.

Les travaux de M. Keep semblent montrer que les fontes, renfermant une faible proportion d'aluminium, sont améliorées par la présence de ce métal. Nous avons vu déjà que l'aluminium adoucissait les fontes, c'est, sans doute dans ce sens, qu'il faut comprendre que l'aluminium augmente la résistance au choc et à la flexion. Il peut y avoir là une simple influence d'homogénéité, le

carbone à l'état de graphite étant distribué d'une manière plus régulière dans la masse.

Contrairement à ce que prouveraient certaines expériences sur l'action du silicium, et malgré le parallélisme d'action de ces deux corps, les fontes alumineuses semblent avoir moins de retrait, la fluidité du métal serait même augmentée. Toutes ces propriétés intéressantes de l'action de l'aluminium dans la métallurgie du fer sont, naturellement, corrélatives du prix de revient de l'aluminium, soit isolé, soit allié au fer.

C'est sous cette forme de *ferro-aluminium* que l'addition d'aluminium est la plus économique, c'est donc dans la réalisation à bon marché d'un alliage de fer et d'aluminium qu'il faut chercher le développement de l'emploi de l'aluminium dans la métallurgie du fer et de l'acier.

Nous ne parlerons que pour mémoire de l'alliage direct de l'aluminium et du fer, par dissolution de l'aluminium pur dans de la fonte. Il se produit une élévation de température très notable. Pour obtenir un ferro-aluminium plus pur, on opère à Hemelingen (près Brême) en incorporant de l'aluminium à de l'acier fondu. On évite ainsi la présence des substances étrangères, plus faciles à rencontrer dans la fonte que dans l'acier convenablement choisi. On produit un alliage à 10 0|0 d'aluminium et très pur.

La véritable solution du *ferro-aluminium* à bon marché est dans sa production directe, dans les conditions où l'aluminium peut être réduit, en mettant du fer en présence.

Dans l'état actuel de la métallurgie de l'aluminium, état qui peut être modifié par les progrès considérables réalisés depuis quelques années, la présence d'une action électrique semble indispensable pour opérer économiquement.

Dans la méthode de MM. Cowles, où l'alumine est réduite au contact du carbone, par un courant électrique, la présence de la fonte ou du fer donne lieu à la production d'un alliage de fer et d'aluminium.

Dans le procédé Héroult, où le principe est le même, mais où la disposition est différente, on opère de la manière suivante : l'alumine, soit seule, soit mélangée de carbone, est placée sur la sole d'un four, dont la partie inférieure est occupée par un bain de fonte ou d'acier fondu. Des charbons conducteurs plongent dans la masse à réduire et sont parcourus par un courant électrique. Au fur et à mesure que de l'aluminium est réduit, il se combine avec le fer qui constitue la sole et il se forme du ferro-aluminium dont on détermine la richesse en arrêtant le courant. C'est jusqu'à présent, le moyen le plus économique d'obtenir le ferro-aluminium. — F. G.

o * **FERRO-CHROME.** *T. de métall.* Le ferro-chrome est un alliage carburé de fer et de chrome auquel se trouve souvent mêlé un peu de manganèse.

Le ferro-chrome sert à incorporer le chrome aux aciers chromés, dont les propriétés si remarquables ont été exposées, quand nous avons parlé de l'acier. — V. Acier.

Holtzer et Compagnie qui ont attaché leur nom à la vulgarisation des aciers chromés, se servent de ferro-chromes obtenus au creuset par la réduction du fer chromé, d'oxyde de chrome, ou de chromates alcalins, etc.

Voici quelques compositions de ferro-chromes au creuset qu'ils ont exposés en 1889.

Chrome	Carbone	Manganèse	Chrome	Carbone	Manganèse
84	9.0	»	16	9.0	»
80	11.0	»	15	2.25	»
71.5	3.46	»	12	2.0	»
60	8.6	»	7	1.2	»
30	4.7	»	7	1.2	0.30
25	3.8	»			

Le silicium peut même faire partie intégrante de certains ferro-chromes spéciaux, qu'il est permis d'appeler *silico-chromes*.

Chrome	Carbone	Silicium
82	7.3	8.2
30	5.0	8.0
42	7.3	2.1

En 1878, la Compagnie de Terrenoire avait exposé du ferro-chrome fait au haut fourneau par la réduction du fer chromé et qui renfermait 25 0/0 de chrome, mais avec 13 0/0 de manganèse.

La Compagnie des hauts fourneaux de Saint-Louis a exposé, en 1889, des ferro-chromes à différentes teneurs, depuis 10 jusqu'à 65 0/0 de chrome ; mais, de l'aveu même des fabricants, il n'y avait de pratique, ainsi qu'ils l'ont déclaré devant le jury, que la teneur inférieure à 50 0/0. Lorsqu'on cherche à surcharger le lit de fusion en fer chromé, le haut fourneau s'obstrue, le fer chromé non réduit formant un loup avec le fer et le laitier. On était donc conduit à marcher d'une manière intermittente et cela, aussi bien dans cette usine qu'à Tamaris ou à Montluçon, où l'on s'est livré pendant quelque temps à cette fabrication délicate.

Voici l'analyse d'une fonte chromée de Saint-Louis :

Chrome	40.80
Fer	52.17
Manganèse	0.90
Silicium	1.20
Carbone total	4.40

M. Magnien, directeur des Forges de l'Adour, au Boucau, près Bayonne, établissement appartenant à la Compagnie des hauts fourneaux, forges et acieries de la Marine et des Chemins de fer, a résolu pratiquement la réduction complète du fer chromé, au haut fourneau. Grâce à un traitement spécial qu'il fait subir au minerai, il réduit la totalité du chrome et du fer que celui-ci renferme et il a pu réaliser les produits suivants qui figuraient à l'Exposition de 1889 :

Chrome	Fer	Manganèse	Silicium	Carbone
62.70	25.0	0.43	»	11.25
64.80	21.8	0.43	0.50	12.00
60.35	28.1	0.45	0.60	9.55
64.00	23.4	0.52	0.49	11.10
44.80	45.5	0.80	0.40	8.80
57.96	30.9	0.50	0.45	9.38
64.50	24.0	0.60	0.40	10.50
63.10	25.4	0.42	0.40	10.00
51.10	39.1	0.40	0.32	6.70
55.50	34.2	0.35	0.56	9.10
65.15	22.0	0.52	0.55	10.52
65.20	21.9	0.38	0.38	11.80
65.00	»	0.40	0.40	11.00

On pouvait voir des blocs de plusieurs tonnes, présentant, en certains endroits, des cristaux très nets.

On remarquera la haute teneur du ferro-chrome en carbone. C'est l'alliage carburé, le plus riche en carbone que l'on connaisse. Quand le chrome atteint 50 0/0 et plus, il y a 10 et 11 0/0 de carbone ; et si, exceptionnellement, la proportion de carbone diminue c'est qu'il y a eu quelque refroidissement dans l'allure. On sait que, dans la fonte pure, sans substances étrangères en proportion notable, le carbone ne dépasse pas 4,5 0/0.

Dans les spiegels et les ferro-manganèses, la teneur en carbone peut atteindre 7 à 8 0/0. Dans le ferro-chrome, il n'y a pas de graphite, tout le carbone y est combiné, comme dans la fonte blanche et les alliages de manganèse ; dans les alliages de silicium et de fer, au contraire, le carbone peut s'abaisser à moins de 2 0/0. — F. G.

***FERRO-MANGANÈSE.** *T. de métall.* Le ferro-manganèse, ou alliage carburé de manganèse et de fer, a été imaginé tout d'abord en Angleterre comme nous l'avons dit dans le *Dictionnaire,* mais sans dépasser la teneur de 25 à 30 0/0 de manganèse ; en Allemagne, on était arrivé à obtenir plus de 80 0/0 de manganèse, mais au creuset. En Autriche, on produisait, dès 1873, jusqu'à 40 0/0 de richesse dans un haut fourneau. C'est en France, sous l'impulsion des Compagnies de Fourchambault, de Saint-Louis et de Terrenoire, qu'on est arrivé à faire couramment, au haut fourneau, du ferro-manganèse à toutes les teneurs jusqu'à 85 et 87 0/0 de manganèse. Cette véritable *métallurgie du manganèse* a donc, au point de vue pratique, une origine française : malheureusement pour des raisons de prix et de pureté de combustible, ainsi que par le moindre prix des frets, l'Angleterre a absorbé cette industrie, qui n'est plus représentée en France, que par la Compagnie des hauts fourneaux de Saint-Louis.

Elle avait exposé, parmi d'autres fontes spéciales, dont nous parlerons plus loin, des ferro-manganèses à différentes teneurs, dont voici les analyses.

Manganèse	85.400	46.190	27.410
Fer	6.230	37.140	65.800
Silicium	0.466	0.140	0.233
A reporter	92.096	83.470	93.443
Reports	92.096	83.470	93.443
Carbone combiné	7.100	5.930	6.000
Graphite	0.560	0.420	0.280
Soufre	traces	0.006	0.009
Phosphore	3.162	0.096	0.062
Cuivre	0.060	0.024	0.019
	99.982	99.666	99.813

En 1888, la consommation des minerais de manganèse riches, pour la fabrication du ferro-manganèse, se répartissait ainsi :

Angleterre	74.906 tonnes.
Allemagne	12.040 —
France	6.174 —
	93.120 tonnes.

Au point de vue des provenances, ces minerais donnaient, pour la même année, les chiffres suivants :

Caucase	48.653 tonnes.
Chili	24.746 —
Espagne et Portugal	8.468 —
Suède	6.089 —
Australie et Nouvelle-Zélande	2.359 —
Divers pays	2.805 —
	93.120 tonnes.

Ces minerais sont des mélanges de protoxyde et de bioxyde de manganèse, où ce dernier prédomine. — F. G.

****FERRO-NICKEL.** *T. de métall.* Le ferro-nickel est le résultat de la combinaison du nickel avec le fer, en présence d'une quantité plus ou moins forte de carbone. Lorsque le fer prédomine, on lui donne le nom d'*acier-nickel.*

Les premiers essais de fabrication de ferro-nickel datent de 1885, et furent obtenus au creuset. D'abord aux forges de Montataire, puis à Imphy, puis enfin au Creusot, mais toujours par l'initiative et pour le compte de la Société le ferro-nickel, on produisit des alliages dans lesquels la proportion de nickel variait de 3 à 25 0/0. Les résultats obtenus furent variables, suivant la qualité des matières employées et la proportion de carbone incorporé.

Mais le véritable essor donné au ferro-nickel l'a été par les expériences faites en Angleterre. Un syndicat s'était formé, dans ce pays, pour l'étude pratique des aciers-nickel, et l'usine d'Hallside, près Glascow, dépendant de la Steel Company of Scotland, fut choisie pour expérimenter en grand, au four Siemens.

On opère comme pour une charge d'acier ordinaire obtenue sur sole, soit par mélange de fonte et de minerai, soit, ce qui est préférable, par fusion simultanée de fonte et de débris d'acier doux. Quand l'opération est près d'être terminée, on ajoute des lingots de nickel pur, qui se fondent dans le bain d'acier, sans s'y oxyder, l'oxyde de nickel étant réductible à l'état métallique par le fer ;

$$NiO + Fe = FeO + Ni$$

On n'a donc pas à craindre le passage du nickel dans la scorie.

On termine l'opération par une addition de ferro-manganèse pour enlever l'oxydation du bain, comme dans la fabrication ordinaire.

Le métal est calme et ne monte pas dans les

moules; il est très fluide, se coule bien et se solidifie rapidement. Les déchets d'acier-nickel se refondent facilement, sans perte sur le nickel, pour la raison chimique que nous avons donnée plus haut; le fer, étant plus oxydable que le nickel, réduit à l'état métallique tout l'oxyde de nickel qui pourrait exister.

Les propriétés du ferro-nickel ou acier-nickel, ainsi obtenu sur sole, et, auquel on ajoute, au moment de la coulée, une petite quantité d'aluminium pour enlever les dernières traces d'oxydation, varient avec la teneur en nickel:

Teneur		Etat du métal	Limite d'élasticité	Charge de rupture	Allongement p. 100 sur 200 millimèt	Contraction p. 100 de section
Nickel p. 100	Carbone					
			kilogr.	kilogr.		
3.0	0.35	Coulé et recuit	37.6	54.5	2.5	9.0
		Laminé.	49.0	80.0	20.3	37.0
		Lam. et recuit.	43.8	76.0	20.3	42.0
4.7	0.22	Laminé.	39.2	63.5	23.4	42.0
		Lam. et recuit.	43.6	63.0	25.0	44.8
25.0	0.27	Laminé.	60.0	80.2	11.7	»
		Lam. et recuit.	19.8	71.5	30.0	28.6
50.0	0.35	Laminé.	32.0	58.0	12.0	24.0
		Lam. et recuit,	32.7	57.5	20.0	29.0

Ces différentes nuances de métal se chauffent sans grandes précautions; en général, elles sont peu ou point soudantes.

Une propriété très remarquable de l'acier à 4 0/0 de nickel, c'est de donner aux plaques de blindage une résistance considérable à la fissuration. On sait, qu'en général, les cuirassements en acier forgé s'étoilent plus ou moins aux alentours du point d'impact, c'est-à-dire du point où vient frapper le projectile; il en résulte qu'un second, un troisième coup, sur la même plaque, augmente les fissures et peut amener la destruction complète. Les blindages en acier-nickel sont pénétrés plus ou moins profondément par le projectile, en raison de la force vive du coup et sans que la proportion de nickel, entre certaines limites, du moins, semble jouer un rôle important, pour la profondeur de pénétration; mais il y a absence complète de fissures et la plaque peut recevoir plusieurs autres projectiles sans être réduite en morceaux. Il y a là, pour les aciers-nickel, un avenir considérable.

Un perfectionnement de premier ordre a été récemment apporté, par M. F, Gautier, à la fabrication du ferro-nickel. Le prix élevé du nickel métallique, que l'on dissout dans le bain d'acier tient, en grande partie, aux frais de l'élimination complète du fer, il était donc rationnel de chercher à obtenir, directement avec les minerais de nickel, un métal pouvant renfermer du fer, ce qui ne présente aucun inconvénient, du moment qu'il n'y aurait pas d'autres impuretés en présence. Pour y arriver pratiquement, M. F. Gautier condense, dans un même alliage, le *nickelo-spiegel*, le nickel à incorporer et le ferro-manganèse qui doit terminer l'opération; on arrive ainsi à obtenir un métal carburé renfermant du nickel, du manganèse, et sans soufre, ni silicium, que l'on ajoute à la charge d'acier; ce qui permet d'obtenir beaucoup plus économiquement le ferro-nickel.

* **FERRO-SILICIUM.** *T. de métall.* Le *ferro-silicium* est un alliage de fer et de silicium, que l'on obtient couramment au haut fourneau.

Voici l'analyse d'un ferro-silicium exposé par les hauts fourneaux de Saint-Louis en 1889 :

Silicium	12.60
Manganèse	2.50
Fer	82.60
Carbone total	2.10
Soufre	0.05
Phosphore	0.09

On en fait qui ont jusqu'à 15 ou 17 0/0 de silicium; mais la fabrication est plus coûteuse et plus difficile.

La silice, comme l'alumine et la magnésie, ne se réduit pas par le carbone seul, pour des raisons thermochimiques dans lesquelles nous n'entrerons pas.

Lorsqu'il y a du fer métallique en présence de la fonte ou de l'oxyde de fer, la silice peut être réduite par le charbon. C'est cette réaction où interviennent à la fois, la silice, le fer et le carbone, qui est la base de la fabrication du siliciure carburé de fer, auquel on a donné le nom de *ferro-silicium*.

On a pu, dans des essais en petit et au creuset, obtenir jusqu'à 20 0/0 de silicium; et, si l'on voulait dépasser cette teneur, il faudrait faire intervenir des affinités nouvelles, telles que celle du sodium en présence de fluorures doubles de silicium et de métaux alcalins, ce qui sortirait du domaine de la métallurgie pour entrer dans celui de la chimie par la voie sèche.

Au haut fourneau, on opère de deux manières pour obtenir du ferro-silicium, la réduction du silicate de fer, ou la réduction de la silice en présence de l'oxyde de fer, avec un excès de carbone. La réduction du silicate de fer demande plus de combustible que la réduction de la silice libre en présence de l'oxyde de fer, il faut donc maintenir une allure plus chaude et plus coûteuse. Cette manière de produire le ferro-silicium, par réduction du silicate, est surtout appliquée en Angleterre où on emploie des scories de four Siemens marchant avec la fonte et le minerai ou même des scories d'opération Bessemer. L'inconvénient que présente cette marche, c'est d'introduire une certaine proportion de manganèse dans le métal. On pourrait, il est vrai, pour éviter cet excès de manganèse, prendre la scorie que l'on peut faire écouler avant l'addition du ferro-manganèse ou du spiegel; mais il faudrait, alors, une disposition spéciale qui n'existe pas d'une manière courante.

On préfère, généralement, employer des minerais de fer renfermant de la silice non combinée; ces minerais sont, ordinairement, assez chargés en alumine, ce qui est une circonstance favorable à la réduction du silicium. En effet, l'alumine, quand elle se trouve en quantité importante, tend à for-

mer un aluminate de chaux, qui laisse la silice libre de se réduire par le carbone, en présence du fer. La bauxite, les minerais alumineux d'Irlande sont, pour cette raison, très employés dans la fabrication du ferro-silicium. Cette propriété de l'alumine, de favoriser la réduction de la silice avait été observée en Allemagne et en Angleterre dans la fabrication des fontes Bessemer où une certaine teneur en silicium était recherchée pour constituer l'élément calorifique principal de l'opération.

Ferro-silicium manganésé. Lorsque la proportion de manganèse dans le ferro-silicium devient importante, on a ce qu'on appelle le *silico-spiegel* (V. *Dictionnaire*, SILICO-SPIEGEL). En réalité, la febrication de l'alliage *fer-manganèse-silicium* a devancé celle de l'alliage *fer-silicium*, et a été imaginée pour produire des aciers sans soufflurer, tandis que le ferro-silicium avait pour but de réaliser des aciers siliceux et, plus tard, de transformer la fonte blanche en fonte grise.

Le silico-spiegel s'obtient, au haut fourneau, en traitant, avec aussi peu de chaux que possible, et avec un excès de combustible, un mélange de silice, de minerai de fer et de manganèse.

La Compagnie de Firminy avait exposé en 1889, des silico-spiegels ayant la composition suivante:

Silicium.	10.3	16.99
Manganèse	18.0	18.09
Carbone	3.5	1.40
Phosphore	0.08	0.08

Les hauts fourneaux de Saint-Louis avaient aussi de forts beaux échantillons de silico-spiegels, renfermant 8, 10, 14 0/0 de silicium.

Un caractère assez général des alliages de silicium, c'est de renfermer assez peu de carbone. L'exemple, cité plus haut, du silico-spiégel de Firminy à 17 0/0 de silicium qui renferme moins de 1,5 de carbone en est la preuve. Le silicium tend à éliminer le carbone en dissolution dans le fer, ou l'empêche de se combiner avec celui-ci. Comme le ferro-silicium, le silico-spiegel demande pour sa fabrication un assez grand excès de combustible.

Si l'électricité était moins coûteuse à produire, on obtiendrait, vraisemblablement, des alliages de fer et de silicium avec ou sans manganèse et à une haute teneur en silicium, mais il nous semble douteux que ce procédé soit actuellement plus économique que le haut fourneau. — F. G.

FICELLE. Nous avons indiqué dans le *Dictionnaire* au mot FICELLE, les détails inhérents à la fabrication de ces produits de corderie, nous croyons devoir compléter ce que nous avons dit en ajoutant quelques mots sur les machines em-

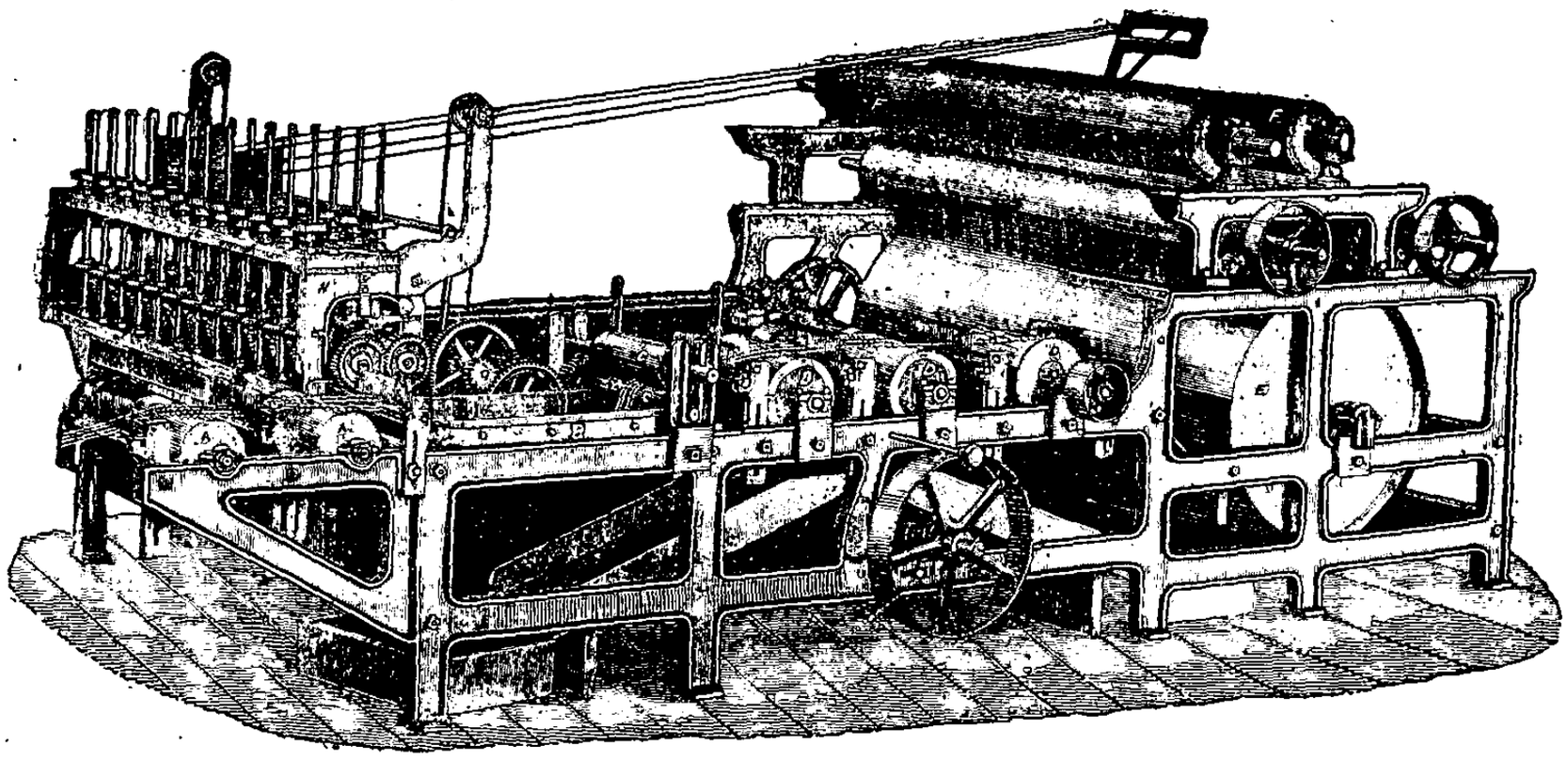


Fig. 521. — *Machine à encoller et polir les ficelles*,

ployées pour l'*apprêt* des ficelles. En dehors de l'étrillage sur lequel nous avons donné des détails suffisants, il y a encore l'encollage et le polissage qui, aujourd'hui, se pratiquent le plus souvent sur une seule et même machine que nous avons représentée figure 521. Les ficelles à polir sont envidées sur des bobines et placées sur un ratelier en face de la machine dont il s'agit. Elles en sont dévidées, introduites ensuite entre des guides verticaux en fer qui leur évitent de s'embrouiller, et passent tout d'abord sur des rouleaux frotteurs A, de 20 centimètres de diamètre, garnis de fibres de coco, animés d'un mouvement de rotation continu, qui leur communique un premier poli à sec. A ces rouleaux font suite une bâche B en fonte, renfermant, suivant les corderies, de l'eau ou de la colle, et où les ficelles s'imprègnent du liquide apprêteur. Elles passent de là sur des rouleaux frotteurs C, de même diamètre que les précédents qui les frottent à l'état humide, puis, sur d'autres rouleaux D. Elles s'enroulent enfin autour de 4 cylindres G, F, C, etc., en cuivre rouge, chauffés à la vapeur, de 20 centimètres de diamètre sur $1^{m},83$ de longueur, font un circuit autour du gros tambour E, de 76 centimètres de diamètre, et reviennent s'envider au commencement de la machine sur des bobines H, où elles sont le plus souvent déposées par des broches à ailettes. Le nombre de ces broches est variable ; il est, suivant les machines, de 24, 36, 48, 60 ou 96 ; les

bobines y ont de 3 à 5 pouces de diamètre sur 8 à 10 de course. La machine, vraiment monumentale, a de 5m,80 à 8m,85 de longueur, et le prix en varie de 3,600 à 8,000 francs. Elle est d'un grand emploi en France.

Cette machine est souvent, dans les corderies, accompagnée d'une autre du même genre dite *machine à laver*, qui sert comme préparatoire au polissage, et qu'on emploie pour nettoyer les ficelles brutes en mauvaise étoupe qui sont sales et pleines de chénevotte. Cette machine possède, en général, un râtelier de 24 bobines, 2 rouleaux à sec munis d'une garniture de corde, une première bâche à eau, deux rouleaux frotteurs garnis de fibres de coco, une seconde bâche à eau, deux rouleaux exprimeurs et, finalement, un râtelier envideur d'un nombre de bobines correspondant au râtelier de ficelles brutes.

Comme dans ces machines, la rotation des organes a toujours lieu dans le même plan et que la marche des ficelles à polir a également lieu dans une même direction, il peut en résulter que les rouleaux s'usent rapidement et se couvrent de rainures dues à la répétition des frottements successifs. Dans ces rainures, non seulement les ficelles trouvent alors une résistance à leur marche due au coincement qui s'y opère, mais encore plusieurs d'entre elles éprouvent une tendance à se réunir et à se loger ensemble dans la partie creusée. En ce cas, elles sont dérangées de leur marche rectiligne sans résultat utile; elles éprouvent un effort de traction plus considérable, et, au lieu d'être frottées sur la plus grande surface possible, elles se superposent, se touchent et s'alignent. Pour éviter ces inconvénients, on a, dans ces derniers temps, donné un mouvement de va-et-vient aux tringles qui guident les ficelles à l'entrée, ainsi qu'à tous les organes frotteurs perpendiculairement à leur plan de rotation ou de translation. De cette façon, le travail que l'on veut faire a lieu dans les conditions normales et pratiques voulues. — A. R.

FILS MÉTALLIQUES. L'acier, par sa grande homogénéité et sa résistance, trouve, à l'état de fil, un débouché considérable. Nous avons indiqué, au mot Câble, l'emploi croissant des fils d'acier.

Sous forme de *machine* ou fil laminé, il se consomme en quantité de plus en plus grande, d'abord, comme matière première de la tréfilerie, puis directement, pour les clôtures agricoles.

L'acier, comme le fer, prend par le passage à la filière, un écrouissage qui augmente sa résistance à la traction ; il est vrai que l'allongement à la rupture diminue mais sans cependant amener la fragilité. C'est une propriété précieuse, qui est exaltée encore par la trempe, et permet d'obtenir, pour des diamètres restreints, la capacité de supporter de fortes charges.

Ce qui tend, encore, à augmenter le développement de la fabrication des fils d'acier au laminoir, puis à la tréfilerie, c'est la moindre proportion de rebuts produits comparativement au fer. Il faut déjà un fer de qualité au-dessus de la moyenne pour résister au travail de la tréfilerie, tandis que l'acier doux ordinaire qui ne coûte pas plus que le fer ordinaire donne d'excellents fils et à très bon compte.

* **FLUOR.** *T. de chim.* Les remarquables travaux de M. H. Moissan ont jeté un jour tout nouveau sur l'histoire du fluor, que l'on connaît aujourd'hui. M. Moissan l'a isolé à l'état pur et c'est cette belle découverte que nous allons décrire sommairement.

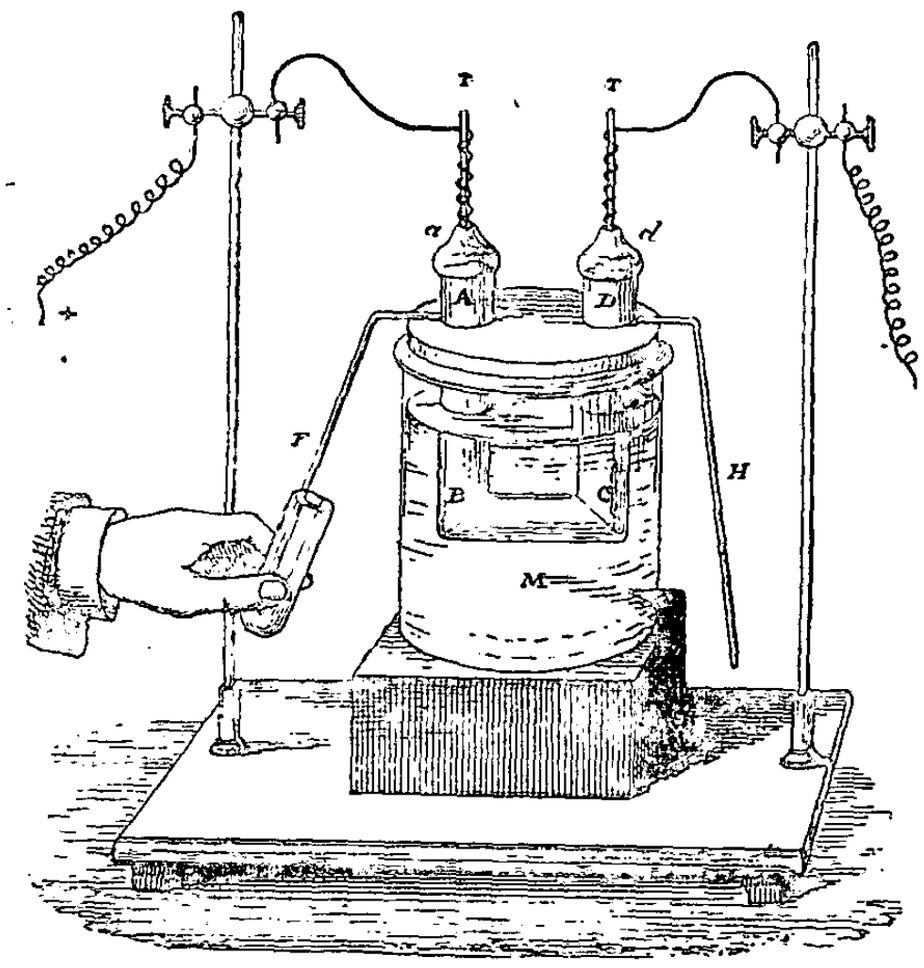


Fig. 522. — *Isolement du fluor.*

A B C D Tube de platine refroidi à 23° au-dessous de zéro par un bain de chlorure de méthyle *M*. — *a d Bouchons en spath fluor*. — *P* Tube de platine pour le dégagement du fluor. — *H* Tube de platine pour le dégagement de l'hydrogène. — *T T* Tiges en platine irridié isolées du tube en *U* communiquant avec les fils conducteurs aboutissant aux pôles de la pile.

Scheele, Gay-Lussac et Thénard avaient donné la préparation de l'acide fluorhydrique (acide fluorique comme on l'appelait alors). Davy, en 1813, démontra que cet acide ne renfermait pas d'oxygène, qu'il était en tout point comparable à l'acide chlorhydrique et il essaya sans succès de l'électrolyser. Plusieurs chimistes ont repris l'étude du fluor et essayé de l'isoler, mais aucun ne réussit. Faraday remarqua que l'eau jouait un grand rôle dans l'électrolyse de l'acide fluorhydrique et que si on pouvait obtenir cet acide réellement anhydre, il serait indécomposable à cause de son manque de conductibilité.

M. Frémy réussit à préparer l'acide anhydre, gazeux à la température ordinaire, condensable dans un mélange de glace et de sel, extrêmement avide d'eau, mais malgré une série d'études du plus haut intérêt, il dut abandonner l'isolement du fluor.

Un de ses élèves, M. Moissan, reprenant tous

les travaux de ses devanciers, entreprit l'étude complète des composés du fluor et nous fit connaître les fluorures de phosphore et d'arsenic, puis il fut conduit à essayer de nouveau l'électrolyse de l'acide fluorhydrique, mais, cette fois, pur et anhydre en le rendant conducteur au moyen du fluorhydrate de fluorure de potassium également anhydre. L'expérience se fait dans un tube en U en platine, dont les extrémités sont fermées par deux bouchons à vis en spath-fluor (fig. 522). Chaque bouchon laisse passer en son axe une tige carrée en platine iridié à 10 0/0 d'iridium. Ces tiges plongeant par leur extrémité inférieure dans le liquide, servent d'électrodes. Enfin, deux ajutages en platine soudés à chaque branche du tube, au-dessous des bouchons, permettent aux gaz dégagés par l'action du courant de s'échapper dehors.

Préparation de l'acide fluorhydrique pur et anhydre. On projette avec précaution des fragments de potasse en plaques dans de l'acide fluorhydrique du commerce, contenu dans un vase en argent, jusqu'à saturation, puis on y ajoute un volume égal d'acide fluorhydrique; on forme ainsi du fluorhydrate de fluorure de potassium en solution, tandis que la silice contenue dans l'acide du commerce est précipitée à l'état de fluosilicate de potasse. On décante la liqueur claire et on la distille lentement dans un appareil en plomb ou mieux en platine. On recueille de l'acide fluorhydrique hydraté pur avec lequel on peut, par le même procédé, faire du fluorhydrate de fluorure pur. On fait cristalliser ce sel, on le dessèche à 100° au bain-marie, puis on le déshydrate d'une façon absolue en le maintenant pendant plusieurs jours dans le vide en présence de potasse fondue et d'acide sulfurique.

Quand il est bien sec et en poudre, on le distille lentement et on recueille l'acide fluorhydrique anhydre bouillant à 19°,5.

L'appareil où doit se faire l'électrolyse étant bien sec, on y introduit l'acide fluorhydrique et un peu de fluorhydrate de fluorure pour donner la conductibilité nécessaire. Le tube en U étant plongé dans un bain de chlorure de méthyle en ébullition tranquille à 23°, on fait passer le courant de 20 éléments Bunsen grand modèle, montés en série. On recueille alors au pôle négatif un gaz présentant tous les caractères de l'hydrogène, et au pôle positif un gaz incolore, d'une odeur pénétrante, très désagréable, se rapprochant de celle de l'acide hypochloreux et excitant rapidement la muqueuse de la gorge et des yeux. Ce gaz est le fluor.

Le fluor est doué de propriétés très énergiques. Le soufre, le phosphore s'enflamment à son contact, l'iode, l'arsenic, l'antimoine s'y combinent avec incandescence.

Le carbone paraît être sans action.

Le silicium cristallisé froid brûle avec beaucoup d'éclat.

Le bore adamantin également.

Le fluor décompose l'eau à froid en donnant de l'acide fluorhydrique et de l'ozone. Il enflamme le sulfure de carbone et dégage le chlore du tetrachlorure de carbone. Le chlorure de potassium est attaqué à froid avec dégagement de chlore.

D'une façon générale tous les métaux sont attaqués, mais moins énergiquement que les métalloïdes, sans doute à cause de la couche de fluorure solide qui se forme à la surface et qui protège le reste du métal.

Les corps organiques sont violemment attaqués. Le liège se carbonise et s'enflamme aussitôt. L'alcool, l'éther, la benzine, l'essence de térébenthine prennent feu immédiatement.

En opérant dans de bonnes conditions, on a pu obtenir à chaque pôle, un rendement de 1 litre 1/2 à 2 litres de gaz par heure. — A. D.

FILTRE. Depuis la publication du *Dictionnaire*, quelques inventions des plus importantes ont été réalisées dans le domaine des filtres. La plus considérable est celle de l'emploi pour le filtrage d'une substance de nature imputrescible, et à pores suffisamment fins pour laisser passer l'eau, mais en arrêtant absolument toutes les matières en suspension. La porcelaine dégourdie remplit parfaitement cet objet, et a été utilisée par M. Chamberland pour la confection de récipients auxquels, en raison de leur forme, il a donné le nom de *bougies filtrantes*. Ces bougies sont fabriquées par un procédé spécial qui permet de les obtenir d'une homogénéité parfaite, de manière que toute leur surface travaille également.

Ce genre de filtre, connu actuellement sous la dénomination de *filtre Pasteur*, parce qu'il a été particulièrement employé, au début, dans les travaux délicats du laboratoire de notre grand chimiste, se composait d'ailleurs d'une ou plusieurs bougies renfermées dans une enveloppe métallique (fig. 523) qui s'adaptait par un ajutage aux robinets de conduites pour recevoir l'eau. Celle-ci filtrait ainsi *sous pression*, de l'extérieur à l'intérieur de la bougie et sortait goutte à goutte à la partie inférieure. Avec une pression moyenne de 10 mètres on peut compter sur un débit d'un litre par heure et par bougie.

On emploie toujours ce système, mais depuis un certain temps, la Société des filtres Pasteur construit pour les usages domestiques des filtres *sans pression*, formés d'un récipient ou collecteur muni de tétons auxquels on adapte, à l'aide de petits tubes en caoutchouc, un certain nombre de bougies filtrantes (fig. 524). Le collecteur plonge à la partie inférieure d'un réservoir cylindrique contenant l'eau à filtrer. Une capacité ménagée également au bas du cylindre sert à emmagasiner l'eau filtrée. Le collecteur est réuni à cette capacité par un simple tube en caoutchouc, ce qui rend le démontage très facile, et permet de nettoyer les bougies aussi souvent qu'il est nécessaire. L'appareil donne environ 6 litres d'eau par bougie et par jour dans les appareils de ménage. L'amorçage s'opère à l'aide d'un tube spécial qu'on remplit d'eau, et qu'on relie au collecteur par un tuyau de caoutchouc, puis dont on fait couler l'eau.

D'après les expériences faites par M. Miquel, le filtre Pasteur retient tous les organismes con-

tenus dans les liquides. Un moyen physique, calqué sur la célèbre expérience de Tyndall relative à la pureté optique de l'air, avait été employé à l'Exposition d'hygiène urbaine en 1886, pour démontrer cette propriété. En faisant tomber un rayon lumineux sur un ballon placé dans une chambre noire et renfermant de l'eau des conduites de la ville, on suit facilement la trace de ce rayon de l'entrée à la sortie, de la même façon qu'on voit un rayon de soleil traverser une chambre dans laquelle flottent des poussières. Si, au contraire, le ballon contient de l'eau filtrée au filtre Pasteur, toute trace de rayon lumineux y disparaît, ce qui prouve que cette eau ne contient plus en suspension aucune particule solide, organisée ou non.

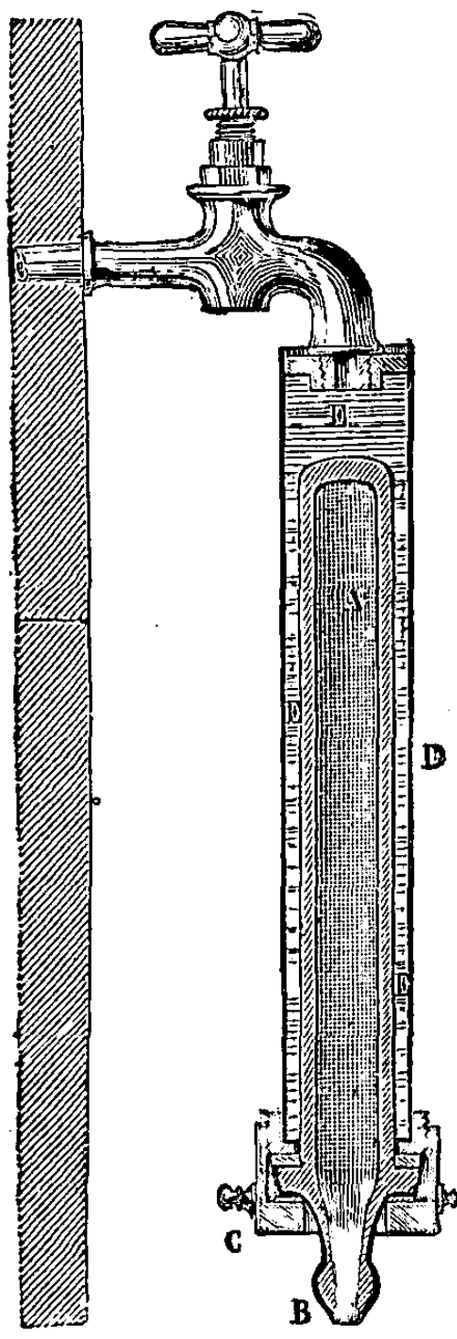


Fig. 523. — *Filtre Chamberland système Pasteur (bougie filtrante sous pression).*

Les appareils avec ou sans pression peuvent être utilisés en batteries pour les grands débits. Mais il y a avantage à employer les appareils sous pression quand on le peut, non seulement à cause de l'accroissement du débit, mais encore en raison de la facilité du nettoyage qui peut être opéré d'une manière complète au moyen du dispositif suivant dû à M. O. André, de Neuilly (fig. 525). La figure donne en même temps la disposition d'un filtre à pression à grand débit se prêtant aux besoins de l'industrie ou d'une agglomération considérable comme celle des casernes.

Les bougies sont disposées sur les collecteurs en couronnes concentriques avec la tête en bas (disposition très favorable). Entre deux rangées se trouvent des tubes verticaux appelés *corps pendants*, percés à leur extrémité inférieure de deux trous très fins tournés chacun vers une des rangées de bougies et portant en outre de petites brosses en caoutchouc perpendiculaires aux bougies. Tous les corps pendants sont supportés par un tube horizontal qui est en communication avec la canalisation de l'eau par son support. Ce dernier passe à cet effet à travers le presse-étoupes du tube central de l'appareil, et se termine à la partie supérieure par une vis. Cette vis est actionnée par un volant à main. Pour effectuer le nettoyage, on vide le récipient du filtre par un robinet de décharge qu'on maintient ouvert pendant l'opération, puis on fait arriver l'eau sous pression dans le tube central et par suite dans les corps pendants. Aussitôt des jets fins mais d'une grande force vont frapper les bougies qui sont instantanément débarrassées de leur enduit limoneux au point d'impact. Si, de plus, on fait tourner la vis à l'aide du volant, les brosses raclent les bougies, et leur action combinée avec celle des jets des corps pendants, les nettoie entièrement sur tous les points grâce au mouvement hélicoïdal imprimé à l'ensemble du système.

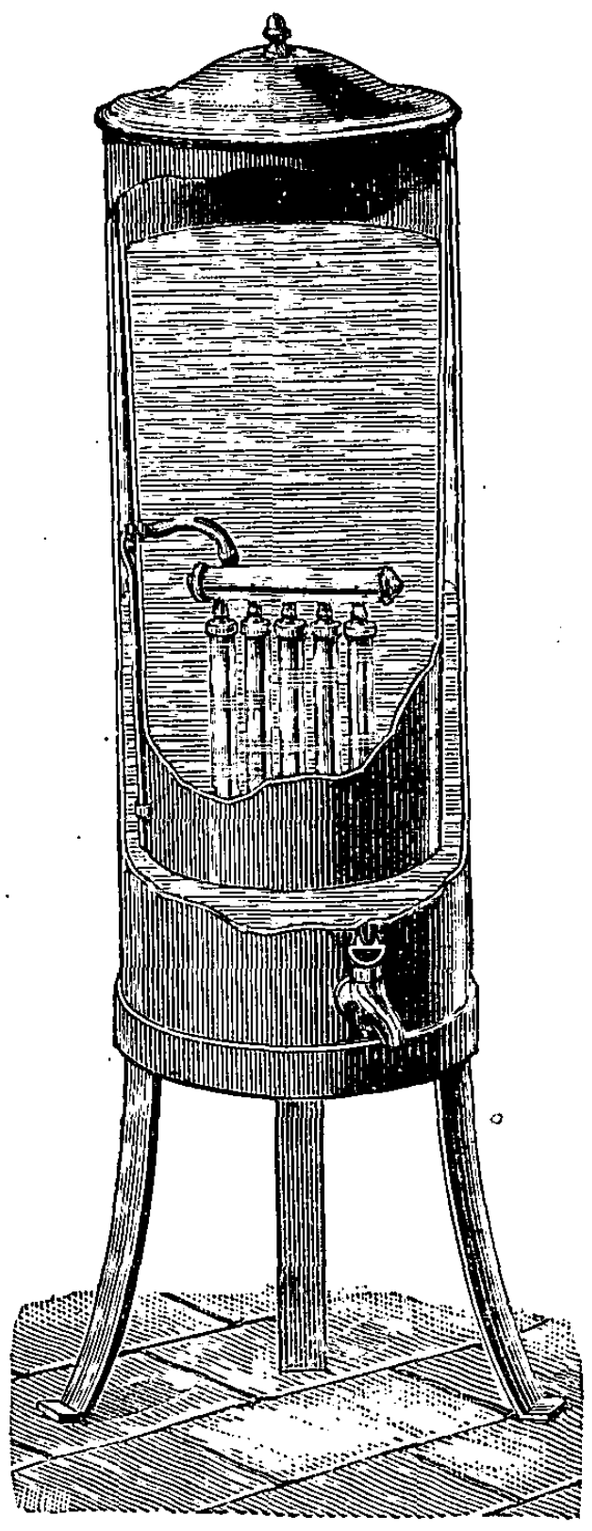


Fig. 524. — *Filtre Chamberland, dit système Pasteur (appareil sans pression).*

L'appareil O. André permet, comme on le voit, de nettoyer complètement les bougies sans les démonter et est le complément indispensable d'un filtre Pasteur à grand débit pour l'alimentation des casernes ou des villes.

M. O. André vient d'apporter à son nettoyeur et en même temps au filtre Pasteur, un perfectionnement considérable, qui consiste dans l'addition à l'intérieur du récipient, d'une matière pulvérulente (poudre de charbon de bois, par exemple), inattaquable par l'eau, n'usant pas la porcelaine, et de densité égale à celle de l'eau. Cette poussière est attirée par la filtration même sur les bougies, et forme ainsi une gaine perméable qui prévient l'encrassement de manière à assurer la constance du débit pendant un temps beaucoup plus long. M. O. André ajoute également dans le récipient une couche d'escarbilles déposée sur un tamis, et qui, mises en mouvement lors du nettoyage, par de petits tuyaux en caoutchouc forcés sur les bouts des corps pendants, viennent aider

au râclage des bougies. La matière pulvérulente est évacuée avec les autres impuretés lors du nettoyage ; les escarbilles restent sur leur tamis, ne s'usent que dans une faible proportion et se remplacent facilement.

Il est inutile d'ajouter que le filtre Pasteur s'ap-

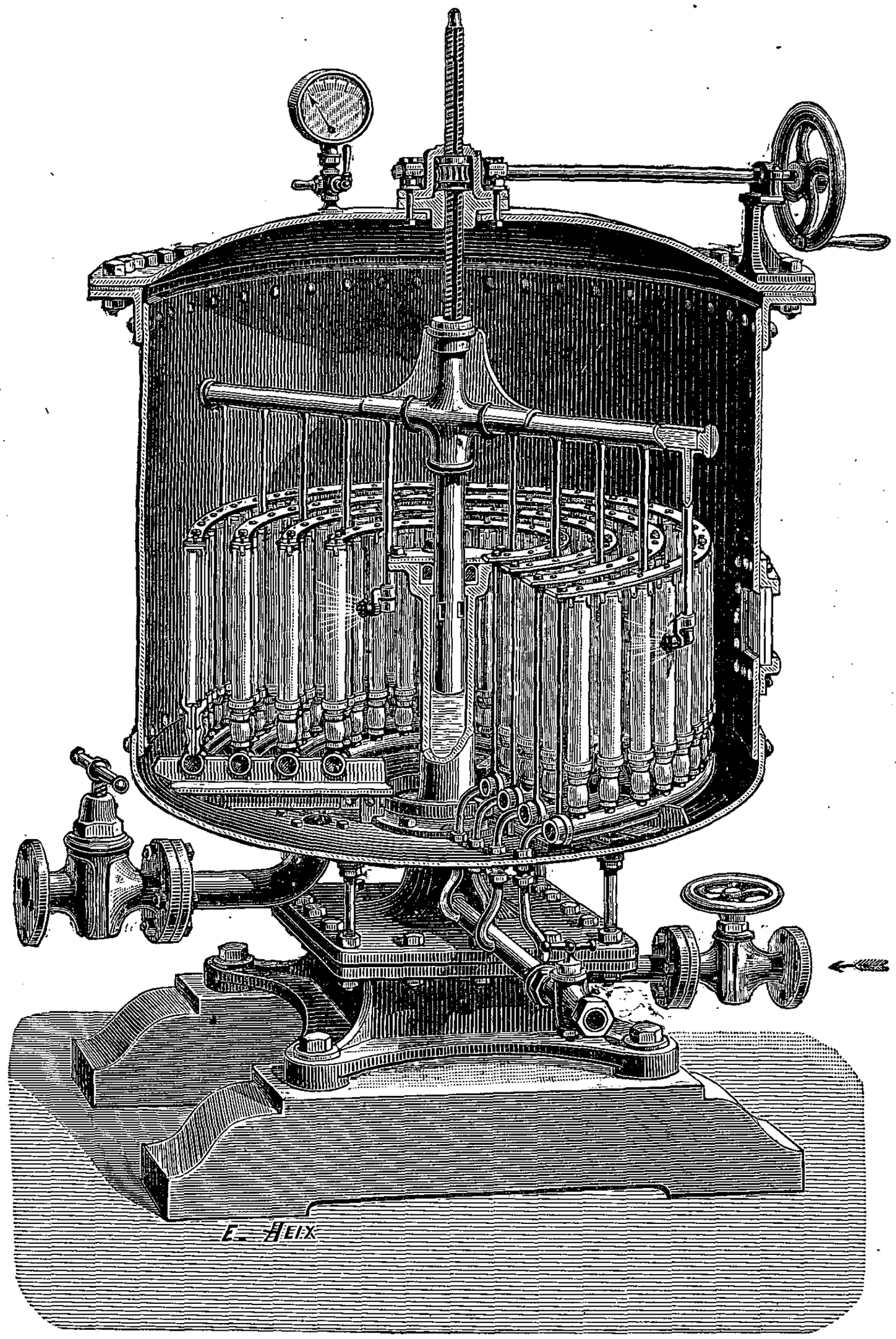


Fig. 525. — *Nettoyeur automatique O. André pour filtrer sous pression à grand débit, du système Chamberland.*

plique aisément au traitement de tous les liquides qu'on veut obtenir à l'état de pureté et de limpidité parfaites, tels que les eaux-de-vie, les vinaigres et les vins, auxquels il ne communique aucun goût, tout en les dépouillant complètement des microbes qui pourraient les altérer.

Dans l'aéri-filtre Mallie, on utilise également une bougie filtrante, mais la filtration s'opère de

l'intérieur à l'extérieur de l'appareil. Cela permet d'introduire dans le liquide des sels ou de la glace pendant l'été ; en outre l'air contenu dans les bougies se comprime et complète l'aération de l'eau. Une soupape conique reposant sur le fond du vase filtrant se ferme en cas de rupture de ce dernier. L'aéri-filtre se prête, comme le filtre Pasteur, aux usages industriels, mais il n'a pu être jusqu'ici nettoyé sans démontage des bougies.

Le filtre Maignen emploie comme matière filtrante un tissu spécial d'amiante sans agglutinant sur lequel on fait déposer une poudre composée de charbon et de chaux. Cette poudre, dont les proportions ne sont pas divulguées par l'inventeur, agit, d'après des expériences dignes de foi, sur les matières organiques en dissolution et les sels métalliques tels que ceux de plomb, de cuivre, de zinc et de fer, qui peuvent se trouver en solution dans l'eau. Le filtre Maignen fonctionne donc d'une manière à la fois physique et chimique, et son action est extrêmement rapide. Il est facile à démonter et à nettoyer ; comme il n'est pas fragile et opère au besoin sans pression, il a été appliqué avec succès à l'usage des troupes en campagne. On construit même à cet effet de petits appareils que chaque homme peut porter sur lui.

Dans un autre filtre la matière filtrante (amiante et pâte de papier) est disposée dans une série de chambres superposées et constituées par des tamis métalliques. Pour l'introduire dans l'appareil, on la délaye dans l'eau en pâte très liquide qu'on verse par l'entonnoir d'entrée. Elle se dépose alors en couches uniformes sur les tamis qui sont recouverts d'un tissu fin de fil de laiton étamé. L'eau à filtrer pénètre en même temps dans toutes les chambres, par la partie supérieure. Pour le nettoyage, on ferme l'arrivée d'adduction, on remplit le filtre d'eau à l'aide de l'entonnoir, et on manœuvre au moyen d'une manivelle, un axe vertical partant des bras transversaux au nombre de deux pour chaque chambre. Ces bras sont munis de racloirs, qui, lorsqu'on fait tourner l'axe, soulèvent la matière filtrante déposée sur les tamis, et la maintiennent en mouvement, tandis que l'eau qui traverse l'appareil entraîne toutes les impuretés par le robinet ouvert au fond du filtre. Dès que l'eau coule claire, on cesse de faire tourner l'axe, on diminue peu à peu l'arrivée d'eau, et on laisse l'appareil se vider complètement. La matière filtrante se dépose en couche uniforme sur les tamis, on ferme le robinet du fond, et le filtre est prêt de nouveau à fonctionner. A chaque nettoyage on perd environ 10 0/0 de matière filtrante qu'on remplace à l'aide de l'entonnoir. Cet appareil a un bon débit et ne nécessite qu'une faible pression. Il permet d'ailleurs de modifier la matière filtrante suivant les besoins.

Il nous reste, en terminant, à donner quelques indications sur la filtration par le fer des eaux destinées à l'alimentation des villes. L'appareil qui a été employé à cet effet aux distributions d'eaux d'Anvers et de Dordrecht par les inventeurs, MM. Easton et Anderson, se compose essentiellement d'un cylindre horizontal en tôle, tournant sur des tourillons creux qui donnent passage à travers des presses-étoupes aux conduites d'entrée et d'évacuation de l'eau à traiter. La première communique avec le réservoir des pompes ; la seconde amène l'eau purifiée sur des filtres à sable ordinaire, dont nous indiquerons plus loin l'emploi. Les parois du cylindre sont pourvues de sortes d'écopes qui ramassent de la tournure de fer ou de la limaille de fonte, et la font retomber à travers la masse d'eau, pendant que celle-ci chemine lentement à travers le récipient. Un dispositif très simple, placé du côté de la sortie, empêche les particules de fer d'être entraînées par le courant.

A Dordrecht, l'eau sortant du cylindre est amenée dans un réservoir d'où elle tombe dans une petite turbine qui transmet son mouvement au cylindre à l'aide d'un pignon et d'une couronne dentée. Elle s'écoule ensuite par un canal ouvert en passant au-dessus d'un double fond perforé, sous lequel un certain volume d'air en pression est envoyé par un ventilateur. Ce courant d'air a pour objet de transformer le protoxyde de fer soluble formé dans le cylindre, en sesquioxyde de fer insoluble qui vient ensuite se déposer sur les filtres à sable.

Le cylindre porte en outre un trou d'homme pour la visite, et le renouvellement du réactif, et un robinet pour l'évacuation de l'air au moment du remplissage et des gaz qui se dégagent pendant le travail. Ces gaz ne contiennent en moyenne que 8 0/0 d'oxygène et sont impropres à la combustion, ce qui démontre la nécessité d'une filtration sur le sable pour rendre à l'eau l'aération qu'elle a perdue.

A Dordrecht le cylindre a $1^m,65$ de diamètre et $7^m,20$ de longueur ; il tourne de manière à assurer le contact entre l'eau et la tournure de fer pendant 3 à 4 minutes, et permet de traiter 53,000 mètres cubes par vingt-quatre heures. La consommation de fer est de 1 à 3 kilogrammes par 1,000 mètres cubes d'eau traitée. Dans ces conditions, l'eau de la Meuse, qui sert à l'alimentation de la ville de Dordrecht, et qui, à cause de sa coloration et de son état de trouble exigeait autrefois une filtration très lente et par conséquent des surfaces de filtres à sable considérables, est parfaitement décolorée, clarifiée et en même temps très sensiblement améliorée au point de vue bactériologique.

La filtration par le fer peut donc être recommandée pour les villes où le terrain propre à l'installation des filtres ordinaires à sable est insuffisant, et où l'eau à traiter, comme cela se rencontre fréquemment pour celles de rivière, a besoin d'un filtrage à la fois physique et chimique pour la rendre susceptible de consommation. Nous donnons à l'article FERMENTATION un exposé du filtrage des bières. — G. R.

FONÇAGE. — V. l'article suivant.

FONDATION. Depuis que le *Dictionnaire* a publié les articles sur les fondations et le fonçage, il n'y a guère à signaler que le développement considérable qu'a pris l'emploi de l'air comprimé et par

suite les dispositions nouvelles adoptées dans quelques-unes des principales applications. C'est ainsi qu'à Anvers, on a exécuté à l'aide de caissons et de bâtardeaux démontables, 9,650 mètres de murs de quai dont les fondations sont établies à des profondeurs variant de 8 à 12 mètres, à mer basse, dans un fleuve dont le courant atteint près de 2 mètres par seconde et qui est soumis à des marées de 4m,50 à 6 mètres. L'ouvrage a été exécuté par tronçons de 25 mètres ; les caissons, de même longueur, avaient 9 mètres de largeur et de 2m,60 à 6 mètres de hauteur, suivant les endroits du fleuve où ils devaient être foncés. Les bâtardeaux mobiles étaient composés de grands panneaux en tôle de 12 à 6 millimètres d'épaisseur assemblés de façon à constituer une caisse rectangulaire, de même section que le caisson et de 12 mètres de hauteur, que l'on fixait sur le caisson à l'aide de 360 boulons avec interposition de bandes de caoutchouc. Au bas de cette caisse régnait une galerie étanche de 50 centimètres de large sur 1m,50 de haut, solidement contreventée pour résister aux pressions intérieures et extérieures; on pouvait, en y envoyant de l'air comprimé, descendre par des cheminées verticales munies d'écluses pour enlever, sous l'eau, les boulons réunissant les bâtardeaux au caisson ; un échafaudage flottant, installé sur deux bateaux jumelés, servait à transporter les bâtardeaux d'un caisson à l'autre successivement. Pour l'installation, le bâtardeau était suspendu à l'échafaudage à l'aide de chaînes assez haut au-dessus de l'eau pour permettre d'introduire au-dessous le caisson flottant. Les chaînes, au nombre de 12, étaient manœuvrées par autant de palans et de treuils dont une transmission spéciale assurait le mouvement simultané ; en outre des disques en caoutchouc interposés sur les attaches des palans, régularisaient la charge en atténuant les effets de torsion et les différences de calibrage des chaînes. Les machines à vapeur et l'outillage nécessaire à la compression de l'air, à l'alimentation d'eau des éjecteurs et à la confection des mortiers étaient réparties dans les deux bateaux qui supportaient l'échafaudage.

Le même système a été employé pour construire dans une dérivation de la Seine, les fondations de l'écluse de Saint-Aubin, près Elbeuf; parmi les 10 caissons de cet ouvrage, ceux des bajoyers avaient 5m,60 de largeur sur 35 à 45 mètres de longueur ; celui de la chambre des portes d'amont avait 41 mètres sur 22. Pour les bassins de radoub de l'arsenal de Saïgon (Indo-Chine) dont les fondations atteignent 11 mètres de profondeur en dessous des basses mers, le corps du bassin est établi sur deux caissons de 83 mètres sur 30, qui ont été réunis après le fonçage par une maçonnerie étanche. Les détails d'exécution de ces grands ouvrages et la description de l'outillage ont été publiés par M. Hersent dans son bel ouvrage sur les travaux publics (Imprimerie et librairie Chaix, 1889, Paris).

Parmi les fondations intéressantes exécutées pendant ces dernières années, on peut citer celles de la tour de 300 mètres de M. Eiffel et celles du Pont du Forth. La tour Eiffel est constituée par quatre grands arbalétriers composés chacun de quatre montants ; les pieds de ces montants forment des caissons de 15 mètres de côté dont chaque arête est portée par une fondation spéciale. A l'emplacement fixé pour la construction, non loin de la Seine, le terrain se compose d'une couche d'argile de 16 mètres d'épaisseur, recouverte par une couche de sable dont l'épaisseur moyenne est de 6m,50, mais qui s'amincit à 50 centimètres vers le fleuve ; en outre le sable devient vaseux et sans consistance. Les fondations des piliers Sud et Est (côté de l'Ecole Militaire) ont été exécutées à sec sans difficulté, sur une couche de béton dont l'épaisseur varie de 3 à 6 mètres. Sur le béton s'élève un massif de maçonnerie de moellons hourdés au mortier de ciment de Portland (250 kilogrammes par mètre cube de sable), couronné par deux assises en pierres de taille, sur lesquelles reposent des sabots en fonte ancrés au moyen de tirants doubles en fer de 15 centimètres de diamètre.

Pour les piliers Nord et Ouest, il a fallu descendre les fondations à 5 mètres au-dessous du niveau de la Seine et on a dû recourir à l'emploi de quatre caissons métalliques de 15 mètres sur 6, foncés à l'air comprimé.

La pression sur le sol ne dépasse pas 4 kilogrammes par centimètre carré.

Le poids énorme du pont du Forth, plus de 50,000 tonnes, est concentré sur trois piles métalliques de 105 mètres de hauteur, dont les 16 arbalétriers reposent sur des piliers cylindriques en granit de 15 mètres de diamètre sur 11 de hauteur.

Six de ces piliers ont dû être fondés au moyen de l'air comprimé, dans un golfe où la marée atteint 5m,50, où les courants de flux et de reflux sont rapides et les orages violents. En outre la roche sous-marine est fortement inclinée ; c'est pourquoi il a fallu donner aux caissons une solidité exceptionnelle. Chacun d'eux se compose d'un cylindre de 21m,35 de diamètre sur 10m,90 de hauteur, surmonté d'un tronc de cône de 5m,50 de hauteur et de 18m,30 de diamètre au sommet.

Le cylindre extérieur, en tôle de 9 1/2 millimètres d'épaisseur, est renforcé par un second cylindre placé à l'intérieur et fortement assemblé avec lui à l'aide de cloisons horizontales à treillis et de contreforts verticaux ; l'espace annulaire compris entre eux, et large de 2m,14 a été rempli de béton. La chambre de travail avait 2m,14 de hauteur, et pouvait contenir 27 ouvriers ; le plafond, en tôle de 9 1/2 millimètres d'épaisseur, est contreventé par quatre grandes poutres à treillis de 5m,50 de hauteur, espacées de 4 mètres, et reliées transversalement par de petites poutres à âme pleine de 0m,914 de hauteur, espacées de 1m,22, de façon à constituer une sorte de quadrillage très rigide que l'on a rempli de béton sur 1m,83 de hauteur pour le lancement. Au-dessous du plafond le cylindre intérieur s'évase pour rejoindre le cylindre extérieur, formant avec lui un tranchant tronconique dont le couteau est formé d'une lame d'acier de 0m,457 de hauteur sur 25 millimètres d'épaisseur. Chaque caisson est muni de trois cheminées

surmontées d'écluses à air, une cheminée pour les ouvriers et deux pour les déblais et les matériaux.

Les écluses de ces dernières étaient à deux compartiments, un pour loger le treuil actionné par un moteur placé à l'extérieur ; le second consacré au passage des bennes était placé directement au-dessus de la cheminée et fermé par deux portes horizontales, coulissant, l'une sur le plancher et l'autre sur le plafond. Ces portes étaient manœuvrées à l'aide de presses hydrauliques commandées de telle façon qu'il était impossible d'ouvrir l'une avant d'avoir fermé l'autre. La benne était enlevée d'abord dans le compartiment de l'écluse, par le treuil intérieur ; la porte du bas était refermée ; celle du haut s'ouvrait et la benne était reprise et sortie au dehors par une grue extérieure. Cette disposition, appliquée la première fois par M. Sadi-Carnot aux fondations du pont de Collonges, permettait d'éviter toute manutention des déblais dans l'écluse, et comme celle-ci ne contenait pas d'ouvriers, on pouvait accélérer le travail en ouvrant pour l'entrée et la sortie de l'air, des robinets à grande ouverture. Les caissons de fonçage étaient surmontés de caissons temporaires, formant bâtardeau mobile ; ceux-ci étaient formés d'anneaux de 3 mètres de hauteur, assemblés à l'aide de boulons ; deux de ces anneaux ont suffi généralement ; lorsqu'on était exposé à de grosses mers, on en ajoutait un troisième. Les poids de ces caissons se décomposaient de la manière suivante :

Caisson permanent	457	tonnes.
Caisson temporaire, deux anneaux.. . .	65	—
Ecluses, mélangeurs, machine à vapeur	35	—
Planchers et charpentes en bois.	50	—
Béton.	1.418	—
Maçonnerie de briques.	852	—
Poids total.	2.877	tonnes.

Les caissons ont été construits sur le rivage sur des plans inclinés et mis à l'eau avec un tirant d'eau variant de $2^m,90$ à $3^m,20$, pour être remorqués à leur emplacement définitif.

La couche d'argile que l'on devait traverser offrait une telle résistance qu'il était impossible de l'extraire à la main ; on avait essayé sans succès l'emploi de la dynamite et il a fallu imaginer une bêche spéciale dont le manche, en métal, était actionné directement par une petite presse hydraulique. On a également employé dans ces caissons des perforatrices actionnées par l'air comprimé, refoulé à l'aide d'un compresseur spécial sous une pression de 72 livres par pouce carré ($6^k,33$ par centimètre carré). Un emploi analogue de l'air comprimé comme moteur avait été fait au pont Boieldieu, sur la Seine, à Rouen ; on l'avait utilisé pour actionner le treuil installé dans l'écluse et servant à monter les bennes. Les six fondations en mer du pont du Forth ont été exécutées par un ingénieur français, M. Coiseau, qui avait précédemment exécuté les quais de l'Escaut à Anvers dont il a été question plus haut. Un travail du même genre avait été entrepris pour la fondation du phare de Bremerhaven, près de l'embouchure du Weser. Une première tentative avait échoué en 1881 ; ce n'est qu'en 1885 que l'on est parvenu à descendre le caisson à 22 mètres sous la basse mer ; il a fallu ensuite consolider le terrain affouillé par les courants à l'aide d'un amoncellement de fascines et de pierres.

Dans les applications chaque jour plus fréquentes de l'air comprimé à l'établissement de fondations moins importantes que les exemples précédents, les entrepreneurs emploient un matériel plus simple et plus léger. La cheminée, en fonte ou en tôle (la tôle offre plus de sécurité), a de 75 à 90 centimètres de diamètre, et se compose de tronçons de 1 à 2 mètres de longueur, assemblés bout à bout à l'aide de brides boulonnées ; chaque tronçon contient un certain nombre de barreaux dont la suite constitue l'échelle d'accès. L'écluse à air est réduite à une cloche cylindrique de $1^m,80$ de diamètre sur $2^m,20$ de hauteur, en tôle de 6 millimètres d'épaisseur. Elle est surmontée d'une calotte aplatie de même métal. Le fond est muni d'une tubulure de même diamètre que la cheminée sur laquelle il s'assemble et d'un clapet en tôle à charnière, s'ouvrant de haut en bas ; en-dessous du fond et de chaque côté de la tubulure sont établies deux caisses rectangulaires d'environ $0^{m3},25$ de capacité que les ouvriers appellent des *pipes*. Ces pipes, destinées à écluser les déblais, communiquent avec le sas au moyen d'un clapet articulé sur le fond et s'ouvrant de bas en haut ; elles se ferment à l'extérieur à l'aide d'une porte à charnière maintenue par un étrier à vis de pression. A la partie supérieure du sas se trouve une poulie dont l'arbre traverse les parois à l'aide de presse-étoupes et sur laquelle s'enroule la corde qui sert à monter les seaux à déblais. Cet arbre porte à l'extérieur un volant et une manivelle.

Le sas est muni de hublots d'éclairage, d'un manomètre, d'une soupape de sûreté et des robinets pour l'entrée et la sortie de l'air.

Quant au caisson qui doit rester enfoui dans le sol, il est naturellement construit suivant les exigences de la fondation à établir. En outre des trois ou quatre ouvriers occupés dans la chambre de travail, l'équipe comprend : dans le sas, deux hommes pour vider alternativement les seaux à déblais dans les pipes, à l'extérieur un homme à la manivelle du treuil et un homme qui va d'une pipe à l'autre pour en extraire les déblais ; la perte d'air comprimé est réduite à la capacité des pipes qui est assez faible. L'éclairage est fait avec des bougies.

La disposition adoptée pour introduire le béton, lorsque le fonçage est terminé, est également très simple. Elle consiste en un tube incliné faisant corps avec l'un des anneaux de la cheminée, et placé assez bas pour que l'on ne soit pas obligé d'élever trop haut le plancher sur lequel on amène le béton. Ce tube est muni, comme les pipes, de deux clapets, l'un extérieur, l'autre intérieur, et d'un robinet pour l'accès de l'air comprimé. On le remplit de béton, à l'aide d'un entonnoir ; on ferme le clapet extérieur et on introduit l'air comprimé ; lorsque l'équilibre est établi, le clapet intérieur s'ouvre de lui-même et le béton tombe dans la chambre de travail. Un ouvrier, placé sur l'échelle dans la cheminée,

referme le clapet intérieur; l'autre s'ouvre, on replace l'entonnoir et on recommence l'opération. Le bourrage du béton doit être fait avec beaucoup de soin, afin d'éviter tout tassement ultérieur, lorsque la pile est terminée.

On est ainsi parvenu à réduire le poids de l'écluse à air à 2 tonnes et celui de la cheminée à 250 kilogrammes environ par mètre courant, de sorte que le transport et l'installation de ce matériel sont peu coûteux.

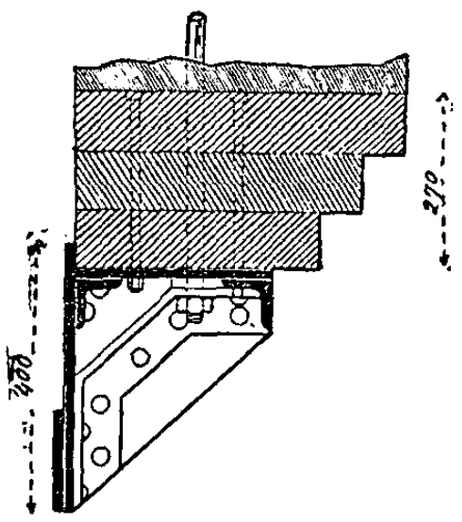


Fig. 526. — *Détail d'un rouet.*

L'emploi de caisson en métal représente une dépense considérable que l'on a cherché à éviter en construisant les fondations à l'aide de blocs évidés que l'on descend par hâvage autant que le terrain le permet et que l'on transforme en caisson à air comprimé lorsqu'on rencontre des terrains aquifères ou vaseux. Ces blocs sont construits en partie sur le sol, à l'emplacement qu'ils doivent occuper et sur un rouet métallique (fig. 526) relié à la maçonnerie par des boulons de 4 à 5 mètres de longueur. La partie inférieure est largement évidée de façon à constituer une chambre de travail, dont le plafond voûte est surmonté d'un puits d'accès (fig. 527). Toute cette partie du bloc est revêtue intérieurement et extérieurement d'un enduit de ciment très soigné pour assurer l'étanchéité. Un anneau en fonte, noyé dans la maçonnerie du plafond, sert à fixer, au besoin, une plaque de fermeture munie d'un clapet étanche pour le travail à l'air comprimé. Le fonçage ne commence naturellement que lorsque la maçonnerie a fait prise complètement; il est conduit à l'air libre aussi loin que possible, et terminé, s'il le faut, à l'air comprimé. Ce système a été appliqué avec succès à Marmande, sur la Garonne et à Hohnsdorff, sur l'Elbe. Il a rendu de grands services pour les fondations des quais du troisième bassin à flot de Rochefort (fig. 528 et 529) où il a été appliqué à 158 blocs, dont 108 ont pu être foncés entièrement à l'air libre et 50 n'ont pu être terminés qu'à l'air comprimé.

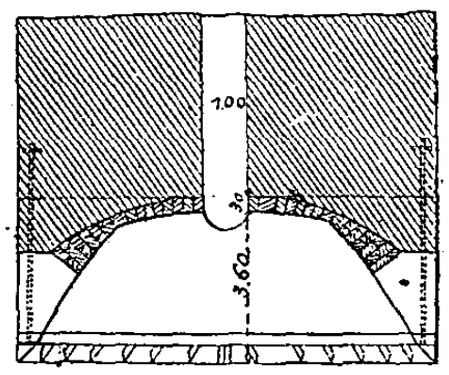


Fig. 527. — *Coupe d'un bloc avec chambre de travail en maçonnerie.*

L'emploi de l'air comprimé présente le grand avantage de permettre de reconnaître, à tout instant, la nature des terrains traversés et d'arrêter la descente exactement sur celui qui offre le plus de garanties. De plus on peut araser les couches inclinées et asseoir la fondation sur une surface horizontale. Mais il devient plus dangereux à mesure que la profondeur augmente ou lorsque le terrain dégage des gaz asphyxiants, comme on l'a vu au pont Saint-Louis sur le Mississipi (31 mètres sous l'eau ordinaire, 34 mètres sous les crues) et au Lijmfiord, dans le Jutland (36 mètres sous la basse mer). Il faut alors y renoncer et recourir au dragage combiné avec l'emploi du trépan et

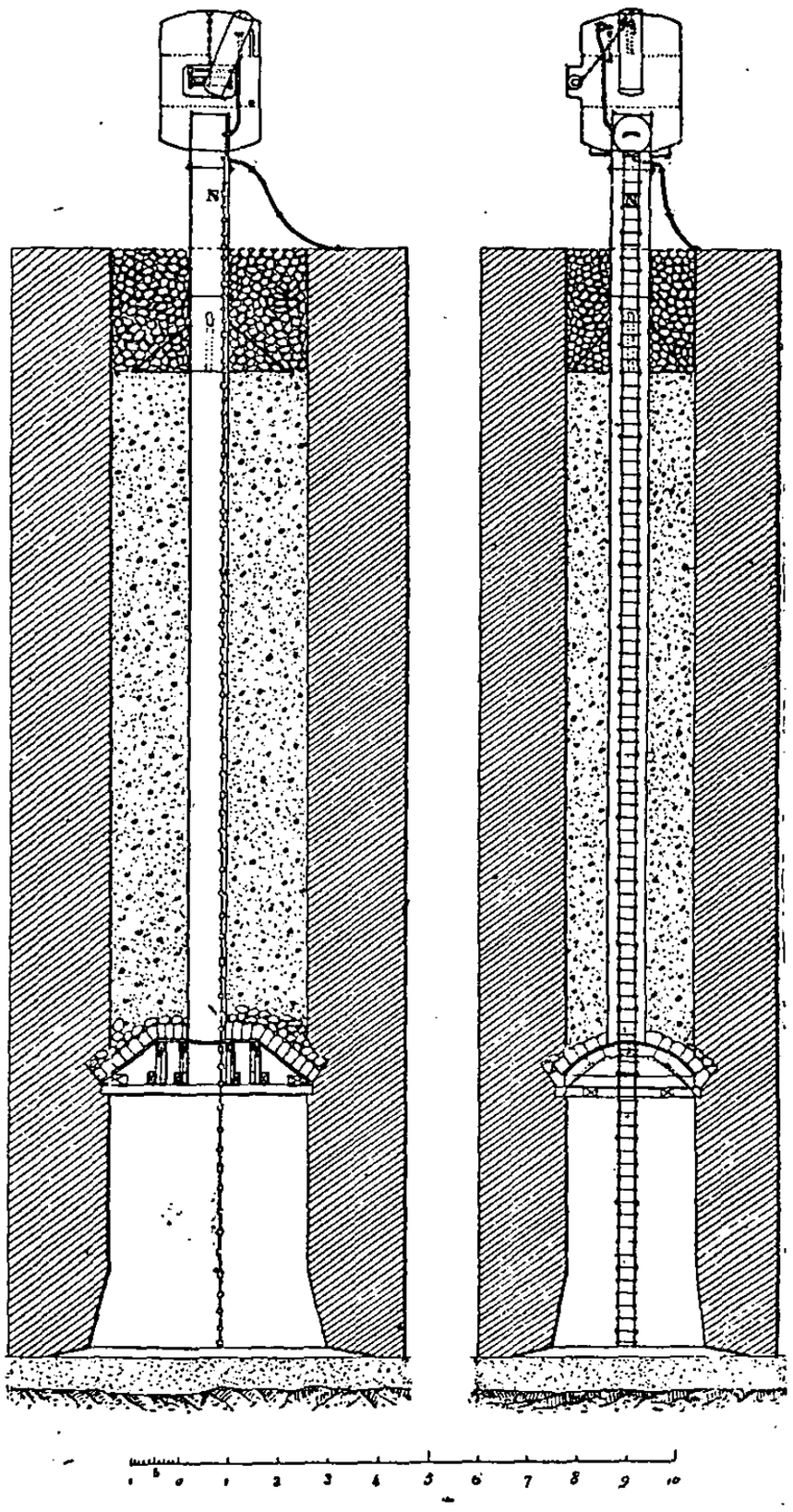


Fig. 528 et 529. — *Coupe d'une pile de fondation avec caisson de fonçage en maçonnerie.*

avec l'épuisement par aspiration directe ou par siphonnement. Au pont Dufferin, sur le Gange, à Bénarès, les piles ont été ainsi fondées à des profondeurs énormes (42m,80 sous les basses eaux, 58 mètres sous le niveau des grandes crues) dans des courants de 6 à 7 mètres par seconde. Au pont de Hawkesbury, dans la Nouvelle-Galles du Sud, on est arrivé par le même procédé à 49m,40 de profondeur au-dessous des hautes eaux.

A l'occasion de ce dernier fonçage, on a constaté à nouveau que l'évasement exagéré, donné quelquefois aux caissons pour faciliter leur descente, présente de graves inconvénients, descentes

irrégulières mettant les ouvriers en péril et déplacements latéraux souvent impossibles à corriger. Des mécomptes du même genre avaient été signalés déjà au viaduc de Saint-Léger, sur la grande ceinture de Paris (V. la note de M. Geoffroy, aux *Annales des Ponts-et-Chaussées*, 1882).

Pour les fondations des quais du port de Calais, on a employé le procédé particulier de fonçage imaginé pour les pieux en bois (V. *Dictionnaire*, Fonçage), procédé qui consiste à délayer le sable, au-dessous des blocs au moyen de jets d'eau sous pression, et à rejeter au dehors le mélange d'eau et de sable. Des blocs de maçonnerie atteignant jusqu'à 8 mètres de côté et 8m,75 de hauteur, évidés intérieurement, ont été descendus à 5 mètres de profondeur par ce moyen qui ne semble du reste applicable que dans le sable fin. L'eau comprimée était refoulée par 12 lances, 8 disposées le long des parois intérieures de l'évidement, et 4 groupées autour du tuyau d'aspiration placé au milieu (fig. 530); l'une de ces dernières débouchait à la base même de ce tuyau, au-dessus du clapet de pied de la crépine. Ces lances étaient adaptées à l'extrémité de tuyaux en caoutchouc à spirale en fer, passant sur des poulies fixées à un échafaudage volant installé au-dessus du bloc. L'eau était fournie par 4 petites pompes foulantes débitant environ 600 litres par minute à la pression de 2 kilogrammes. L'aspiration était produite par une pompe centrifuge actionnée par une locomobile de 10 chevaux. Après le fonçage, on coulait du béton (fig. 531) hydraulique dans l'évasement inférieur du puits de façon à obtenir un tampon étanche, qui permettait d'achever le remplissage à l'air libre après épuisement. Les blocs étaient foncés alternativement de deux en deux, en laissant entre eux un intervalle de 40 centimètres que l'on a rempli ultérieurement par le même procédé, en les fermant extérieurement à l'aide d'écrans en tôle ; des rainures ménagées dans les parois facilitaient la soudure. Le fonçage de ces blocs a duré en moyenne de quarante-trois à quarante-cinq heures.

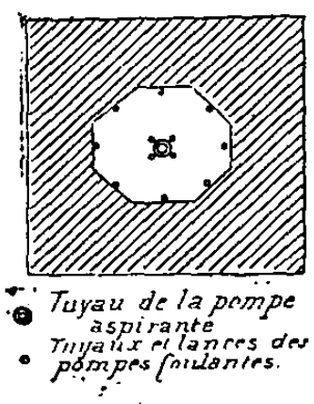


Fig. 530. — *Coupe horizontale d'un puits pendant le fonçage.*

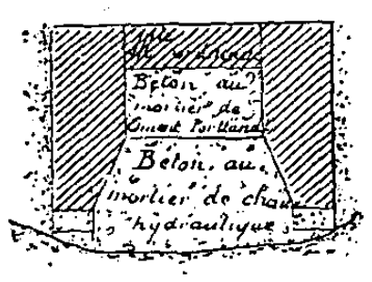


Fig. 531. — *Coupe d'un puits rempli de béton.*

Il reste à signaler comme pouvant s'appliquer avantageusement aux fondations le procédé par congélation imaginé en 1883 par M. Poetsch pour la traversée des terrains aquifères. Ce procédé consiste à solidifier les masses fluides à travers lesquelles on doit pratiquer des fouilles, en y faisant passer, à l'aide d'une tuyauterie spéciale, en courant continu de liquide incongelable maintenu à une très basse température par une machine à glace. Les tubes métalliques sont disposés en série autour de la fouille; leur diamètre est d'environ 20 centimètres ; ils sont fermés à la partie inférieure et contiennent chacun un second tube plus petit, ouvert à la partie inférieure et traversant par le haut une calotte en fonte qui sert de bouchons aux premiers tubes; tous les petits tubes sont raccordés avec un tuyau collecteur et les calottes sont de même réunies par une tubulure à un second collecteur. Le liquide incongelable, au sortir de la bâche où il se refroidit, est envoyé dans les petits tubes à travers le premier collecteur, au moyen d'une pompe foulante; il parcourt ces tubes et remonte par l'espace annulaire des grands tubes pour retourner dans la bâche par le second collecteur. Une machine à ammoniaque, système Carré, est installée à proximité et son congélateur est placé dans la bâche réservoir du liquide incongelable. Ce dernier est constitué soit par du chlorure de magnésium, soit par du chlorure de calcium.

Il est très important d'éviter des fuites dans le terrain, parce que les solutions, en y pénétrant, peuvent empêcher la congélation, il est bon d'essayer tout le tuyautage à une pression de 10 atmosphères. La force motrice pour actionner la machine est très faible et dans les machines bien construites, la perte d'ammoniaque est nulle. Mais il faut disposer, pour le condenseur, d'un cube de 15 à 25 litres d'eau par kilogramme de glace. On peut abaisser la température du liquide congelable jusqu'à 25° au-dessous de zéro, et la production du froid atteint 2,000 calories négatives par kilogramme de charbon brûlé. En pratique, la congélation est assez longue, et il faut plusieurs semaines avant de pouvoir commencer les fouilles. On a fait déjà avec succès l'application de ce procédé à des puits de mine en Allemagne et en Belgique. Les ouvriers travaillent sans difficulté dans les puits gelés, où la température de l'air se maintient à environ 2° au-dessous de zéro pendant le travail; ils doivent cependant se munir de sabots pour ne pas avoir les pieds dans une humidité froide. Les maçonneries font prise parfaitement dans ce milieu. Le dégel, après l'arrêt de la machine à glace, est assez rapide, et l'on doit prendre toutes les précautions possibles pour éviter les interruptions de marche dans l'appareil. — J. B.

FONTAINES LUMINEUSES. Les fontaines lumineuses que le public a admirées pour la première fois en France à l'Exposition de 1889 sont d'origine anglaise. Elles ont fonctionné à Londres en 1885 puis à Glascow et Manchester. Mais partout les installations faites étaient provisoires, et infiniment plus restreintes, comme variété, puissance et effet produit, que celle du Champ-de-Mars. Celle-ci se décompose en deux parties : le bassin inférieur où se font les effets variés d'eau et de lumière, et la fontaine monumentale où la lumière seule est variable.

D'une manière générale, les jets verticaux sont installés de la manière suivante. Du fond du bassin et communiquant avec le sous-sol voûté de la fontaine s'élève un manchon en fonte, qui est

fermé à sa partie supérieure par une épaisse glace de verre. Celle-ci dépasse de très peu la surface de l'eau. Le manchon est masqué par un entourage de fonte peinte, simulant des plantes aquatiques (fig. 532). Au-dessus de la glace arrive le tuyau d'alimentation qui a une forme aplatie dans le plan vertical afin d'intercepter le moins possible de lumière. C'est lui qui porte l'ajutage d'où l'eau s'élance à une hauteur qui dépend de la pression disponible.

La gerbe principale comporte 17 de ces manchons disposés : 1 au centre ; 6 autour du premier, sur un cercle de 4m,60 de diamètre et 10 sur un second cercle de 11m,70 de diamètre. Ces derniers ont une section allongée dans le sens du rayon, et sont inclinés de 20° environ vers le centre du bassin.

Les jets correspondant aux sept cheminées centrales sont verticaux. Celui du milieu a 0m,50 de diamètre, les six autres ont 0m,30. De plus, tout autour du jet central, une couronne de petits ajutages produit des jets de peu de hauteur, pour garnir le pied des gerbes. Les dix autres manchons reçoivent chacun deux ajutages, un vertical, et un autre incliné vers le centre, ce dernier muni d'un pulvérisateur. La section de ces ajutages correspond à un diamètre de 0m,23. Cet ensemble de jets débitait 1,100 mètres cubes à l'heure sous une pression de 50 mètres. Une chute d'eau de cette puissance représenterait une puissance disponible de plus de 200 chevaux-vapeur.

L'éclairage de cette partie était obtenu à l'aide de 18 lampes électriques de 60 ampères chacune. Ces lampes sont manœuvrées à la main : elles sont à charbons horizontaux, et placées sous un réflecteur parabolique tronqué, assez analogue à un grand bol, de 0m,60 de diamètre, et dont on aurait enlevé le fond. Le jet central était éclairé par deux de ces lampes. Celles des cercles concentriques sont ainsi que leurs réflecteurs dirigées vers l'axe, de manière que le faisceau lumineux le rencontre à 18 mètres de hauteur pour le premier cercle et à 30 mètres pour le second. C'est par ce moyen qu'on pouvait obtenir un jet unique coloré de diverses teintes dans sa hauteur. Le courant consommé par l'éclairage de cette gerbe correspondait à une puissance de 150 chevaux-vapeur.

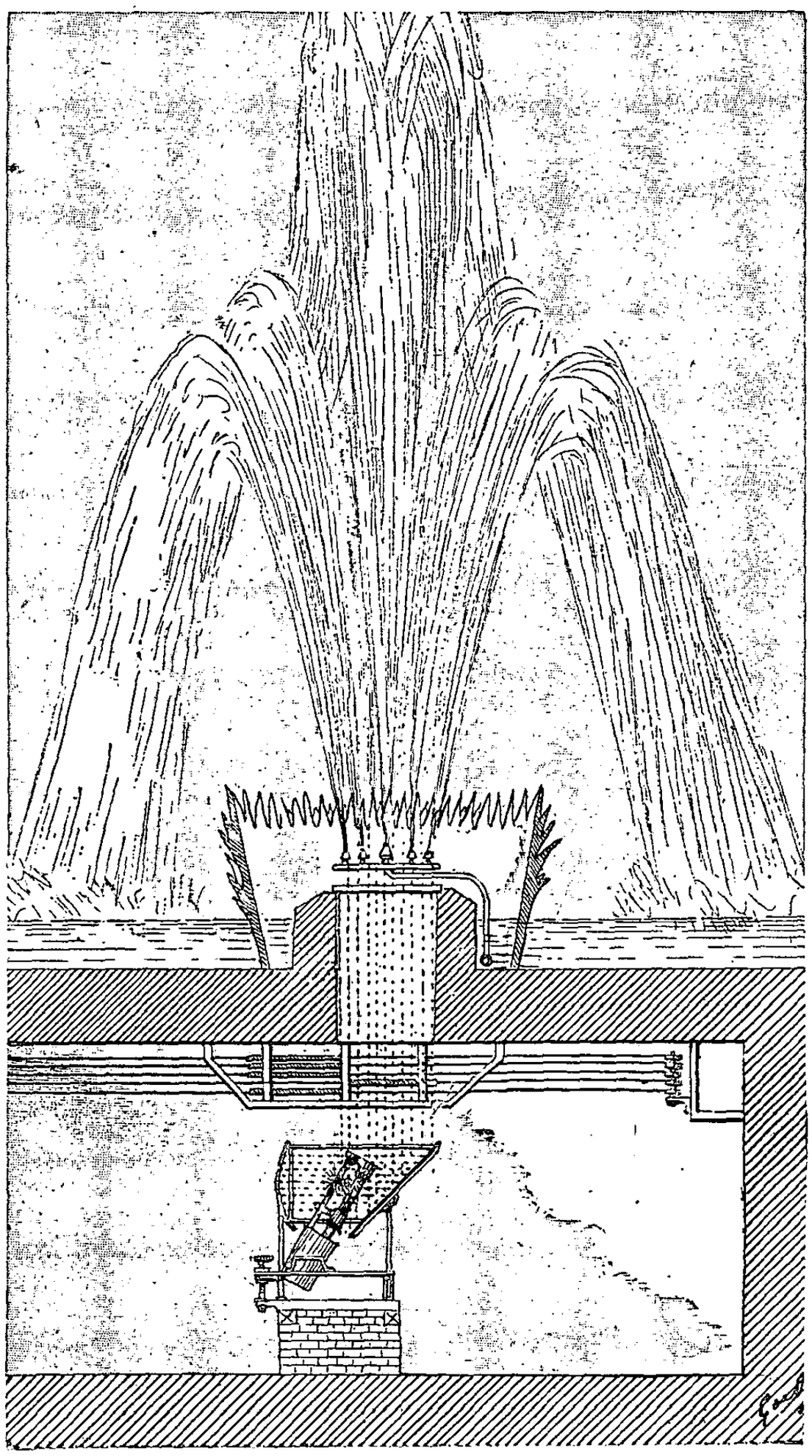


Fig. 532. — *Coupe de l'installation d'une lampe Saulter-Lemonnier.*

Chacun des ajutages est muni de tuyaux spéciaux sur lesquels sont disposées des soupapes à débit réglable. Un jeu de fils de fer et de poulies permet de centraliser la manœuvre de tous ces jets dans une sorte de kiosque surélevé de quelques mètres, et établi dans le voisinage. C'est là que se tient le personnage chargé de la manœuvre hydraulique (fig. 533). Son habileté consiste à varier à sa fantaisie les effets obtenus, en les graduant savamment pour maintenir l'intérêt.

L'aspect est indéfiniment varié grâce à l'adjonction des variations de teintes, que l'on obtient très facilement. Sous chacun des manchons ou cheminées, et dans le sous-sol même, est installé un double châssis en fer, sur lequel peuvent glisser, comme autant de tiroirs, des cadres où sont fixés des verres colorés. Ces verres peuvent ainsi venir à volonté s'interposer sur le trajet du rayon lumineux, et l'on a soin de placer la teinte à venir avant de retirer la teinte agissante, afin d'éviter les passages au blanc momentanés. Ces châssis sont reliés entre eux par des cordes en métal, renvoyées sur des poulies, et venant toutes aboutir à un cylindre de manœuvre, sur lesquels on peut les fixer à volonté, et momentanément.

Un homme spécial produit les manœuvres, au commandement de l'opérateur qui commande les jets. La succession des effets de lumière est réglée à l'avance, et symbolisée en un tableau chiffré dont l'opérateur possède la clef.

La partie monumentale de la fontaine et le canal de jonction entre elle et le bassin de la grande gerbe, contiennent 30 jets dont 16 verticaux et 14 paraboliques. Ils ne comportent aucune variation dans l'effet d'eau ; le caractère du monument ne s'y prêtait pas, et ce serait d'ailleurs une faute que de diviser l'intérêt. Mais les effets de coloration se faisaient également sur tous ces jets, de manière à s'harmoniser avec ceux de la grande gerbe.

L'éclairage était obtenu en partie par des lampes identiques à celles de la gerbe ; mais pour les jets paraboliques, il avait fallu opérer plusieurs réflexions sur des miroirs logés dans le corps même des statues. Les lampes du canal étaient des appareils à réglage automatique. Ces 30 foyers de 40 ampères chacun consommaient encore environ 150 chevaux.

La manœuvre des verres colorés s'effectuait du sous-sol de la partie supérieure du monument où existe un véritable jeu d'orgue, comprenant un grand nombre de leviers; quatre hommes étaient nécessaires à la manœuvre, et disposaient les emprises des leviers au commandement d'un chef d'équipe.

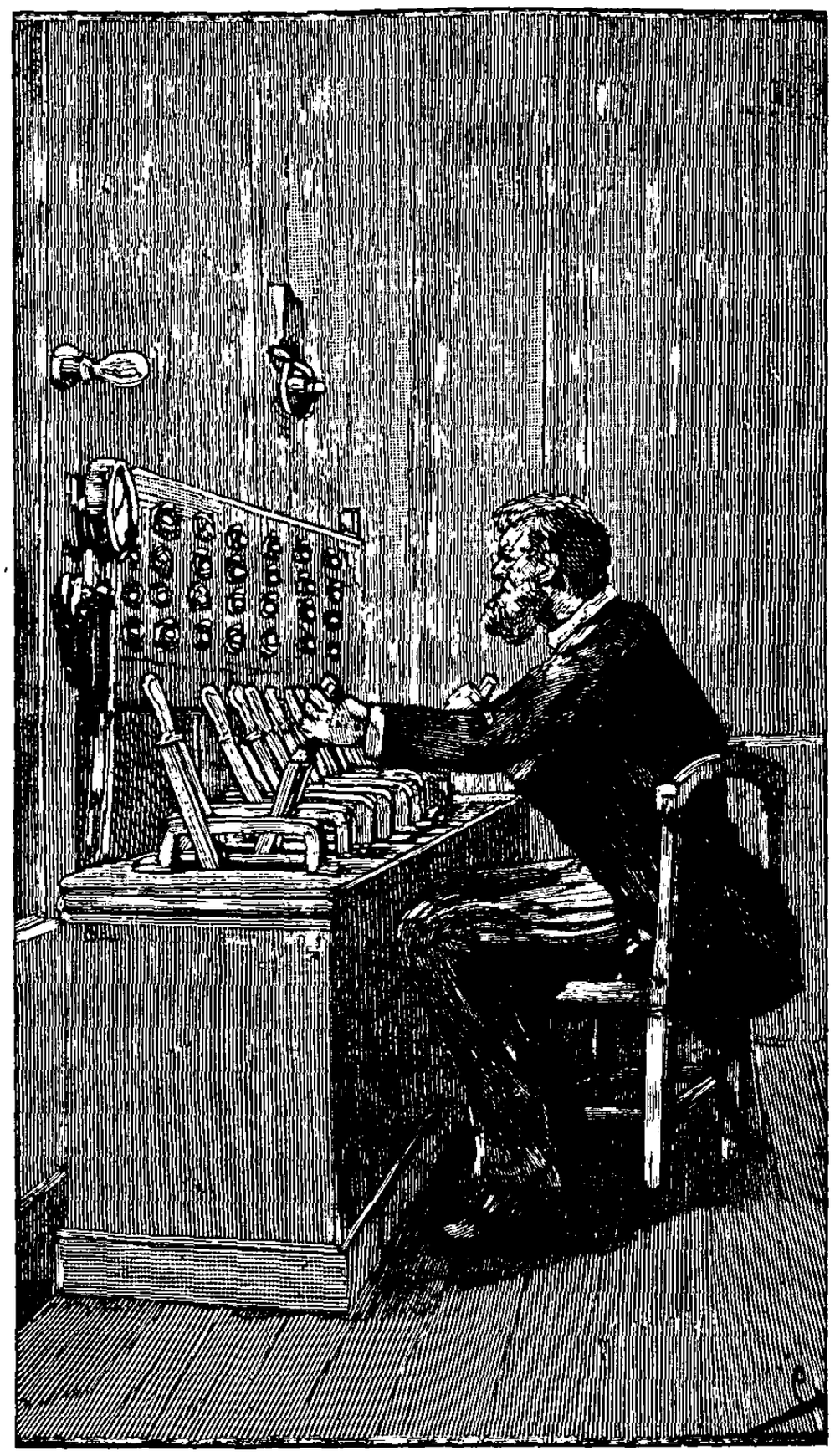


Fig. 533. — *Kiosque de l'ingénieur conduisant les manœuvres.*

On voit que le fonctionnement de cet admirable ensemble met en jeu des ressources considérables comme eau dépensée, comme courant utilisé et comme personnel, car il n'y avait pas moins d'une vingtaine d'agents actifs dans le sous-sol.

Lorsqu'on ne dispose pas d'eau en énorme quantité et sous forte pression comme à Paris, il faut recourir à des pompes puissantes pour produire les jets. C'est ce qu'on a toujours fait dans les installations provisoires. Pour une gerbe de l'importance de la gerbe centrale seule de la fontaine du Champ-de-Mars, il faudrait une dépense de 500 à 600 chevaux-vapeur tant pour l'eau que pour la lumière.

Bibliographie : Pour plus de détails, V. *Eclairage électrique, Monographie des travaux exécutés par le Syndicat international des électriciens, à l'Exposition universelle de 1889*, par Hippolyte Fontaine, Baudry et Cie, éditeurs.

FORCE DES MARÉES. — V. Marée.

**** FORMIQUE** (Acide). *T. de chim.* CH^2O^2. Il existe dans les fourmis rouges, d'où on le retira la première fois, et dans le poil de divers insectes. C'est lui qui constitue le liquide irritant des orties, il existe aussi dans les feuilles fraîches de pin et de sapin où il résulte de l'oxydation lente de l'essence de

térébenthine, enfin on le trouve dans quelques eaux minérales. Il prend naissance dans une foule de réactions, entr'autres le dédoublement de l'acide oxalique sous l'influence de la glycérine. C'est sur cette réaction que s'est basé le procédé de préparation industrielle.

M. Berthelot a réalisé la synthèse de l'acide formique en fixant sur l'oxyde de carbone les éléments de l'eau.

$$CO + H^2O = CH^2O^2$$

Kolbe et Schmidt ont opéré la transformation de l'acide carbonique en acide formique par le potassium.

$$2K + 2CO^2 + H^2O = \underbrace{CHO^2K}_{\text{Formiate de potasse}} + \underbrace{CO^3KH}_{\text{Bicarbonate de potasse}}$$

On le prépare pratiquement par le procédé de Berthelot modifié par Lorin en partant de l'acide oxalique et de la glycérine.

On chauffe un mélange d'acide oxalique avec la glycérine commerciale, à 75° la réaction commence, à 95° elle est en pleine activité. Il se dégage de l'acide carbonique et il passe un liquide aqueux chargé d'acide formique.

$$\underbrace{C^2H^2O^4}_{\text{Acide oxalique}} = CO^2 + \underbrace{CH^2O^2}_{\text{Acide formique}}$$

Quand celui-ci ne passe plus qu'en très petites quantités et que le dégagement d'acide carbonique a cessé, on ajoute de nouvel acide oxalique et ainsi de suite.

La richesse de l'acide qui distille s'élève rapidement à 56 0/0, qui correspond au dédoublement de l'acide oxalique cristallisé.

En partant de 1 kilogramme de glycérine, ou par des additions successives de 250 grammes d'acide oxalique, on arrive bientôt à recueillir, pour chaque kilogramme d'acide oxalique, 650 grammes d'acide formique à 56 0/0. En opérant avec la même quantité de glycérine et avec des additions successives de 1,000 à 1,100 grammes d'acide oxalique sec, toujours faites d'un seul coup, et sans interrompre la préparation, on obtient pour la première dizaine d'additions, un titre moyen de 85 0/0, en tenant compte des premiers acides plus faibles, puis le titre s'élève et se maintient à 94 ou 95 0/0. Il est bon d'opérer au bain-marie.

Pour déshydrater complètement l'acide obtenu on l'agite avec de l'acide borique fondu en poudre, on décante et on rectifie.

L'acide formique pur est liquide, incolore, d'une odeur piquante, très corrosif. Sa densité est de 1,22. Il bout à 105°. A basse température il cristallise en lamelles fusibles à +8°.

L'acide formique est monobasique et donne des sels dont la formule générale est

$$CHO.OM$$

Les formiates alcalins préparés directement par l'acide formique et les carbonates sont utilisés pour fabriquer des éthers formiques utilisés pour bouquets artificiels de vins, liqueurs, etc. — V. Ether.

FORTIFICATION DE L'AVENIR. On a pu voir à l'article Fortification moderne du *Dictionnaire*, que le système de fortification, adopté depuis 1870, était celui des échiquiers stratégiques ayant pour points d'appui des places centrales d'armées ou des positions accidentées fortifiées de manière à faciliter surtout l'action extérieure et la défense mobile, telle qu'elle a été appliquée par le général Meunier à Mayence et par le colonel Denfert-Rochereau à Belfort.

C'est d'après ces principes que l'on a construit tous les grands forts casematés armés de lourdes tourelles blindées et les batteries annexes qui constituent le nouveau système défensif de la France, de la Belgique et des principaux Etats de l'Europe.

Or, depuis cinq ou six ans les perfectionnements apportés à la fabrication des explosifs et l'invention de la poudre sans fumée diminuent considérablement la résistance et la durée des ouvrages en maçonnerie et des grandes coupoles. On peut dire que tout fort dont les maçonneries et les merlons peuvent être aperçus dans un rayon de 5 kilomètres est voué à une destruction rapide et certaine. Toute batterie fixe, toute tourelle cuirassée à coupole visible, offrant des points de repère ne pourront plus résister que pendant un petit nombre d'heures aux projectiles à mélinite lancés par les batteries des assiégeants.

Tous les ingénieurs et artilleurs reconnaissent qu'il se produit actuellement une révolution complète dans l'art de construire les forteresses et de répartir l'artillerie de la défense pour les soustraire aux coups foudroyants de l'attaque. On peut résumer ainsi les nouveaux principes de la fortification de l'avenir :

1° Il faut abandonner les murs d'escarpe et de contrescarpe et toutes les constructions en maçonnerie à murs extérieurs, et les remplacer par des fossés en terre et des casemates en béton, profondément dissimulées sous le sol;

2° Les meilleurs obstacles susceptibles de se conserver quelque temps sont les grilles en fer et les piquets reliés par des réseaux de fils métalliques, abrités par des glacis;

3° Les parapets composés de remblais en terre étant rapidement déblayés par les projectiles-fougasses à mélinite doivent être remplacés par de simples tranchées revêtues en clayonnages et creusées de manière à être rendues invisibles des positions que peuvent occuper les batteries de l'attaque;

4° Constituer les forts modernes par des tourelles cuirassées à éclipse, établies dans des puits en béton de ciment correspondant entre eux par des souterrains également en béton;

5° Relier les forts entre eux par des batteries composées de pièces légères montées sur plates-formes à éclipse circulant sur un chemin de fer enveloppe bien défilé, de manière à rendre le tir de l'assiégeant indécis en le disséminant sur un grand nombre de points très peu visibles et d'une grande mobilité.

Pour réaliser ces nouvelles conditions imposées à la défense des positions fortifiées par les pro-

grès de l'attaque, bien des combinaisons ont déjà été mises en avant. Celles qui semblent prévaloir consistent à construire les abris en béton de ciment et à donner aux installations de l'artillerie défensive les dispositions suivantes :

1° Occuper par des groupes de tourelles cuirassées à éclipse distants de 3 ou 4 kilomètres, les trois ou quatre points principaux et dominants de la position à défendre ;

2° Relier ces groupes de tourelles par des voies ferrées en tranchée sur lesquelles circulent des trucks mobiles blindés, armés de mitrailleuses et de pièces légères à tir rapide, tels que canons Hotchkiss ou Nordenfeldt et mitrailleuses Maxim ou canons-revolvers.

Les tourelles de grandes dimensions, armées de deux pièces de fort calibre sont trop massives et trop coûteuses et l'on a proposé, avec raison, de les remplacer par de petites coupoles à éclipse ou même par de simples élévateurs armés d'une seule pièce de 135 millimètres.

Dans cet ordre d'idées, M. le général Brialmont en Belgique ; en France, MM. les commandants Bussières et Mougin, M. le général Loyre, M. l'ingénieur Creuzé de la Touche et le commandant R. Henry (1885 à 1889), ont proposé et fait construire des modèles de tourelles, d'élévateurs à éclipse oblique, et de trucks mobiles sur rails qui semblent répondre d'une façon satisfaisante aux nouvelles nécessités de la défense des places et des côtes.

Nous nous contenterons d'énumérer ces nouveaux engins de la défense moderne sans en donner la description détaillée, ce qui nous entraînerait trop loin.

1° *Installation des pièces fixes.* Les canons et obusiers de gros calibre doivent être indépendants et répartis de manière à obtenir la convergence des feux. Ce résultat a été atteint par les grandes tourelles à éclipse cuirassées latéralement, essayées à Bucarest. Cependant ces tourelles, étant d'un prix très élevé et d'une manœuvre délicate, on tend à les remplacer aujourd'hui par les puits blindés pour canon ou obusier du système Creuzé de la Touche, construits par le Creusot. Dans ce système les parois latérales de la tourelle sont supprimées et remplacées par l'enveloppe fixe d'un puits en béton ; la pièce seule, munie d'un toit mobile, s'élève au-dessus de la coupole pendant une seconde au moment du tir, et la coupole qui ne prend aucun mouvement vertical reste invisible. Les coupoles à mortier sans entonnoir permettent d'abriter une batterie de mortier par des moyens analogues.

Ces dispositifs ingénieux ont le mérite de la simplicité et ils réalisent d'importantes économies dans les installations des pièces fixes de fort calibre qui, jusqu'à présent, étaient d'un prix excessif.

Les pièces de petit calibre à tir rapide sont installées par groupe de 2, 4, 6 sur des élévateurs blindés fixes protégés par un avant-cuirasse ;

2° *Installation des pièces mobiles.* Pour les pièces qui doivent circuler en tranchée sur voie ferrée, on peut employer les trucks roulant blindés ou non de M. le général Loyre ou du commandant Mongin. Dans beaucoup de cas, on aura recours aux guérites blindées à éclipse oblique et à plan incliné de la maison Hotchkiss, qui permettent d'obtenir un feu puissant et rapide avec de petits canons nombreux et parfaitement dissimulés.

On est également conduit à employer les dispositifs spéciaux dont le Creusot a construit de remarquables modèles d'après les plans et études de M de Latouche. Ces dispositifs comprennent :

1° L'*élévateur mobile* pour canons légers tirant 30 coups à la minute, avec pointage à la crosse. Cet engin est monté sur deux trucks à boggies et possède une grande mobilité ;

2° *Elévateur à plan incliné* à chariot mobile triangulaire s'éclipsant obliquement par un double mouvement ;

3° *Elévateur mobile à parallélogramme articulé* pour canons à tir rapide ;

4° *Affût de côte à pivot d'acier* avec chambre de manœuvre pour la fortification des côtes et la défense des ports de mer et des îles.

Tous ces dispositifs, savamment combinés, mettent autant que possible à l'abri les défenseurs et le matériel, ils offrent surtout l'avantage de permettre une grande dissémination des pièces tout en assurant à l'assiégé les moyens de concentrer ses feux et de couvrir le terrain d'une grande quantité de projectiles.

Les importants changements que les ingénieurs apportent en ce moment dans la disposition des forteresses et surtout dans l'installation des bouches à feu, dans les places vont modifier profondément l'art de l'attaque et la défense des camps retranchés et des ports militaires. La prochaine guerre européenne montrera combien le rôle des nouvelles places fortes est devenu différent de ce qu'il était jadis.

* **FOURNET** (Joseph-Jean-Baptiste), est né à Strasbourg, le 15 mai 1801. Son père, ingénieur en chef des ponts et chaussées, lui inculqua, dès sa plus tendre enfance, les principes d'une éducation sérieuse, loyale et honnête ; aussi quand le jeune homme, dont le caractère s'était formé au milieu des dures épreuves de la guerre et de l'invasion, entra à l'Ecole des mines de Paris, il fut bientôt remarqué comme l'un des sujets les plus distingués. A sa sortie, il fut chargé de la direction des mines de fer, de plomb et de zinc, du Katzenthal, près Wissembourg (Bas-Rhin). Il ne quitta cette direction, en 1828, que pour prendre celle des mines de plomb de Pont-Gibaud, en Auvergne, qu'il a conservée jusqu'en 1833.

Lors de la création de la Faculté des sciences, à Lyon, Fournet fut appelé à la chaire de géologie et de minéralogie, et dans son enseignement si remarquable, dit l'un de ses biographes, « il attirait et retenait autour de sa chaire de nombreux et sympathiques auditeurs, auxquels il était heureux d'ouvrir les grands horizons de cette science. »

Ce savant avait marqué son début par une découverte importante en métallurgie, celle de la sulfurabilité des métaux que les Allemands ont appelée la *loi Fournet.* Par ses recherches, il perfectionna le mode de traitement des minerais,

celui du plomb particulièrement, et arriva à diminuer la vaporisation du métal fondu et à simplifier les opérations ayant pour but de concentrer l'argent dans le plomb d'œuvre. Le nombre de ses publications est considérable; depuis 1826 jusqu'à sa mort (1869), Fournet a écrit des notes, des mémoires et des livres sur une foule de questions scientifiques qui offrent toujours le plus grand intérêt. Il était chevalier de la Légion d'honneur, correspondant de l'Institut et membre de diverses sociétés savantes.

* * **FRANCE.** Dans son *Supplément*, le *Dictionnaire* s'est donné la tâche de présenter la situation économique actuelle des divers pays du globe. La France avait naturellement sa place marquée dans cette étude d'ensemble ; afin d'éviter les redites, nous l'avons faite d'une façon sommaire et nous renvoyons le lecteur, pour chaque industrie, à l'article spécial où elle a été traitée.

Population. Au moment du dernier recensement (1886), la France comptait 38,218,903 habitants. Au commencement du siècle (1801), la population de son territoire actuel s'élevait à 26,930,756. Depuis 1860, l'augmentation annuelle moyenne de la population en France n'a été que 2,52 habitants pour 1,000 alors qu'en Allemagne elle est de 8,42 et en Angleterre de 9,33. Il y a là un danger qui a été déjà maintes fois signalé, mais pour lequel on cherche encore le remède.

Cette population est assez inégalement répartie sur toute la surface du territoire. Alors qu'il y a par 100 hectares 5,844 habitants dans la Seine, 282 dans le Nord, 266 dans le Rhône, 135 dans la Seine-Inférieure, on n'en compte que 19 dans les Basses-Alpes, 22 dans les Hautes-Alpes, 28 dans la Lozère, 31 en Corse, 32 dans les Landes, etc. On peut dire d'une façon générale que la densité de la population est en raison directe du développement industriel de la région. Ce qui rend cette observation encore plus frappante, c'est le développement qu'ont pris depuis 1801 les arrondissements industriels.

L'arrondissement de Saint-Denis est devenu huit fois et demie plus peuplé ; celui de Sceaux a sextuplé, Paris a quadruplé ; les arrondissements de Marseille, Montbéliard, Saint-Etienne, Lille, Lyon ont triplé ; ceux de Narbonne, Boulogne, Montluçon, Perpignan, Nancy, Bordeaux, Avesnes, Valenciennes, Quimper, le Havre, Alais, Limoges, Béthune ont plus que doublé.

Lors du dernier recensement, c'est dans les départements suivants que la population était la plus dense :

Seine, 6,227 habitants par kilomètre carré, Nord 294, Rhône 277, Seine-Inférieure 138, Belfort 130, Pas-de-Calais 129, Loire 127, Bouches-du-Rhône 118, Seine-et-Oise 110, etc.

Indiquons enfin comment la population de la France se répartit dans les diverses professions :

Agriculture.	17.698.402
Industrie.	9.289.206
Transports.	1.020.721
Commerce	4.247.764
Force publique.	613.362
Administration publique.	711.027
Professions libérales.	1.094.233
Personnes vivant exclusivement de leurs revenus.	960.078

Pour passer en revue les forces agricoles, industrielles et commerciales de la France il est nécessaire, afin d'éviter la confusion et les redites, de grouper dans un ordre méthodique les professions si multiples que nous aurons à examiner. Nous les présenterons dans l'ordre suivant :

1° *Agriculture et industries agricoles ;* 2° *industries relatives à l'alimentation ;* 3° *industries extractives ;* 4° *métallurgie et constructions mécaniques ;* 5° *instruments de précision ;* 6° *industries textiles ;* 7° *industries du vêtement et accessoires ;* 8° *cuirs et peaux ;* 9° *arts chimiques et produits chimiques ;* 10° *céramique et verrerie ;* 11° *papeterie, imprimerie, librairie ;* 12° *industries du bois, ameublement, bâtiment ;* 13° *carrosserie ;* 14° *voies et moyens de communication (chemins de fer, routes, canaux et rivières) ;* 15° *navigation maritime, ports, marine marchande ;* 16° *commerce extérieur.*

Agriculture. L'agriculture occupe en France plus de la moitié des habitants.

Sur une superficie totale de 52,887,612 hectares le territoire agricole s'élève, d'après la dernière statistique décennale publiée par le ministère de l'agriculture, à 50,560,716 hectares exploités et cultivés par environ 2 millions de cultivateurs, faisant valoir des exploitations pour leur compte, par 1,300,000 fermiers ou métayers et par près de 2,700,000 personnes travaillant à la terre comme journaliers ruraux ou domestiques à gages.

La proportion moyenne de la population agricole était, selon le recensement de 1886, de 47,8 0/0. Les départements où l'on se livre le plus à l'agriculture sont : la Lozère, l'Ardèche, le Gers, le Lot, les départements alpins (sauf les Alpes-Maritimes) et une grande partie du bassin de la Garonne. Les départements les moins importants, au point de vue agricole, sont : la Seine, Seine-et-Oise, les Alpes-Maritimes, les Bouches-du-Rhône, la Seine-Inférieure, et, d'une manière générale, les départements industriels.

Au point de vue du classement de la population agricole par profession, on compte en France 3,108,625 patrons ou chefs d'exploitation du sexe masculin, 937,539 patrons du sexe féminin, 97,835 employés, commis, etc., 2,771,966 ouvriers, journaliers hommes ou femmes, 871,247 domestiques attachés à la personne. La population agricole est, en résumé, en y comprenant les membres des familles vivant avec les agriculteurs, de 17,698,402 personnes.

Il existe plus de 5,500,000 exploitations rurales, divisées ainsi qu'il suit :

Très petite culture.	2.160.000	1.080.000	hectares.
Petite culture . . .	2.635.000	11.360.000	—
Moyenne culture. .	727.000	14.840.000	—
Grande culture. . .	142.000	22.260.000	—

Les petites exploitations de 1 à 10 hectares se rencontrent surtout dans les régions s'occupant de la grande culture maraîchère, et c'est en Bretagne et dans le Sud-Ouest que l'on trouve le plus grand nombre d'exploitations moyennes.

Quant aux grandes exploitations, elles sont situées, de préférence, dans les pays d'élevage du bétail, du mouton principalement, et dans la région des céréales.

Le morcellement de la propriété est très grand en France, et on estime l'étendue moyenne de la parcelle à 39 ares.

Le nombre des propriétaires ruraux est de 4,800,000, dont 1,300,000 environ n'exploitent pas eux-mêmes, et on compte trois fermiers pour un métayer.

Au point de vue de la qualité, les terres sont divisées en cinq classes, et celles de 2° et 3° classes occupent à elles seules près de la moitié du territoire agricole. C'est un fait que l'on est heureux de constater.

La division du territoire agricole peut s'établir ainsi qu'il suit, en groupant les départements qui ont à peu près la même nature de sol et les mêmes productions :

1° Nord ; 2° Nord-Ouest ; 3° Nord-Est ; 4° Ouest ; 5° Centre ; 6° Est ; 7° Sud-Est ; 8° Plateau central ; 9° Sud.

Toutefois, le ministère de l'agriculture a adopté une autre classification pour les concours régionaux :

1° Nord-Ouest ; 2° Ouest ; 3° Nord ; 4° Centre ; 5° Nord-Est ; 6° Est ; 7° Ouest central ; 8° Sud-Ouest ; 9° Sud central ; 10° Est central ; 11° Sud ; 12° Sud-Est.

Les productions agricoles de la France sont très variées. Celle qui vient en première ligne est incontestablement le blé.

D'une manière générale, on peut dire que le froment se cultive partout, mais surtout dans les régions du Nord et de l'Ouest, où se trouvent le pays de Caux, la Beauce, la Brie, la Perche et la Champagne.

L'avoine se trouve surtout dans le Nord et le Nord-Est ; le seigle, ou la céréale des pays pauvres, dans le Plateau central ; l'orge et le sarrazin dans le Nord-Ouest ; le maïs dans le Sud-Ouest.

Quant à la pomme de terre, elle est surtout cultivée dans les régions de l'Est et du Centre. Pour la culture de la betterave, la région du Nord vient en première ligne, le Centre en second. Les plantes textiles se rencontrent principalement dans le Nord et le Nord-Ouest, les plantes oléagineuses dans la Normandie (colza) et dans le Midi (olivier). La plus importante plante tinctoriale, la garance, est cultivée principalement dans les départements de Vaucluse et de la Drôme.

Les prairies artificielles existent dans toutes les régions de plaines, surtout dans la région du Nord.

Les vignobles sont divisés également en cinq groupes principaux de production : Bordeaux, Bourgogne, Midi, Charente et Champagne. On peut citer encore les vins du Rhône et du Gers.

Les forêts, qui occupent 9 millions d'hectares, nous donnent le chêne, le chêne-vert, le sapin, le peuplier, le charme, le hêtre, le frêne, le châtaignier dans le Limousin et l'Auvergne, le pin résineux dans les Landes, etc. Elles sont situées dans toutes les régions de la France, mais les plus importantes sont celles d'Orléans, la plus grande de toutes (42,500 hectares), celles de Chantilly, de Compiègne, de Fontainebleau, de Saint-Germain-en-Laye. La flore de la France compte plus de 6,000 espèces.

Enfin, les prairies naturelles et les pâturages existent principalement sur le littoral de l'Océan atlantique et dans le Plateau central.

En terminant ce rapide aperçu des contrées agricoles, nous devons ajouter que la superficie des terres incultes, qui sont malheureusement trop nombreuses encore en France, va toujours en diminuant par suite des grands efforts que l'on fait pour dessécher les marais, reboiser les montagnes et les landes et irriguer les terres.

L'indication ci-après des superficies cultivées et plantées en 1888, montrera comment se divise notre territoire agricole :

Froment. . .	6.978.134 h.	Prés natur., herbages.	4.793.390 h.
Méteil. . . .	306.388	Colza. . . .	58.846
Seigle. . . .	1.628.642	Navette. . .	11.748
Orge	893.700	Œillette. . .	28.118
Sarrazin . .	607.888	Cameline. .	1.126
Avoine . . .	3.734.277	Chanvre. . .	55.695
Maïs.	571.475	Lin	35.337
Pommes de terre . . .	1.445.933	Betteraves à sucre. . .	201.381
Betteraves fourragèr.	327.827	Tabac. . . .	16.485
Trèfles. . . .	939.644	Houblon. . .	2.816
Luzerne. . .	819.578	Vigne. . . .	1.838.360
Sainfoin. . .	647.133	Bois et forêts	9.000.000

L'agriculture tend à se servir de plus en plus de machines agricoles. Nous ne pouvons donner que les chiffres de 1882 ; mais il est évident qu'ils sont de beaucoup dépassés aujourd'hui.

On comptait, en 1882, 3,267,000 charrues, 195,000 houes à cheval, 211,000 machines à battre, 29,000 semoirs mécaniques, 19,000 faucheuses mécaniques, 16,000 moissonneuses mécaniques, 27,000 rateaux et faneuses à cheval.

En ce qui touche aux machines à vapeur, on en employait 14,132 en 1888, représentant 80,515 chevaux et le nombre des chaudières motrices s'élevait à 14,162, soit 21 0/0 de l'effectif total.

Si l'on compare l'année 1388 avec la précédente, on constate que l'augmentation a été de 455 machines, de 1,775 chevaux-vapeur et de 451 chaudières.

Examinons maintenant plus en détail les variations qui ont été constatées depuis un certain nombre d'années dans la culture et le rendement des divers produits agricoles que nous venons d'énumérer.

Céréales. La culture des céréales est encore celle qui, en France, occupe le premier rang, malgré les difficultés qu'elle rencontre depuis un certain nombre d'années.

Voici quelle a été la production de 1888, comparée à la moyenne des années précédentes :

	Moyenne de la production de 1879 à 1888	Année 1888
	hectol.	hectol.
Froment.	104.412.358	98.740.728
Méteil	5.535.952	4.385.764
Seigle.	24.107.596	22.187.822
Orge.	18.120.963	15.801.136
Avoine.	84.633.164	84.957.775
Sarrazin.	9.951.297	9.869.838
Maïs.	9.314.146	9.869.412

L'année 1888 accuse donc une diminution assez forte, sauf pour l'avoine et le maïs.

La production des céréales varie beaucoup d'un département à l'autre. Voici quelques chiffres intéressants pour l'année 1888.

Pour le froment, le département du Pas-de-Calais a eu un rendement de plus de 3 millions d'hectolitres. Viennent ensuite l'Aisne, la Charente-Inférieure, la Haute-Garonne, l'Ille-et-Vilaine, la Loire-Inférieure, le Lot-et-Garonne, le Maine-et-Loire, le Nord, Seine-et-Marne et la Vendée, où la production a dépassé 2 millions d'hectolitres. Les trois départements où la récolte n'a pas produit 1 million d'hectolitres sont la Seine, les Pyrénées-Orientales et le territoire de Belfort.

Pour le méteil, la Sarthe et la Somme sont arrivées à la plus forte production, plus de 300,000 hectolitres. Viennent ensuite la Charente, les Côtes-du-Nord, le Finistère, l'Isère, le Loir-et-Cher, la Haute-Loire, le Loiret, la Mayenne, le Pas-de-Calais, les Hautes-Pyrénées et les Vosges, avec un rendement de plus de 100,000 hectolitres. Les départements des Bouches-du-Rhône, du Gers, de Lot-et-Garonne et de la Seine n'en ont pas fourni.

Le Puy-de-Dôme vient en première ligne pour le seigle, avec plus de 2 millions d'hectolitres. La production de la Creuse et du Morbihan a dépassé 1 million d'hectolitres. Dans les Bouches-du-Rhône et dans le Var le rendement a été inférieur à 5,500 hectolitres.

A part le Lot-et-Garonne, tous les départements ont produit de l'orge. Citons en première ligne la Mayenne, avec près de 800,000 hectolitres ; l'Ille-et-Vilaine, avec 728,000 hect. ; et le Calvados, le Pas-de-Calais et la Sarthe, qui ont donné plus de 600,000 hect.

Le sarrazin, que l'on ne trouve pas dans quatorze départements, est cultivé surtout dans les Côtes-du-Nord et l'Ille-et-Vilaine, où sa production a atteint 1,180,000 et 1,728,000 hectolitres. Le Finistère et le Morbihan fournissent, le premier 591,000 hectolitres et le second 832,000 hect.

La production totale du grain pour l'avoine a été, en 1888, de 4,601,000 hectolitres dans l'Aisne, de 3 à 4 millions d'hectolitres dans Eure-et-Loir, le Pas-de-Calais, Seine-et-Marne, Seine-et-Oise et la Somme. Elle n'a pas dépassé 11,000 hectolitres dans les Alpes-Maritimes et dans la Corse.

Enfin, pour le maïs, les Landes et les Basses-Pyrénées produisent plus de 1 million d'hectolitres. Viennent ensuite le Lot-et-Garonne et la Haute-Garonne, avec plus de 800,000 hectolitres.

La production de la paille est également très considérable. Elle peut être évaluée à plus de 300 millions de quintaux. L'enquête agricole de 1882 nous fournit à cet égard les renseignements suivants en milliers de quintaux :

Froment.	181.756	Avoine.	69.575
Seigle.	41.946	Maïs.	7.975
Orge.	15.742	Sarrazin.	8.996
Méteil	8.963		

Il existe encore une catégorie de graines autres que les céréales, ce sont les fèves et les féveroles, les haricots, etc., dont la production est d'environ 3 millions d'hectolitres pour les fèves et féveroles, 1,500,000 hectolitres pour les haricots, 1 million d'hectolitres pour les pois, et 200,000 hectolitres pour les lentilles.

Les jardins potagers et maraîchers fournissent annuellement pour près de 1 milliard de produits.

Si l'on compare la production des céréales avec les surfaces ensemencées, on voit que le rendement à l'hectare varie suivant les années et aussi suivant les régions. C'est ainsi qu'en ce qui concerne le blé, le nombre moyen d'hectolitres récoltés par hectare a suivi les progressions suivantes :

1815.	8h,6	1860.	15h,1
1820.	9.5	1869.	15.3
1830.	10.5	1880.	14.6
1840.	14.6	1885.	15.8
1850.	14.8	1888.	14.1

Les prix moyens des céréales, denrées alimentaires, fourrages, ont été les suivants en 1888 et en 1887 :

	1888		1887	
	hectolitre	Quintal	hectolitre	Quintal
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Froment . . .	18 87	24 79	18 13	23 41
Méteil.	15 40	21 04	14 51	19 55
Seigle.	12 06	16 64	11 83	16 54
Orge.	10 73	17 12	10 23	15 87
Sarrazin. . . .	10 48	17 44	9 92	15 77
Maïs.	12 33	17 10	12 20	16 73
Avoine.	8 64	18 66	8 06	17 04
Farine.	» »	35 33	» »	34 47
Foin.	» »	7 79	» »	7 19
Paille	» »	5 55	» »	4 96

Ces prix présentent une diminution assez sensible sur la moyenne des vingt dernières années, qui est de :

21 fr. 15 et 27 fr. 42 pour le froment, de 16 fr. 89 et 22 fr. 89 pour le méteil, de 14 fr. 11 et 19 fr. 51 pour le seigle, de 12 fr. 32 et 19 fr. 44 pour l'orge, de 12 fr. 08 et 19 fr. 16 pour le sarrazin, de 14 fr. 60 et 19 fr. 92 pour le maïs, de 9 fr. 63 et 20 fr. 48 pour l'avoine, de 39 fr. 52 pour la farine, de 8 fr. 38 pour le foin et de 5 fr. 42 pour la paille.

Voici, d'autre part, les chiffres des récoltes de 1888, pour les autres produits que les céréales :

Pommes de terre..	103.450.988 quint.	561.562.248 fr.
Betteraves fourrag.	75.018.289 —	454.863.961
Trèfle	37.746.331 —	206.323.422
Luzerne..	38.155.589 —	240.794.001
Sainfoin..	22.896.084 —	138.694.515
Prés naturels et herbages.	151.621.001 —	890.329.100
Regains..	31.954.283 —	140.414.656
Colza.	873.074 hect.	17.699.704
Navette.	82.467 —	1.822.927
Œillette.	247.128 hect.	6.482.401 fr.
Cameline.	17.659 —	245.232
Chanvre filasse. . .	296.216 quint.	30.998.550
— graine . .	183.718 —	5.562.542
Lin filasse..	220.137 —	21.009.234
— graine.	172.194 —	4.936.154
Betteraves à sucre.	54.581.374 —	121.794.444
Tabac.	229.341 —	19.480.230
Houblon	31.079 —	3.239.239

Parmi les autres cultures, il faut s'arrêter un instant aux pommes de terre, au lin et au chanvre.

La culture de la pomme de terre s'est beaucoup développée depuis le commencement du siècle et elle rend de grands services à l'alimentation et à l'industrie.

En 1817, elle occupait 560,000 hectares, 922,000 en 1840. Vers 1845, la *maladie* commença à faire de grands ravages. Réduite à 829,000 hectares en 1852, la culture de la pomme de terre reprenait bientôt sa marche progressive qui ne s'est guère interrompue depuis :

Années	Milliers d'hectares cultivés.	Millions d'hectolit. récoltés	Années	Milliers d'hectares cultivés	Millions d'hectolit. récoltés
1852	829	58	1883	1.347	135
1862	1.235	143	1888	1.445	»
1873	1.176	120			

Le *chanvre* occupait, en France, 176,000 hectares en 1840, 125,000 en 1852, 100,000 en 1862, 87,000 en 1880 et 55,000 en 1888. C'est donc une culture qui tend à disparaître.

Le *lin* commence aussi à déserter notre sol. On comptait 105,000 hectares en 1862, 64,000 en 1880 et enfin en 1888, 35.000 seulement. Cette décadence dans la culture des plantes textiles s'explique par la concurrence étrangère.

Nous importons beaucoup de lin russe ; en ce qui concerne le chanvre, la substitution de la marine à vapeur à la marine à voiles en a réduit la consommation.

La nature de notre sol et de notre climat conviennent parfaitement à la culture du lin. En fait, cependant, les deux tiers au moins du lin utilisé dans les filatures françaises proviennent de l'étranger. Cette anomalie apparente s'explique très aisément. Incertain de la vente, ayant tout au moins de légitimes raisons de penser que le produit de cette vente ne sera pas rémunérateur, le cultivateur français s'efforce de produire du lin fin qui est d'un prix plus élevé.

Pour lutter contre la concurrence étrangère, la filature française est, au contraire, obligée de se rejeter plus particulièrement sur la fabrication des gros numéros, c'est-à-dire de rechercher les lins communs. D'où, pour elle, la nécessité d'aller chercher à l'étranger les sortes que l'agriculteur français écarte comme trop peu rémunératrices, d'autant plus qu'aujourd'hui, en raison même des progrès de l'outillage, on peut faire des tissus de belle apparence avec des matières de second ordre.

C'est ainsi qu'en 1860 la culture du lin et du chanvre occupait 205,693 hectares, tandis qu'elle est aujourd'hui réduite à 105,394, c'est-à-dire à la moitié. En ce qui touche spécialement le lin, la culture est tombée de 117,000 hectares en 1860 à 42,000 aujourd'hui.

N'est-il pas évident que le mouvement contraire se produirait si les cultivateurs français, en même temps que l'industrie qu'ils alimentent, étaient assurés d'une protection qui leur permit de lutter à armes égales avec le producteur étranger ?

La science a mis au service de l'agriculture les moyens de faire produire au sol, par une culture raisonnée, les qualités et les quantités qu'il peut donner.

Bien guidé et assuré d'un produit rémunérateur, le

cultivateur français reviendra à la culture des sortes nécessaires à nos filatures et trouvera son profit à assurer l'approvisionnement de l'industriel français.

De grands efforts ont été déjà faits dans ce sens. Le gouvernement a donné des encouragements, des comités liniers ont établi des primes pour les lins à grand rendement, destinés à remplacer les lins russes, auxquels leur extrême bon marché assure aujourd'hui la préférence. Le jour arrivera sans doute où les 60 millions de lins étrangers qui viennent actuellement sur le marché français, seront remplacés par des lins sortant de notre sol.

Il se passera pour le lin ce qui s'est passé pour une autre culture industrielle qui constitue la richesse d'une partie de la France et qu'une ingénieuse mesure de protection a poussée aux grands rendements. Nous voulons parler de l'industrie sucrière. En moins de quatre années, la culture a su lui fournir la betterave qui lui est nécessaire pour lutter avec avantage contre les concurrents les plus favorisés.

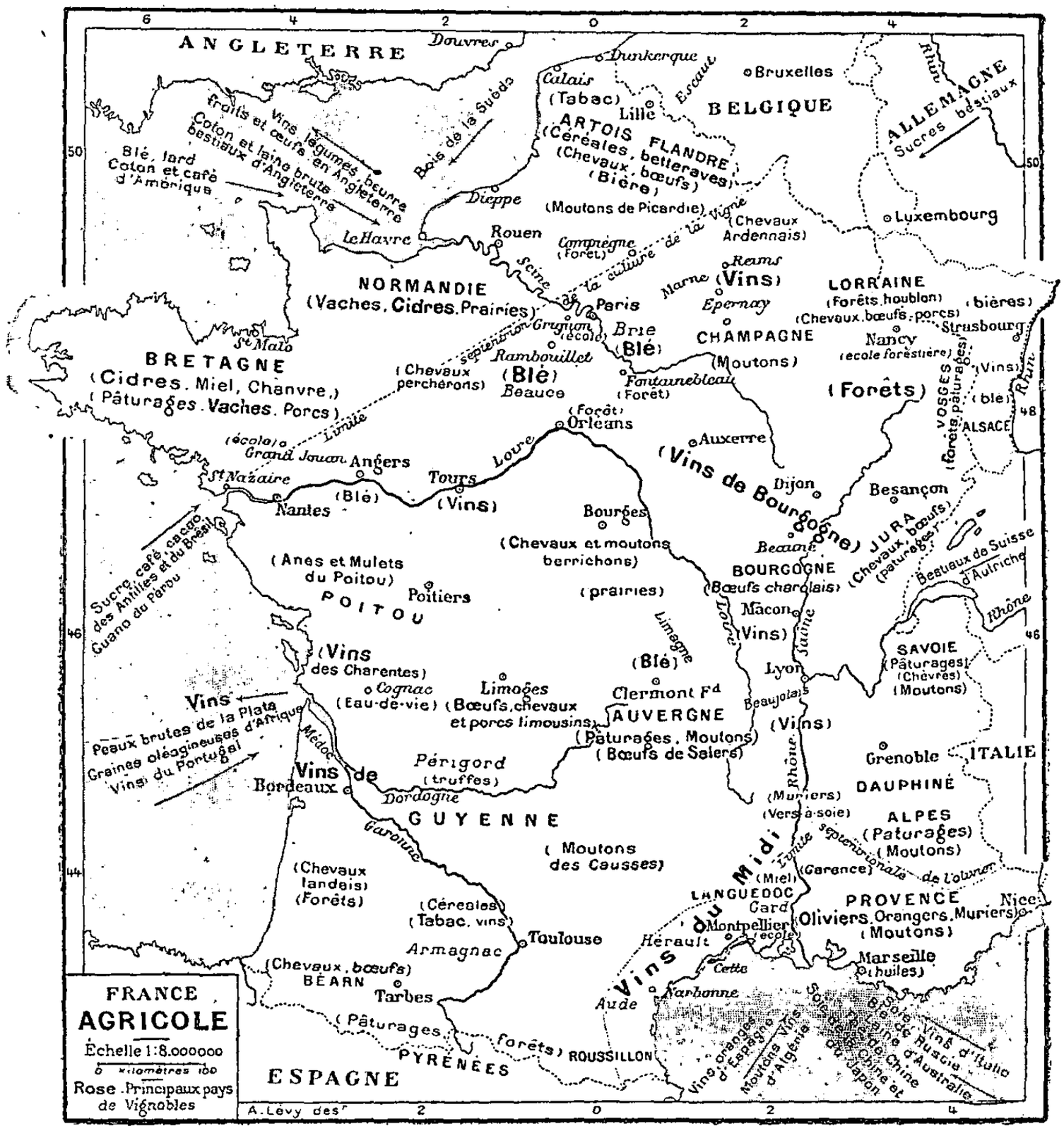


Fig. 534. — *Carte de la France agricole.*

Nous parlerons, d'ailleurs, plus loin de la betterave, des vins et de la sériciculture.

Les cultures fruitières donnent les chiffres suivants :

Châtaignes	4.668.488	quint.	40.259.068 fr.
Noix.	1.084.564	—	21.777.085
Olives.	2.343.234	—	45.373.433
Pommes à cidre . .	12.763.056	—	103.677.116
Prunes	550.128	—	17.872.273
Feuilles de mûrier .	2.082.260	—	9.207.035

Nous croyons devoir renseigner nos lecteurs sur la production des oranges, des cédrats et des citrons, en Corse, dans le Var et dans les Alpes-Maritimes. On trouve pour 31,961 quintaux d'oranges, une valeur de 678,440 francs, pour 89,460 quintaux de citrons, 1,899,100 francs et pour 23,400 quintaux de cédrats, 1,396,000 francs.

Les bois et forêts, qui occupent 9,500,000 hectares environ, produisent 25 millions de mètres cubes de bois de feu et d'œuvre par an, chiffre insuffisant pour la consommation du pays.

La production se décompose ainsi :

Bois de l'Etat : 2,300,000 mètres cubes.

Bois et forêts appartenant aux départements, communes et établissements publics : 5,100,000 mètres cubes.

Bois appartenant à des particuliers : 17,600,000 mètres cubes.

D'après la statistique agricole de 1888 on comptait comme animaux de ferme 2,891,919 chevaux adultes et jeunes, 230,338 mulets, 375,301 ânes, 13,377,368 animaux de l'espèce bovine dont 312,213 taureaux, 1,399,766 bœufs de travail, 492,255 bœufs à l'engrais, 6,438,701 vaches.

Les animaux de l'espèce ovine étaient au nombre de 22,630,620 dont 307,343 béliers, 4,247,818 moutons et 9,037,427 brebis, ceux de l'espèce porcine, adultes et jeunes, de 5,846,578 et ceux de l'espèce caprine, adultes et jeunes, de 1,545,580.

Pendant la même année, les animaux de ferme ont produit 75,579,569 hectolitres de lait d'une valeur totale de 1,162,501,880 francs. Ils ont fourni 569,763 quintaux de laine représentant 87,967,235 francs. On a compté, d'autre part, 1,654,036 ruches d'abeilles en activité, et la production du miel et de la cire s'est élevée, pour le premier, à 6,625,591 kilogrammes pour 9,352,995 francs, et pour la seconde à 2,037,856 kilogrammes représentant 4,649,689 francs.

Les départements qui possèdent le plus fort poids d'animaux sont ceux du Nord, de Maine-et-Loire, et ceux de la Normandie.

Les pays les plus pauvres en bétail sont ceux qui bordent la Méditerranée.

Il y a en France, en nombre rond, 1,080,000 chevaux



Fig. 535. — *Carte de la France industrielle.*

et 1,019,000 juments employés aux travaux de l'exploitation du sol. Le mulet est surtout recherché dans les pays méridionaux, à cause de sa force et de sa sobriété ; mais le centre d'élevage est le département des Deux-Sèvres. Il en est de même en ce qui concerne l'emploi des ânes.

On comptait en 1882, 49,289,005 têtes d'animaux d'une valeur de 5,775,441 francs. Il est nécessaire d'ajouter à ce chiffre la valeur des animaux de basse-cour qui peut être évalué à 161,436,000 francs.

Le cheptel vivant de l'agriculture française représente donc une valeur de 6 milliards environ, qui se décomposent ainsi (milliers de francs) :

Espèce chevaline	1.361.372
— mulassière	107.161
— asine	47.666
Espèce bovine	3.086.443
— ovine	571.924
— porcine	573.015
— caprine	30.760
Animaux de basse-cour	161.436

La valeur du fumier peut être évaluée par an à 130 millions pour les chevaux, 9 millions pour les ânes, 485 millions pour l'espèce bovine, à 124 millions pour les bêtes à laine, à 6 millions pour l'espèce caprine, à 75 millions pour l'espèce porcine, soit une somme totale de 838 millions.

La mortalité des animaux diminue dans de notables proportions grâce aux travaux de la science et de M. Pasteur en particulier; ainsi elle était de 3 millions en 1852, de 2 millions en 1862 et seulement de 1,100,000 en 1882. Le progrès constaté ne peut que continuer, étant donnés

les efforts faits par les intéressés, les savants et le gouvernement.

Le total de la production brute de l'exploitation du sol s'élève à 18,685 millions de francs, dont il faut déduire toutefois les semences (536 millions), le fumier (838 millions) qui sont reconstitués chaque année, et les fourrages, paille, grains consommés par les animaux, évalués à 3,850 millions, ce qui ramène le total à 13,461 millions.

Il nous reste à parler de la valeur du capital agricole. Elle se décompose ainsi qu'il suit :

	En millions
Propriété foncière non bâtie.	91.584
Cheptel vivant.	5.775
Matériel.	1.395
Semences et farines	1.375
Total.	100.129

Enfin, les charges principales de l'agriculture s'élèvent à 10,836 millions, savoir :

	En millions
Impôt foncier.	300
Impôts indirects	300
Loyer de la terre.	2.645
Intérêt du capital d'exploitation à 5 0/0. . .	427
Salaires.	4.150
Valeur du travail des animaux de ferme . .	3.017

Les progrès réalisés par les agriculteurs, tant au point de vue de la culture des terres qu'à celui de leur amélioration sont considérables, ainsi qu'il a été facile de le constater lors de l'exposition universelle de 1889, mais il y a encore beaucoup à faire. Les encouragements de l'État ne font pas défaut; l'enseignement agricole prend une extension considérable ; de toutes parts se fondent des associations ayant pour but, soit de donner des produits à meilleur marché, soit d'indiquer aux cultivateurs les améliorations réalisées, les meilleures méthodes à employer. D'un autre côté, le gouvernement et le parlement font tous leurs efforts pour permettre à l'agriculture de traverser avec succès la crise qu'elle subit depuis quelques années.

Nous devons signaler aussi l'élevage et l'engraissement des animaux qui ont fait d'immenses progrès. Leur conformation s'est améliorée, selon que l'on trouve plus avantageux de produire principalement du lait ou de la viande. La qualité des races laitières est devenue bien meilleure.

L'élevage de l'espèce chevaline s'est perfectionné et les chevaux sont de plus en plus appréciés, surtout ceux qui sont destinés à l'armée et au commerce.

L'élevage des volailles a fait également de grands progrès; la basse-cour qui, autrefois, n'était qu'un accessoire, est devenue une affaire importante pour beaucoup d'exploitations rurales.

Quant aux instruments, ils se perfectionnent constamment et l'agriculture française a renouvelé entièrement son matériel depuis plusieurs années.

Le drainage des terres est stationnaire, mais il convient de faire remarquer que les travaux de cette nature, une fois effectués, ne se recommencent pas. Les irrigations se sont notablement étendues, mais elles pourraient prendre un développement encore plus considérable.

D'un autre côté, la science vient en aide à l'agriculture, et il n'est pas permis de douter qu'elle ne lui rendra à l'avenir encore plus de services que ceux qu'elle lui a rendus jusqu'à présent.

La crise agricole diminue, bien qu'elle soit encore assez forte, mais nous espérons qu'à la suite de tous les efforts qui sont faits pour protéger l'agriculture, une ère nouvelle de prospérité reviendra et que notre pays n'aura plus rien à craindre de ce côté.

Alimentation. Nous plaçons immédiatement après l'industrie agricole, les industries de l'alimentation qui, pour la plupart, ne sont que l'utilisation des produits de notre sol. En première ligne, il faut placer les vins. « La vigne, dit M. de Foville, est de toutes les richesses végétales de la France, celle qui lui a toujours été, si l'on peut s'exprimer ainsi, la plus personnelle. Sans en avoir le monopole, notre pays, à cet égard, ne connaît pas de rivaux ». Malheureusement la viticulture française, après avoir successivement lutté contre l'oïdium, le mildew, le black root, est depuis bien des années déjà aux prises avec un terrible fléau, nous voulons parler du phylloxera.

La culture de la vigne occupe en France plus de 2 millions d'hectares répartis dans 77 départements. On peut diviser le vignoble français en un certain nombre de groupes : 1° la Champagne, dont les coteaux calcaires produisent un vin qu'on travaille ensuite dans les immenses caves d'Epernay, Reims, etc.; 2° la Bourgogne, qui se divise en haute Bourgogne (Chambertin, Beaune, Volnay, etc., et basse Bourgogne (Yonne et Aube). On y joint les vins de la Moselle dont quelques-uns sont recherchés et les vins du Jura qui sont travaillés comme vins mousseux ; 3° les côtes du Rhône, dont les crus les plus célèbres, aujourd'hui presque disparus, sont au sud de Lyon et près d'Avignon ; 4° le midi, qui a beaucoup souffert du phylloxera, mais dont le vignoble se reconstitue ; ses vins très chargés en alcool servent aux coupages ; 5° le Bordelais, dont les vins sont connus du monde entier et dont il est inutile de citer ici les crus les plus renommés ; 6° la Charente, dont les produits servent surtout à la fabrication du cognac ; 7° le centre, enfin, qui donne des vins de qualité médiocre, mais parfois en grandes quantités.

La production annuelle du vin était en 1869 de 70 millions d'hectolitres. Le phylloxera l'a fait descendre à 25 millions. Mais on peut maintenant constater son relèvement. Voici quelle a été la récolte des dix dernières années :

1879 . .	25.770.000 hect.	1884 . .	34.781.000 hect.
1880 . .	29.667.000	1885 . .	28.536.000
1881 . .	34.139.000	1886 . .	25.063.000
1882 . .	30.886.000	1887 . .	24.333.000
1883 . .	36.029.009	1888 . .	30.102.000

Les départements qui ont produit le plus de vin en 1888, sont : l'Hérault, 4,507,775 hectolitres; la Gironde, 3 millions; l'Aude, 2,861,056; le Gard, 1,465,310; les Pyrénées-Orientales, 1,121,822 h.; la Loire-Inférieure, 1,116,000; le Puy-de-Dôme, 1,097.680; le Gers, 932,605; les Bouches-du-Rhône, 996,035.

En 1889, la production des vins n'a été que de 23,223,000 hectolitres; en 1890, elle s'est relevée à plus de 27,416,000 hectolitres.

Quant à la consommation des vins, elle s'est élevée en 1888 à 25,991,000 hectolitres atteints par l'impôt, à 832,000 hectolitres livrés à la distillation et à 59,000 hectolitres convertis en vinaigre. Les vins consommés en franchise chez les récoltants sont évalués à 7,860,000 hectolitres.

Le déficit existant depuis un certain nombre d'années dans la production du vin est comblé, en partie, par des importations de vins d'Espagne, d'Algérie, de Tunisie, etc., et aussi par la fabrication des vins de marcs additionnés de sucre, et des vins de raisins secs. Ces deux fabrications ont produit, en 1888, 4,608,198 hectolitres, savoir : vins de marcs : 2,387,775 hectolitres ; vins de raisins secs : 2,220,425 hectolitres. En 1890, la fabrication des vins de raisins secs a atteint 4,292,000 hectolitres.

A côté du vin, la France a également comme boisson le cidre et la bière. Ils sont surtout consommés, le premier dans les départements de l'Ouest, et la seconde dans la région du Nord. Mais leur emploi tend à devenir, surtout pour la bière, de plus en plus considérable.

Le département du Nord produit environ 3 millions 1/2 d'hectolitres de bière, celui du Pas-de-Calais plus d'un million. La production totale est de 8 millions d'hectolitres environ.

Depuis quelques années, les plus grands efforts ont été faits par les brasseurs français pour améliorer leurs produits et pouvoir ainsi lutter contre la concurrence étrangère. Ils réussissent en partie.

La consommation de la bière en France est d'environ 8 millions d'hectolitres, chiffre qui correspond à peu près à celui de sa fabrication.

Pendant les 10 dernières années (1877 à 1888) la moyenne de la production du cidre a été de 12,827,275 hectolitres. En 1888, elle ne s'est élevée qu'à 9,767,181 hectolitres. Les départements qui en fabriquent le plus, sont : l'Ille-et-Vilaine, 1,435 hectolitres; l'Orne, 906.996; l'Eure, 836,216; la Seine-Inférieure, 805,294; la Sarthe, 840,662; la Mayenne, 659,373; le Calvados, 534,452; les Côtes-du-Nord, 454,880.

En 1889, on a fabriqué en France 2,246,000 hectolitres d'alcool au prix moyen de 49 francs l'hectolitre.

La moyenne par habitant est de 4 litres.

La fabrication de l'alcool de grains a augmenté d'une manière considérable depuis quelques années. De 180,225 hectolitres produits en 1878, elle a passé en 1888 à 793,698, soit une augmentation de 613,473 hectolitres.

La consommation de l'alcool pur peut être évaluée à près de 1,500,000 hectolitres.

L'alcool de maïs peut, d'ailleurs, être considéré aujourd'hui comme le régulateur du marché français, car depuis dix ans la production des alcools de farineux a sextuplé, tandis que celle de l'alcool de betterave a simplement doublé.

La fabrication de l'alcool, si l'on laisse de côté quelques bouilleurs de cru sans importance, est concentrée dans 250 établissements, dont 200 environ n'ont, d'ailleurs qu'une importance très restreinte. 53 établissements ont eu, pendant la campagne 1886-1887, une production supérieure à 10,000 hectolitres. Ils se répartissent ainsi parmi les principaux départements producteurs :

Départements	Nombre de distilleries	Fabricant ensemble environ
		hectolitres
Aisne	2	100.000
Ardèche	1	12.000
Bouches-du-Rhône	2	72.000
Doubs	1	45.000
Gironde	3	90.000
Hérault	1	15.000
Nord	29	562.000
Oise	1	24.000
Pas-de-Calais	3	179.000
Seine	2	52.090
Seine-et-Oise	2	49.000
Seine-Inférieure	3	140.000
Somme	3	75.000
Ensemble	53	1.415.000

Sucre. Au siècle dernier, les sucres de canne alimentaient seuls la consommation. Les prix en étaient devenus exorbitants à l'époque du blocus continental, et c'est alors qu'on a reconnu la possibilité d'extraire du sucre des betteraves. De là, une nouvelle industrie qui a reçu d'énormes développements dans la plupart des pays d'Europe et qui, partout où elle a pris naissance, a rendu de grands services à l'agriculture. En France, c'est surtout dans la région du nord qu'elle s'est développée. Voici quelle a été, pour les principaux départements producteurs, la quantité des betteraves mises en œuvre dans la campagne 1887-88 :

Aisne	934.335.000	kilogr.
Ardennes	80.577.010	—
Nord	850.671.040	—
Oise	316.209.230	—
Pas-de-Calais	354.344.920	—
Seine-et-Marne	221.002.600	—
Seine-et-Oise	65.600.070	—
Somme	499.847.160	—
Autres départements	292.044.980	—
Total	3.614.632.010	kilogr.

La production du sucre de betterave, soit brut, soit raffiné, est assez variable, ainsi que le montre le tableau suivant :

Campagnes	Sucre brut	Sucre raffiné
	kilogr.	kilogr.
1870-71	289.682.146	247.784.694
1875-76	462.259.186	396.222.159
1880-81	330.869.310	283.602.266
1885-86	309.249.933	265.071.371
1886-87	506.384.167	434.043.572
1887-88	400.000.000	343.000.000

Le nombre des raffineries n'est pas très élevé en France. On compte 24 établissements occupant plus de 7,000 ouvriers et répartis dans les départements de l'Aisne, des Bouches-du-Rhône, de la Gironde, de la Loire-Inférieure, de la Marne, du Nord, de la Seine et de la Seine-Inférieure.

Beurre. La production beurrière en France est d'environ 170 millions de kilogrammes donnant un chiffre annuel de vente de 440 millions de francs.

Huile d'olive. La production annuelle est d'environ 175,000 hectolitres d'une valeur de 21 millions. La consommation d'huile s'élève à 385,000 hectolitres. Aussi consomme-t-on un grand nombre d'autres huiles comestibles, notamment l'huile d'œillette, qui provient de la trituration d'une sorte de pavot qui se cultive dans la Flandre, en Artois et en Picardie. La production de l'huile d'œillette a, d'ailleurs, considérablement diminué depuis 20 ans.

Pêche. La pêche à la morue est encouragée par des primes à l'armement, à l'exportation des morues sèches. Aussi elle constitue une industrie importante de nos côtes de la Manche et de l'Océan. De 1880 à 1888, 900 navires, en moyenne, ont été armés chaque année pour cette pêche, occupant depuis 10,370 marins, chiffre de 1880, jusqu'à 14,274, chiffre de 1884. En 1889, on a armé 596 navires avec 11,347 marins.

Le principe du régime des primes a été nettement indiqué par le rapporteur de la loi du 22 juillet 1851 à l'assemblée législative : « ce n'est pas une loi commerciale que nous avons l'honneur de vous présenter, était-il dit dans le rapport, c'est une loi maritime, une loi conçue dans l'intérêt de la puissance navale du pays ».

Les armements pour les lointaines campagnes de la pêche ont toujours été considérés, en effet, comme l'une des conditions indispensables en vue d'assurer le recrutement de notre flotte pour laquelle le personnel nombreux et exercé, ainsi entretenu à la mer, constitue une véritable école et une sorte de réserve de marins constamment disponibles.

La pêche au hareng qui se fait beaucoup sur les côtes d'Ecosse, est également une bonne pépinière de marins.

Quant à la sardine, que l'on pêche principalement sur les côtes de Bretagne, elle fait vivre non seulement une armée de pêcheurs, mais toute la population côtière est employée dans les fabriques de conserves. Il y a deux

saisons pour la pêche, pendant lesquelles le travail est très actif.

L'industrie de la conserve des poissons occupe sur la côte bretonne de 20,000 à 25,000 marins et de 80,000 à 100,000 ouvriers et ouvrières.

Les proportions de ce travail ne nous permettent pas d'étudier en détail toutes les industries se rattachant à l'alimentation. Qu'il nous suffise de citer les fabriques de chocolats, dont plusieurs marques sont très connues : la plus importante usine, celle de Noisiel, occupe 1,100 ouvriers ; le nougat de Montélimar ; le pain d'épice de Dijon et de Reims ; les madeleines de Commercy ; les confitures de Bar-le-Duc ; les pâtés de foies gras de Périgueux, ceux d'alouettes de Pithiviers, etc. Le gourmet et le gourmand trouvent à chaque pas en France une tentation nouvelle.

Un mot, en finissant, sur les sources d'eaux minérales dont l'usage se répand de plus en plus.

La France possède un très grand nombre de sources d'eaux thermales qui présentent la plus extrême variété au point de vue de l'action.

Les principales sont situées à Plombières, Luxeuil, Bourbonne, Contrexeville, Vittel et Salins, dans la région des Vosges et du Jura ; Aix-les-Bains, Evian, Brives-les-Bains, dans la région de la Savoie ; Allevard et Uriage dans le Dauphiné ; Vals et la Malou dans le Languedoc ; Amélie-les-Bains, Eaux-Bonnes, Barèges, Saint-Sauveur, Cauterets, Bagnères-de-Luchon, Bagnères-de-Bigorre, Capvern, Salies-de-Béarn, Dax, dans la région des Pyrénées ; Vichy, le Mont-Dore, la Bourboule, Royat, Néris, Pougues, dans la région du Centre ; Enghien et Forges dans la région du Nord.

Il convient de citer aussi les sources d'eaux minérales de Saint-Galmier. Le commerce des eaux thermales et minérales est très considérable. D'un autre côté, les stations balnéaires sont fréquentées très assidûment par les malades ; sans doute la mode est pour beaucoup dans leur succès et bien des personnes s'y rendent sans en sentir un réel besoin. Quoi qu' il en soit, c'est une source importante de revenus pour les pays où elles sont situées.

INDUSTRIES EXTRACTIVES. Mines et autres exploitations minérales.

Au 1er janvier 1889, on comptait, en France, 1,363 concessions ayant une superficie de 1,112,612 hectares, se subdivisant ainsi qu'il suit au point de vue de la nature des substances.

Combustibles minéraux.. .	636	occupant	557.178 hect.
Minerais de fer.	315	—	151.610
Autres minerais métallifèr.	279	—	345.562
Substances diverses.. . . .	82	—	20.825
Sel gemme	41	—	28.437

Mais le tiers seulement des concessions est exploité. Ces dernières donnent les chiffres suivants :

Combustibles minéraux . .	293	occupant	357.026 hect.
Minerais de fer.	64	—	39.040
Autres minerais métallifèr.	43	—	95.805
Substances diverses.. . . .	26	—	15.479
Sel gemme	28	—	19.521
Ensemble.	454	occupant	526.871 hect.

La production des houillères tend toujours à progresser. Elle a atteint en 1888, 22,603,000 tonnes représentant une valeur de 223 millions, soit 20,850,000 tonnes de houille, 1,321,000 d'anthracite et 431,000 de lignite.

Les départements où la production s'est élevée à plus de 800,000 tonnes, sont ceux du Pas-de-Calais (7,877,000 tonnes), du Nord (4,416,000), de la Loire (3,140,000), du Gard (1,832,000), de Saône-et-Loire (1,360,000), de l'Allier (851,000) et de l'Aveyron (813,000).

Ces 7 départements ont donc fourni plus de 20 millions de tonnes, tout près des 9/10 du total général. On compte encore 9 départements ayant produit des quantités supérieures à 100,000 tonnes.

L'extraction du combustible minéral a lieu dans 41 départements qui forment des bassins ou des groupes géographiques de bassins.

Ces derniers peuvent être classés ainsi qu'il suit, d'après l'importance de leur extraction : Nord et Pas-de-Calais (12 millions de tonnes), Loire (3 millions), Bourgogne et Nivernais (1,600,000), Tarn et Aveyron (1 million), Bourbonnais (950,000), Auvergne (276,000), Hérault (217,000), Vosges (203,000), Creuse et Corrèze (175,000), Alpes occidentales (144,000), Ouest (135,000).

Si l'on entre dans le détail de l'exploitation de l'industrie minière, il convient de remarquer que dans le département du Nord, la Compagnie d'Anzin a produit 2,513,000 tonnes. Elle avait, en 1888, 6 fosses en activité fournissant du charbon gras, 8 du charbon demi-gras et 3 de l'anthracite.

Les 5 fosses de la Compagnie d'Aniches ont donné 725,000 tonnes de charbon gras et demi-gras. A l'Escarpelle, on compte 6 fosses produisant 438,000 tonnes.

Dans le Pas-de-Calais, la Société des mines de Lens a extrait 1,412,000 tonnes par 9 puits ; à Courrières, les 7 puits ont produit 1,093,000 tonnes. Ces deux concessions donnent de la houille grasse à longue flamme.

La Compagnie de Vicoigne et Nœux a extrait 1,102,000 tonnes, soit 951,000 tonnes de houille grasse à Nœux et 151,000 tonnes d'anthracite à Vicoigne. La Compagnie de Béthune a extrait 929,000 tonnes de houille grasse à longue flamme. L'extraction des houilles maigres à longue flamme s'est élevée à 869,000 tonnes aux mines de Bruay. A Marles, où l'on trouve le même produit, la production a été de 610,000 tonnes.

La mine la plus importante du groupe de la Loire est celle de la Roche-la-Molière et Firminy dont la production s'est élevée à 642,000 tonnes en 1888. Quant aux mines de Blanzy situées dans le département de Saône-et-Loire, il y a été extrait 142,000 tonnes d'anthracite et 841,000 de houille, principalement de houille maigre à longue flamme.

Dans l'Allier, la Société de Commentry-Fourchambault a produit 525,000 tonnes.

Le groupe minier de la Grand'Combe et de Fuveau a fourni 144,000 tonnes de houille et 38,000 de lignite. Quant à la concession de Robiac et Meyrannes, elle a donné 412,000 tonnes.

Enfin le bassin d'Aubin a produit 350,000 tonnes par la Compagnie nouvelle de l'Aveyron, 240,000 par la Société des aciéries de France et 180,000 par celle de Campagnac.

Au point de vue de la nature des combustibles, les bassins peuvent être classés de la manière suivante :

Houille et anthracite. Toutes sortes ; principalement houille grasse à longue flamme : Valenciennes et le Boulonnais (Hardinghem), Brassac.

Toutes sortes, excepté l'anthracite ; principalement houille grasse à longue flamme : Saint-Etienne et Rive-de-Gier.

Toutes sortes, excepté la houille grasse maréchale ; principalement houille maigre à longue flamme : Le Creusot et Blanzy.

Houille grasse à longue flamme : Decize, Aubin, Rodez, Langeac, Vouvant et Chatonnay, Les Maures.

Houille maigre à longue flamme : Sainte-Foy-l'Argentière, Bert, La Chapelle-sous-Dun, Saint-Perdoux, Saint-Eloi.

Houille à courte flamme, un peu de houille grasse et de houille maigre à courte flamme : Alais.

Houille à courte flamme : Le Vigan, Carmaux, Ronchamp, Ahun, Bourganeuf.

Houille grasse à longue flamme, houille à courte flamme et principalement grasse maréchale : Epinac et Aubigny-la-Rance.

Houille grasse à longue flamme, un peu de houille maigre : Commentry et Doyet.

Houille maigre à longue flamme, un peu d'anthracite : l'Aumance (Buxière-la-Grue).

Houille à courte flamme, un peu d'anthracite : Graissessac.

Houille à courte flamme, grosse maréchale et principalement maigre à longue flamme : Cublac (Terrasson), Meymac et Terrasson.

Anthracite : Communay, le Roannais, Aubenas, Sincey, Le Druc (La Mure), Maurienne, Tarantaise, Briançon, Oisans, Chablais, Faucigny, Le Maine.

Anthracite et houille à courte flamme : Basse-Loire.

Anthracite, houille grasse à longue flamme : Champagnac et Bourg-Lastic.

Lignite. Fuveau, Manosque, La Cadière, Bagnols, Orange, Basse-Rouge, Méthamis, Barjac, Gouhenans, Norroy, Millau, Trévezel, Estavar, Simeyrols, La Chapelle-Péchaud, La Cannette, Murat, La Tour-du-Pin, Douvres, Hauterives.

Les puits d'extraction sont au nombre de 369 pour la houille et l'anthracite, dont 34 sont en fonçage et de 37 pour les mines de lignite, dont 2 en fonçage. 72 mines de houille et 30 de lignite ne sont pas exploitées en galeries; elles sont situées surtout sur le groupe des Alpes occidentales. Les puits les plus profonds se rencontrent aux mines de Montchanin (710 mètres), d'Epinac (625), d'Anzin (700), de Douchy (625), d'Eboulet (694), de Plat-de-Gier (636 mètres).

On compte également 255 puits affectés à d'autres services.

Le nombre des machines à vapeur employées dans les charbonnages est de 1,654 représentant 86,000 chevaux-vapeur; 172 sont consacrés à l'aérage.

Houille. Depuis 1815, la production de la houille, en France, a doublé tous les quinze ans environ, jusqu'en 1873. Pendant la période qui s'est écoulée depuis lors, la progression n'a pas été aussi rapide. Quant à la consommation, elle a continué à progresser dans la même proportion, ainsi que le montre le tableau suivant :

Années	Production	Consommation
	tonnes	tonnes
1815	950.000	1.100.000
1830	1.800.000	2.400.000
1843	3.700.000	5.600.000
1859	7.500.000	13.900.000
1873	16.900.000	22.500.000
1888	22.602.000	32.600.000

En 1889, la production de la houille a atteint 24,140,000 tonnes.

En France, la consommation annuelle de houille, par tête d'habitant, est de 854 kilogrammes; elle atteint

Pays	Production houillère	Prix moyen de la tonne	Valeur en millions de francs
	tonnes	fr. c.	
Etats-Unis.	132.548.844	8 07	1.200
Angleterre.	169.935.219	6 35	1.079
Allemagne.	81.873.848	5 82	477
Russie.	4.580.223	8 »	37
France...	22.602.894	10 31	233
Autriche-Hongrie. . .	23.647.000	5·23	124
Belgique.	19.218.481	8 43	162
Divers.	12.000.000	8 30	100
Totaux et moyenne.	466.406.500	7 08	3.412

4,550 dans la Grande-Bretagne, près de 3,000 aux Etats-Unis, 70 kilogrammes en Russie, etc.

Le tableau précédent indiquant la production houillère du globe en 1888, montrera quel rang la France y occupe.

Comparée avec l'année 1888, l'année 1889 a donné d'après les chiffres provisoires, fournis par le ministère des travaux publics, un excédent de 1,967,377 tonnes, pour la houille et l'anthracite. Il paraît intéressant de mettre en regard par bassins, les chiffres de 1888 et de 1889.

	1888	1889
	tonnes	tonnes
Nord et Pas-de-Calais . .	12.293.398	13.455.984
Loire.	3.184.808	3.431.788
Gard.	1.850.608	1.998.154
Bourgogne et Nivernais. .	1.593.571	1.718.246
Tarn et Aveyron..	1.147.338	1.233.635
Bourbonnais.	951.061	945.953
Auvergne	275.912	338.616
Hérault.	217.431	304.556
Vosges méridionales . . .	202.836	221.740
Creuse et Corrèze.	175.443	201.915
Alpes occidentales	143.959	146.295
Ouest.	135.075	140.754
Maure.	589	1.760

L'augmentation s'est donc produite dans tous les bassins, sauf dans celui du Bourbonnais.

Pour la lignite, on signale également une augmentation en 1889. Voici les chiffres de production pour les deux dernières années :

	1888	1889
	tonnes	tonnes
Provence.	386.876	406.852
Comtat.	25.366	24.310
Vosges méridionales.. . .	9.171	11.046
Sud-Ouest.	7.883	5.972
Haut-Rhône.	1.569	1.294
	430.865	449.474

La consommation de la houille, en France, a été, ainsi que nous l'avons dit, en 1888, de 32,674,000 tonnes, dont 10,551,000 tonnes ont été importées.

Les départements où elle a été la plus forte sont ceux du Nord (5,407,000), de la Seine (3,309,000), du Pas-de-Calais (2,618,000), de Meurthe-et-Moselle (2,378,000), de la Seine-Inférieure (1,255,000), des Bouches-du-Rhône (1,150,000), du Rhône (1,017,000). Huit départements ont consommé de 500,000 à 1 million de tonnes; ce sont ceux de Saône-et-Loire, de l'Aisne, de la Somme, du Gard, de l'Allier, des Ardennes, de Seine-et-Oise et de l'Isère. Cinq départements ont consommé moins de 500,000 tonnes, et trente-neuf moins de 100,000.

Au point de vue de la distribution des combustibles minéraux, extraits des bassins français, nous pensons qu'il serait intéressant de mettre en regard des centres houillers importants, les noms des départements où se consomment plus de 100,000 tonnes :

Bassin de Valenciennes : Nord (4,398,800), Pas-de-Calais (2,395,700), Seine (1,891,800), Somme (563,900), Aisne (502,500), Meurthe-et-Moselle (443,800), Seine-Inférieure (353,100), Oise (292,100), Seine-et-Oise (287,500), Marne (209,200), Haute-Marne (176,400), Seine-et-Marne (156,600).

Bassins de Saint-Etienne et de Rive-de-Gier : Loire (1,348,300), Rhône (862,209), Isère (286,300).

Bassin d'Alais : Gard (599,900), Bouches-de-Rhône (413,800), Ardèche (138,000), Vaucluse (119,800).

Bassins du Creusot et de Blanzy : Saône-et-Loire (690,100), Rhône (108,600).

Bassin de Decize : (Saône-et-Loire (119,700).

Bassin d'Aubin : Aveyron (270,400).

Bassin de Carmaux : Tarn (193,000).

Bassin de Commentry (Doyet) : Allier (460,400).

Bassin de Fuveau : Bouches-du-Rhône (304,900).

Bassin du Drac : Isère (119,900).

On peut dire qu'en général les départements qui consomment le plus de houille, à l'exception de la Seine, de Meurthe-et-Moselle et de la Seine-Inférieure, qui n'ont pas de mines, tirent de leur sol la plus grande partie du combustible dont ils ont besoin.

Le prix moyen de vente des charbons sur les carreaux des mines, a été de 10 fr. 33. Il a été le plus élevé dans le groupe des Maures (15 francs) ; dans l'Hérault et dans l'Ouest, il a été de 14 fr. 16 et de 14 fr. 72 ; dans les Vosges méridionales, de 13 fr. 87; dans la Loire et dans l'Auvergne, de 12 fr. 97 et de 12 fr. 77 ; dans le Gard et dans les Alpes occidentales, de 11 fr. 71 et de 11 fr. 45. Les prix les moins élevés se sont rencontrés dans la Bourgogne et le Nivernais (10 fr. 86), dans le Tarn et l'Aveyron (10 fr. 53), dans le Nord et le Pas-de-Calais (9 fr. 03).

Les prix se sont donc abaissés encore en 1888, surtout dans la Bourgogne et le Nivernais. En 1890, ils se sont sensiblement relevés.

Notons qu'au point de vue de la consommation, la métallurgie (4,877,000 tonnes), les chemins de fer (3,323,000) et les mines (1,787,000), ont formé les trois dixièmes de la consommation totale.

La valeur totale du charbon consommé en France, en 1888, a été de 625 millions de francs, y compris les droits perçus à la frontière, sur les combustibles étrangers.

L'abaissement du prix de vente a continué en 1888, dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais, mais depuis, on a signalé un mouvement de reprise. Dans la Loire, on a noté une augmentation de la production à cause de la reprise des affaires dans la métallurgie.

Les Compagnies de chemins de fer consentent, en faveur de l'industrie houillère, à certaines réductions de tarifs, de manière à leur permettre de lutter contre l'introduction des houilles étrangères. Le bassin du Gard et celui de l'Aveyron commencent à profiter de cet abaissement de tarifs, qui, nous l'espérons, continuera, de manière à favoriser l'une de nos premières industries.

On compte, en France, que 102,000 ouvriers environ sont occupés dans les mines de houille et d'anthracite, et que 2,900 ouvriers sont employés à l'extraction du lignite. Leurs salaires se sont élevés, en 1888, à près de 113,900,000 francs.

Les salaires varient d'un bassin à l'autre, et ils ne sont pas en rapport avec la production moyenne journalière par ouvrier. Voici à ce sujet quelques renseignements sur les salaires des ouvriers mineurs :

	Ouvriers du fond	Ouvriers du jour
	fr. c.	fr. c.
Nord et Pas-de-Calais	3 89	3 01
Saint-Etienne	4 71	2 85
Alais	4 57	3 01
Le Creusot et Blanzy	4 30	3 47
Aubin et Carmaux	4 23	2 87
Commentry	3 89	2 35
Lignites de Fuveau	3 37	3 55

La moyenne journalière des ouvriers mineurs est donc, en France, pour l'année 1888, de 4 fr. 03 pour les ouvriers du fond, et de 2 fr. 95 pour les ouvriers du jour.

Tourbières. Le nombre des tourbières est, en France, de 497 et celui des exploitations de 4,356, communales ou locales. Elles sont réparties dans 29 départements, dont le plus producteur est celui de la Somme, avec 61,280 tonnes. Viennent ensuite la Loire-Inférieure avec 16,000 tonnes, l'Oise, avec 14,790, l'Aisne, avec 11,959, l'Isère, avec 11,509, l'Oise, avec 14,799 et le Doubs, avec 10,170. Ces chiffres sont ceux de l'année 1888, où la production a présenté sur l'année précédente, une diminution de 22 0/0. Il convient toutefois de remarquer qu'en 1887, on avait constaté une augmentation de 30,000 tonnes.

La production totale s'est élevée à 159,658 tonnes, dont 98,186 tonnes, pour les tourbières communales, et 61,472 pour les tourbières particulières. Elle représente une valeur de 1,756,137 francs.

Le prix de la tourbe est très variable. Ainsi, dans la Savoie, le prix moyen sur les tourbières est de 2 fr. 93, et il s'élève à 20 francs, dans la Loire-Inférieure et dans Seine-et-Marne. Dans quelques départements, l'Oise et Seine-et-Oise notamment, on carbonise la tourbe; elle se vend alors de 75 francs à 100 francs la tonne.

Au point de vue des lieux de consommation, dans les départements des Ardennes, du Cantal, la consommation est toute locale pour les usages domestiques ; dans l'Aube, la Dordogne, les Landes, les Hautes-Pyrénées, la Sarthe, elle sert aux usages domestiques et industriels, et dans le Calvados, l'Isère, la Marne, les Basses-Pyrénées, la Savoie, aux usages domestiques seulement.

Minerais. Le nombre des mines de minerais de fer est de 64; elles ont produit 2,276,000 tonnes de minerai propre à la fusion, et les minières, 566,000 tonnes, soit un ensemble de 2,842,000 tonnes, représentant 9,471,000 francs.

Les minerais peuvent se diviser en cinq groupes :

1° Le minerai hydroxydé oolithique, spécialement exploité dans le département de Meurthe-et-Moselle, a donné 2,456,000 tonnes, au prix moyen de 2 fr. 75;

2° Les autres minerais hydroxydés, tirés du Gard et des Pyrénées-Orientales, dont la production a été de 106,000 tonnes (8 fr. 82, prix moyen);

3° L'hématite rouge et le fer oligiste; production 150,000 tonnes; prix moyen, 6 fr. 42; l'Ardèche et le Calvados fournissent l'hématite rouge et la Manche le fer oligiste ;

4° L'hématite brune, exploitée surtout dans le Lot-et-Garonne, l'Aveyron, l'Ariège, le Lot, a fourni 86,000 tonnes, au prix moyen de 4 fr. 78 ;

5° Le fer spathique provient de l'Isère et des Pyrénées-Orientales. On en a extrait 44,000 tonnes, dont le prix moyen est de 9 fr. 15.

Plus de 5,000 ouvriers sont occupés à l'extraction et à la préparation des minerais de fer. Leurs salaires, qui se sont améliorés, sont en moyenne de 4 francs pour les ouvriers du fond et de 3 fr. 38, pour ceux de l'extérieur, qui sont au nombre de 1,700.

Les minerais de fer se consomment en général dans le département d'où ils sont tirés, ou dans les départements voisins. Ceux de la Manche et du Calvados sont exportés à l'étranger.

Les autres minerais métallifères ont produit, en 1888, une somme de 9,184,000 francs se répartissant ainsi qu'il suit : plomb et argent, 4,214.000 francs; pyrites de fer, 3,072,000; zinc, 1,483,000; manganèse, 304,000; Antimoine, 110,000 ; cuivre, 1,000.

Les principales exploitations sont situées pour le plomb et l'argent, dans l'Ille-et-Vilaine, dans l'Aveyron, dans le Puy-de-Dôme et dans le Gard, pour les pyrites de fer, dans le Rhône et dans le Gard, pour le zinc, dans le Var et dans le Gard, pour le manganèse, dans Saône-et-Loire, pour l'antimoine, en Corse et dans la Haute-

Loire et enfin, pour le cuivre, dans les Basses-Pyrénées.

Les diverses exploitations occupent environ 4,400 ouvriers dont les salaires atteignent 3,450,000 francs.

Les vingt-quatre mines de bitume et d'asphalte exploitées en 1888, ont produit 165,000 tonnes de schistes bitumineux, 15,000 de calcaire asphaltique et 9,000 de boghead. Le principal centre d'exploitation des schistes est dans le département de Saône-et-Loire; celui du calcaire asphaltique dans l'Oise.

Le soufre est tiré du département de Vaucluse (3,000 tonnes), et la plombagine, des Hautes-Alpes.

La valeur de ces produits est de 1,320,000 francs environ, et près de 800 ouvriers sont occupés à leur extraction.

Les mines de sel gemme, au nombre de vingt-quatre, produisent 313,000 tonnes; elles sont surtout groupées dans l'Est, et la valeur du sel s'est élevée à 7,495,000 francs.

En ce qui concerne les marais salants qui occupent 18,000 hectares environ, la récolte de 1888 a été très mauvaise, et les ouvriers n'ont pu guère travailler que deux mois et demi. On n'a, en effet, récolté que 167,000 tonnes, soit 134,000 de moins que l'année précédente.

Les mines de sel gemme et les marais salants emploient 8,500 ouvriers environ, et les usines à fabriquer le sel, plus de 1,200.

En résumé, la valeur des produits de l'industrie minérale est évaluée à 266,713,000 francs; 104,500 personnes y sont occupées; 2,381,977 francs ont été payés comme redevances.

Carrières. Les carrières sont de deux natures, souterraines ou à ciel ouvert; il y a eu pour les premières 3,988 exploitations en activité, en 1887, et pour les secondes 30,935. Elles ont occupé 110,000 ouvriers environ. La production a été la suivante : 17,547,500 mètres cubes, représentant une valeur de plus de 164 millions.

La pierre à plâtre qui existe en masses considérables dans l'étage moyen du bassin de Paris, se rencontre principalement dans les départements de la Seine, de Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Saône-et-Loire.

La pierre à chaux est répandue en masses considérables sur toute la surface de la France; on cite les ciments de Vassy.

Les ardoisières se rencontrent dans vingt départements, surtout dans ceux de Maine-et-Loire et des Ardennes.

On tire le kaolin de la Haute-Vienne, de l'Allier, etc., la pierre lithographique de l'Ain, le marbre des Ardennes, des Hautes et Basses-Pyrénées, du Nord, du Pas-de-Calais, etc., le sulfate de chaux du Pas-de-Calais, de la Somme, de la Meuse et des Ardennes.

La plupart des départements fournissent de la pierre à bâtir, des moellons, des sables, des argiles.

Voici quels sont, pour l'année 1887, les chiffres fournis par la statistique des mines (V. le tableau de la colonne suivante).

	Mètres carrés	Francs
Pierre à bâtir	4.470.500	57.916.000
Pierre à chaux	2.695.500	13.336.000
Argile	1.015.000	4.461.000
Sable	1.132.500	3.954.000
Pierre à plâtre	1.167.500	7.562.000
Marne	630.500	2.408.000
Phosphate de chaux	181.500	13.448.000
Granit roche feldspathiq.	505.000	10.368.000
Ardoise	151.500	13.503.000
Pierre meulière	406.000	1.489.000
Grès, silex, roches quartzifères	664.500	13.481.000
Matériaux d'empierrement, ballast, remblais	4.048.000	13.848.000
Sables et argiles réfractaires	155.500	1.953.000
Kaolin	23.000	1.078.000
Ocres	50.000	527.000
Marbres (à polir)	34.500	4.454.000
Minerai d'aluminium	10.000	159.000
Lignite pyriteux	9.000	40.000
Sulfate de baryte	2.000	70.000
Spath-fluor	2.500	105.000
Talc	2.500	28.000
Pierre lithographique	500	20.000

Métallurgie et Constructions mécaniques. La métallurgie vient de subir une crise aiguë dans toute la France, et la situation était telle, que c'est dans notre pays que l'on trouvait la fonte, le fer et l'acier, aux cours les plus bas.

Après les grèves houillères de l'Allemagne, des demandes considérables se sont produites, les stocks ont été enlevés et une hausse de plus en plus accentuée s'est manifestée dans l'Est. La plus-value sur les divers produits a atteint de 25 à 30 0/0 dans le Nord et dans l'Est. Le mouvement a été général, mais la majoration n'a pas été aussi forte dans les autres régions. Les dernières statistiques officielles, publiées par le ministère des travaux publics, donnent les chiffres de détail pour l'année 1888, mais on pourra, néanmoins, se rendre un certain compte des changements qui se sont produits en 1889.

Fonte. Les fontes qui sont divisées en trois catégories, selon qu'elles sont fabriquées, avec du coke, du charbon de bois, ou au moyen d'un mélange de ces deux combustibles, ont eu, en 1888, une valeur de près de 96 millions pour un poids de 1,683,300 tonnes.

La fonte au charbon de bois n'entre dans ces chiffres que pour 12,800 tonnes (1,700,000 francs) et la fonte aux deux combustibles, que pour 100 tonnes (700,000 francs).

En établissant la classification au point de vue industriel, on distingue la fonte brute d'affinage (1,306,400 tonnes, pour 71 millions), la fonte brute pour moulage en deuxième fusion (313,100 tonnes, pour 17 millions), et la fonte moulée en première fusion (63,800 tonnes, pour 7,400,000 francs).

La fonte est produite dans vingt-cinq départements, mais il n'y en a que six où la production dépasse 50,000 tonnes. Ce sont, par ordre, les départements de Meurthe-et-Moselle (911,000 tonnes, soit plus de la moitié de la production), le Nord (232,000), le Pas-de-Calais (85,000), Saône-et-Loire (70,000), les Landes (59,000), le Gard (53,000); viennent ensuite la Haute-Marne (45,000 tonnes), l'Ardèche (37,000), la Loire (36,000). Les mines les plus importantes sont celles de Mont-Saint-Martin, Jœuf, Pont-à-Mousson, Gorcy (Meurthe-et-Moselle), les forges de Denain et Anzin (Nord), du Creusot (Saône-et-Loire), du Boucan (Landes), de Bessèges et Tamaris (Gard).

Le nombre des mines en activité a été en 1888 de 68 comprenant 196 hauts fourneaux en feu.

Voici d'autre part quelle a été la production en 1888 et en 1889 :

	1888		1889	
	D'affinage	De moulage ou moulée en 1re fusion	D'affinage	De moulage ou moulée en 1re fusion
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Au coke	1.294.555	367.500	1.299.167	409.161
Au bois	11.835	988	988	2.080
Mixte	74	8.396	1.296	4.495

Soit une augmentation pour 1889 de 279 tonnes pour

les fontes d'affinage et de 38,852 tonnes pour les fontes de moulage.

Pendant le premier semestre de 1890, la production totale des fontes a été de 968,347 tonnes, en augmentation de 114,530 tonnes sur le semestre correspondant de l'année précédente.

Depuis un siècle, la production de la fonte a considérablement progressé. La France en faisait 69,000 tonnes en 1789, 112,000 en 1819, 406,000 en 1850, 898,000 en 1860, 1,381,000 en 1869, 1,725,000 en 1880, 1,872,000 en 1884, enfin, 1,708,000 en 1889. Cette progression a été accompagnée d'une transformation presque complète dans le mode de fabrication. Autrefois, on faisait presque toute la fonte au charbon de bois, aujourd'hui, on n'emploie pour ainsi dire plus que du coke.

Pendant que la production de la fonte augmentait, celui des établissements où on la fabrique diminuait, par suite des transformations de l'industrie. Nous avons vu qu'en 1888, 106 hauts fourneaux avaient fonctionné. On en comptait 168 en 1884, 197 en 1883, 288 en 1869, 591 en 1856, 623 en 1846.

Fers. La production des fers s'est élevée, en 1888, à 817,000 tonnes représentant plus de 123 millions. Sur ces chiffres, on compte les tôles pour 117,000 tonnes d'une valeur de 24,500,000 francs.

Il y a eu 176 usines en activité, comprenant 646 fours à puddler, 51 foyers d'affinerie en activité et 707 fours à réchauffer.

Le département du Nord, dont la production représente un peu plus du tiers de celle de la France, a donné 308,000 tonnes; celui de Saône-et-Loire, 71,000; les Ardennes, 68,000; la Haute-Marne, 66,000; la Seine, 54,000; Meurthe-et-Moselle, 42,000; la Loire, 37,000, et l'Allier, 32,000 tonnes.

La production des fers a été en diminution, en 1889, de 23,615 tonnes, ainsi que le montre le tableau suivant :

	1888	1889
	tonnes	tonnes
Rails	827	550
Fers marchands et spéciaux	699.094	675.067
Tôles	117.052	117.741

Pendant le premier semestre de 1890, la production totale de fer a été de 431,765 tonnes, en augmentation de 44,300 tonnes sur le semestre correspondant de 1889.

La diminution dans la production des rails en fer est constante depuis plusieurs années, il faut l'attribuer à la vulgarisation des rails d'acier.

Acier. L'acier fut longtemps considéré comme un métal de luxe, mais, depuis l'invention des procédés Bessemer et Martin, son emploi devient de plus en plus général. Son prix, d'ailleurs, a été réduit dans des proportions très notables. En 1856, la tonne d'acier valait 804 francs, elle valait, en 1884, 213 francs. La production, qui était en 1836 de 5,300 tonnes, atteignait en 1888, rien que pour les aciers Bessemer et Martin, 591,807 tonnes, provenant de 33 usines comprenant 28 foyers Bessemer et 59 fours Martin.

Les usines les plus importantes sont celles de Jœuf et de Mont-Saint-Martin (Meurthe-et-Moselle), de Denain, du Creusot, de Saint-Chamond, de Firminy, de Terrenoire, de Bessèges. La plupart d'entre elles transforment en acier ouvré les lingots qu'elles produisent.

Les départements où la production des lingots d'acier a dépassé 30,000 tonnes, sont ceux de Meurthe-et-Moselle (152,460), du Nord (100,646), de Saône-et-Loire (68,050), du Pas-de-Calais (62,500), de la Loire (49,680), du Gard (44,326), des Landes (39,244 tonnes).

Quant aux aciers ouvrés, la production a dépassé 517,000 tonnes, d'une valeur de 117 millions, soit pour les rails 173,000 tonnes (plus de 20 millions), pour les aciers marchands et spéciaux, 259,000 (73 millions) et pour les tôles, 85,000 tonnes pour 23 millions.

La fabrication des rails en acier a lieu dans les départements du Pas-de-Calais, du Nord, des Landes, du Gard et de Meurthe-et-Moselle; celle des aciers marchands et spéciaux dans la Loire, le Nord, Saône-et-Loire, la Haute-Marne et Meurthe-et-Moselle; celle des tôles dans Saône-et-Loire, la Loire, les Ardennes et le Morbihan.

En 1888, on a signalé une baisse à peu près générale sur le prix des aciers.

En résumé, l'industrie sidérurgique a produit, en 1888, 3,017,000 tonnes de marchandises ayant une valeur de 336,029,000 francs. Elle a employé 54.800 ouvriers et consommé 3.944,000 tonnes de combustible.

L'augmentation de la production de 1889 a été de 11,727 tonnes, augmentation qui a porté surtout sur les aciers fondus au four Siemens-Martin, les aciers puddlés et de forge, les aciers fondus au creuset ou obtenus par réchauffage de vieil acier.

On a constaté toutefois une diminution de 5,226 tonnes pour les aciers fondus au foyer Bessemer.

Les métaux autres que le fer ont été traités dans 14 usines occupant près de 1,100 ouvriers sans compter le personnel occupé aux élaborations secondaires.

La production a été, en 1888, de

49.396 kilogr.	valant	7.903.360 fr.	pr l'argent.
6.509 tonnes	—	2.010.645	— le plomb tiré des minerais.
2.184 —	—	3.272.300	— le cuivre.
16.960 —	—	6.895.263	— le zinc.
30 —	—	210.000	— le nickel.
4.155 kilogr.	—	385.500	— l'aluminium.
240 tonnes	—	221.104	— l'antimoine (régule, sulfure).

Le total est de près de 26,000 tonnes pour une valeur de 20,900,000 francs environ.

La production du plomb s'est accrue en 1888, et le prix du métal brut en saumons a augmenté. Quant à la fabrication du zinc, elle ne s'est pas ralentie.

En ce qui concerne le cuivre, par suite des tentatives faites pour l'accaparement de ce métal, son prix a augmenté de moitié en un an, ce qui a amené la valeur de la production de 2,084,000 à 3,272,300 francs. 4,400 ouvriers environ ont été occupés et leurs salaires ont été de 3,450,000 francs environ.

Les minerais bitumineux ont été traités dans 18 établissements. Le poids des schistes soumis à la distillation a été de 150,000 tonnes et la production en huile minérale brute s'est élevée à 6,300 tonnes environ, valant 745,000 francs.

Les opérations ont lieu principalement dans la Saône-et-Loire et dans l'Allier.

La production des asphaltes a donné 7,900 tonnes dans l'Ain, la Haute-Savoie, le Puy-de-Dôme et le Gard, et le Puy-de-Dôme a donné 474 tonnes de noir animal et de tripoli. La valeur de ces produits n'a pas dépassé 1,142,000 francs.

Industries mécaniques. La France possède d'immenses ateliers de construction pour les machines et pour les constructions maritimes qui peuvent rivaliser avec ceux de l'étranger. Citons, en première ligne, ceux du Creusot, où travaillent 7,000 ouvriers et dont les produits sont toujours très recherchés. La fabrication des locomotives, des plaques de blindage pour les navires cuirassés, est arrivée, pour ainsi dire, à l'état de perfection.

En dehors du Creusot, la France possède de nombreux établissements de constructions mécaniques : ce sont la Compagnie des Forges et Chantiers de la Méditerrannée, les usines de Fourchambault, d'Indret, les usines Cail,

celles de Commentry, de Montluçon, les ateliers de la Compagnie des Messageries maritimes et de la Compagnie générale transatlantique, etc.

Pour la construction de ses navires à vapeur, la France, grâce aux efforts persévérants de l'industrie privée et grâce aux subventions qu'elle accorde aux constructeurs, est arrivée à construire des bâtiments qui ne le cèdent en rien à ceux construits en Angleterre pour leur légèreté, leur vitesse et leur aménagement.

Pour la construction des machines à vapeur, il convient de rappeler ici les noms des grandes maisons de constructions, dont les machines, qui figuraient à l'Exposition universelle ont fait l'admiration des visiteurs : Cail, V. Bietrix, Compagnie de Fives-Lille, Compagnie des Forges de l'Horme, Farcot, Powell et les ateliers des Compagnies de chemins de fer.

Machines-outils. La France possède un certain nombre de fabriques de ces machines. Elles sont principalement situées à Paris. Leurs produits sont estimés et peuvent lutter avec avantage contre les produits similaires venant de l'étranger.

Machines diverses. Quant au matériel de la filature, du tissage, de la corderie, les industriels français font les plus grands efforts pour rivaliser avec leurs concurrents étrangers, et, dans bien des cas, leurs produits sont reconnus de même qualité.

Autrefois la France était absolument tributaire de l'étranger pour les machines à coudre. Il n'en est plus de même aujourd'hui, car les maisons françaises produisent également des instruments solides, d'un prix peu élevé et aussi perfectionnés que possible.

En ce qui touche aux machines électriques, la fabrique française tient à ne pas rester en arrière, et ses efforts sont encouragés, dans bien des cas, par les municipalités qui tiennent à favoriser notre industrie nationale en excluant des adjudications les produits étrangers.

La France possède également des fabriques d'aiguilles à Laigle, en Normandie, des fabriques de boulons, de clous, de ferronnerie dans les Ardennes, de limes dans la Côte-d'Or et à Paris, de pompes, etc. Elles occupent un personnel nombreux.

FONDERIES DE CANONS, ARMURERIE. La fonderie de Ruelle appartient à l'Etat et fabrique des canons pour le compte du ministère de la marine. Après la guerre de 1870, la France s'est trouvée dans la nécessité de reconstituer son matériel militaire. Les établissements possédés par l'Etat, parmi lesquels il faut citer l'usine de Bourges, auraient été insuffisants pour renouveler notre matériel. Un appel a été fait à l'industrie privée et grâce à elle, il a été possible de mener à bonne fin l'œuvre entreprise.

L'Etat continue toutefois à fabriquer les armes à feu à Saint-Etienne, à Tulle et à Châtellerault.

Le commerce des armes de commerce, malgré la loi qui a accordé la liberté de fabrication pour les armes non réglementaires, souffre encore des entraves qui ont été apportées à son développement. La fabrique de Saint-Etienne est toujours renommée et ses produits peuvent lutter avec ceux de Liège et de l'Angleterre. Il en est de même des canons Léopold Bernard, fabriqués à Paris.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION. Sous cette rubrique, nous grouperons l'horlogerie, les instruments d'optique, de chimie, de chirurgie, etc., les instruments de musique, les poids et mesures, la télégraphie, etc.

Horlogerie. Le principal centre de fabrication de l'horlogerie, en France, est Besançon. La fabrique d'horlogerie de Besançon a été fondée en 1803 par des ouvriers suisses forcés de s'expatrier. Pour les montres de première qualité, elle emprunte à la vallée de Joux et à la Haute-Savoie les ébauches et, parfois, même les ébauches pivotées et plantées, c'est-à-dire munies de leur échappement; pour les montres de qualité moyenne, elle s'adresse, comme les fabriques de La Chaux-de-Fonds, au val Travers et aux ouvriers des montagnes de la Savoie. Après Besançon, il convient de citer également Beaucourt (Territoire de Belfort), où l'établissement Japy occupe à l'horlogerie environ un millier d'ouvriers; les manufactures de Morez (Jura), de Montbéliard (Doubs) et de Cluses (Haute-Savoie), où fonctionne une école d'horlogerie patronnée et subventionnée par le ministère du commerce.

Indépendamment de ces centres de fabrication, il existe dans les grandes villes, et à Paris surtout, plusieurs maisons d'horlogerie très connues par la beauté de leurs produits.

L'horlogerie française a fort à faire pour lutter contre la concurrence étrangère; celle de la Suisse pour les produits de bonne qualité; celle de l'Angleterre et des Etats-Unis pour les produits à bon marché. Aussi notre production n'a-t-elle pas pris l'importance que celle des pays que nous venons de citer. Les chiffres de notre commerce extérieur indiquent que notre horlogerie n'a pas encore triomphé, même chez nous, de ses redoutables concurrents. Les importations de produits étrangers qui, en 1875, étaient de 2,200,000 francs, ont successivement atteint 3,400,000 en 1880, 5,200,000 en 1885, et 5,600,000 francs en 1888. Pendant ce temps, nous exportions pour 17 millions de francs en 1875, 17,100,000 en 1880, 19,600,000 en 1885 et 20,900,000 en 1888. Nos exportations, bien qu'en léger progrès, n'ont pas proportionnellement autant augmenté que les importations étrangères.

Instruments de musique. Paris est le centre de la fabrication des instruments de musique et, en particulier, des pianos. C'est là que se trouvent les célèbres fabriques Erard, Pleyel, Herz, etc., la fabrique d'orgues Cavaillé-Coll. Marseille possède également une fabrique de pianos. Il faut citer, après Paris, Mirecourt pour la lutherie et Lyon pour les clarinettes.

L'industrie des instruments de musique se divise en quatre branches distinctes et indépendantes qui sont :

1° La fabrication des pianos;
2° Celle des harmoniums;
3° Celle des grandes orgues d'église;
4° Enfin celle des petits instruments et accessoires de lutherie, comprenant les instruments à cordes, à vent et les cordes harmoniques.

La situation de chacune de ces branches n'est pas la même.

L'industrie des pianos, très en progrès au point de vue de la fabrication artistique, n'est cependant pas prospère depuis quelques années. Cet état de choses regrettable dure depuis le jour où la grève de 1881 a forcé les fabricants à augmenter le prix de leurs pianos d'environ 8 à 10 0/0.

A cette époque, les fabricants allemands formaient un syndicat pour offrir leurs pianos dans tous les pays d'Europe et d'Amérique; ces instruments, inférieurs en qualité aux pianos français, pouvaient être offerts à des prix très bas, en raison de leur fabrication économique. Aidés par l'organisation consulaire qui fonctionne admirablement dans leur pays, par leurs banques, par les facilités que leur donnent leurs compagnies de navigation et par l'excessif bon marché de leur main-d'œuvre, ils ont pu placer leurs pianos dans les pays où, jusqu'alors, on n'avait connu que les pianos français. On ne peut nier que cette situation déplorable pour les négociants français n'ait eu de fâcheuses conséquences, beaucoup de fabriques ont dû réduire leur personnel et nombre d'ouvriers se sont trouvés sans ouvrage. Nos fabricants luttent cependant avec courage; des perfectionnements sont journellement constatés d'une manière sensible dans la facture des pianos. De grands efforts sont aussi faits pour organiser un outillage mécanique qui permettra certainement de réduire le prix des façons. Mal-

gré cela, il sera difficile d'arriver à produire aussi bon marché qu'en Allemagne, et c'est seulement par sa bonne qualité que les pianos français pourront rivaliser avec leurs concurrents étrangers.

Actuellement nos exportations diminuent assez sensiblement. De 7,684,000 francs qu'elles atteignaient en 1880, elles sont tombées à 4,140,000 francs en 1888.

Les harmoniums sont d'invention française, et longtemps la France a eu le monopole de la fabrication, autrefois très importante, de ces instruments.

Les harmoniums se vendent surtout dans les pays où existe la religion protestante anglicane : en Angleterre et aux Etats-Unis d'Amérique. Dans ce dernier pays les droits étant très protecteurs, les négociants ont d'abord fait expédier de France les accessoires d'orgues pour éviter les frais de douane, puis ils ont commencé à construire les meubles et certaines parties des instruments, et, petit à petit, ils sont arrivés à tout fabriquer. Assurés d'une vente sur place et à l'abri de droits protecteurs très importants, ils ont organisé à Boston, à New-York, à Chicago, d'immenses manufactures d'harmoniums. Avec un outillage très perfectionné, ils arrivent à fabriquer à bon marché et expédient en grande quantité leurs produits en Angleterre ; ils commencent même à en expédier en France, et anéantiraient bientôt nos fabriques, si un droit quelconque ne les protégeait plus.

Les grandes orgues à tuyaux se maintiennent au premier rang de la fabrication, grâce à leur facture artistique. Si le monde des églises savait apprécier à sa juste valeur ce qui est beau et bon, les orgues françaises n'auraient pas à craindre de longtemps la concurrence étrangère. Malheureusement, le bon marché tente les conseils de fabriques et, depuis quelque temps, la Belgique et l'Allemagne envoient dans nos régions du Nord, des instruments inférieurs de qualité, mais à un prix auquel nos fabricants français ne peuvent descendre.

L'industrie des petits instruments, instruments à cordes, instruments à vent, en cuivre et en bois, est prospère et augmente d'importance chaque année.

La fabrication des cordes harmoniques, qui avait une certaine importance à Paris et à Lyon, où 700 ou 800 ouvriers et ouvrières étaient occupés à leur préparation, est très éprouvée par l'importation des viandes abattues et disparaîtra bientôt, au profit des fabriques allemandes, si l'on continue à proscrire l'entrée des moutons vivants et si l'on n'apporte aucune entrave à l'importation des viandes mortes provenant d'Allemagne.

Instruments de précision. Paris est également le centre de la fabrication française des instruments de précision, d'optique et de sciences, qui, pour la perfection, ne craignent aucune concurrence ; mais les étrangers fabriquent à bas prix des instruments de qualité inférieure, que la consommation courante préfère souvent aux produits similaires français d'un prix plus élevé. Néanmoins, nos exportations s'élèvent à 7,520,000 francs et à 8,650,000 en y comprenant les instruments de chirurgie, contre une importation d'environ 800,000 francs.

Poids et Mesures. Les gros instruments de pesage et les bascules sont construits à Paris, Lyon, Nancy, Le Mans et dans plusieurs grandes localités du département du Nord; Paris, St-Claude, Beauvais, Bar-sur-Aube, etc., sont les centres où l'on confectionne les mètres droits ou pliants. Limoges et Saint-Etienne fournissent les romaines. Les balances sont confectionnées à Paris, Sedan, Lyon, Corbeil, Vesoul, etc. La boissellerie et les mesures en étain sont fabriquées dans les départements de la Seine, de Seine-et-Oise, du Puy-de-Dôme et dans quelques villes de l'Est. Les usines de Bernay, de Bourges, de Poissy, produisent les poids en fonte ; enfin, les poids en cuivre sont fabriqués surtout à Paris.

Par suite de l'obligation de l'admission préalable des instruments par le service de la vérification des poids et mesures et de l'exclusion de tout ce qui n'est pas basé sur le système métrique décimal, on peut dire que le marché français est fermé aux instruments de pesage d'origine étrangère. Néanmoins, les grands magasins vendaient depuis un certain nombre d'années, des balances de ménage, ou pesons à ressort, de fabrication anglaise, dont l'usage était toléré. Cette tolérance vient d'être retirée.

En dehors de la consommation intérieure, l'industrie des poids et mesures n'a trouvé jusqu'à ce jour, à l'étranger, que des débouchés assez restreints.

Industries textiles. Les industries textiles ont pris en France, depuis un demi-siècle, un développement considérable. Pour s'en rendre compte, il suffit d'examiner quel était en 1849 le montant des importations de matières nécessaires à ces industries et quel il est aujourd'hui.

	1849	1887
	francs	francs
Laine	40.400.000	336.000.000
Coton	87.700.000	204.000.000
Soie	83.400 000	275.000.000
Lin et chanvre	20.500.000	60.000.090
Jute	200.000	26.500.000
	228.200.000	910.500.000

Ainsi nous importions pour 228 millions de matières textiles en 1849, nous en importons aujourd'hui pour 910 millions, plus de quatre fois plus. Nous en exportions en 1849 pour 8 millions, nos exportations sont aujourd'hui de 320 millions, soit quarante fois plus. Enfin, et c'est ce chiffre qu'il faut retenir, parce qu'il exprime l'accroissement de notre force manufacturière, la France a transformé en 1887 pour 590 millions de matières textiles contre 220 millions en 1849 ; c'est-à-dire que notre industrie textile a transformé une valeur près de trois fois plus grande de matières premières venues du dehors, ce qui représente, par suite de l'abaissement des prix, un poids de matières textiles plus de trois fois plus grand qu'en 1849.

Même progrès dans le commerce des fils et tissus. En 1849, nous importions pour 4 millions de filés ; en 1887, nous en avons importé pour 57 millions, soit quatorze fois plus. Nos exportations étaient de 7 millions, elles ont monté à 54 millions. Nous vendions à l'étranger pour 390 millions de tissus en 1849, nous lui en avons vendu pour 689 millions en 1887. Ces chiffres sont pleins d'enseignements. Ils nous montrent l'immense développement qu'a pris notre industrie textile. Et quand on réfléchit que ces plus-values en valeur correspondent à un accroissement bien plus important en quantités, que le volume des matières premières textiles rentrées en France pour y être transformées, en 1887, représente en valeur, le double, mais en volume le triple de la quantité correspondante en 1849, on est frappé de l'énorme accumulation de richesses, et aussi, de l'incroyable somme d'activité humaine que cet accroissement suppose.

Actuellement l'industrie textile occupe plus d'un million de personnes.

Le nombre des broches et des métiers mécaniques se décompose ainsi qu'il suit :

	Broches		Métiers	
	actives	inactives	actifs	inactifs
Filatures et tissages :				
De coton	4.900.000	250.000	70.000	2.000
De laine	3.040.000	240.000	43.000	3.000
De lin, chanv., jute	539.000	44.000	17.000	2.000
Soie et mélanges	920.000	197.000	45.000	9.000

Quant aux métiers à bras, on peut évaluer leur nombre à 133,000, soit 30,000 pour l'industrie du coton, 28,500 pour la laine, 21,700 pour le lin et 53,000 pour la soie.

Ce qu'il convient également de noter, c'est la transformation qui s'est faite dans notre industrie textile. Avant les traités de 1860, et même pendant les premières années qui suivirent ces traités, nos manufacturiers s'en tenaient à leur ancien usage, de produire des tissus de bonne qualité, d'aspect élégant, de goût raffiné. Nous étions les maîtres partout, quand il s'agissait de produits excellents ; notre habileté de main, notre imagination féconde, réglée par un goût délicat, nous assurait la prééminence sur ce terrain un peu étroit. Mais les traités de 1860 modifièrent profondément la situation; il ne suffit plus de produire des étoffes bien faites, solides et d'un bel aspect, mais par cela même d'un prix relativement élevé et partant d'un usage restreint; il fallut concourir avec toutes les nations, sur tous les marchés du globe, et créer pour notre propre consommation des produits apparents de prix plus bas et conservant, néanmoins, ce cachet d'élégance, ce caractère de nouveauté, que l'industriel français excelle à donner à ses œuvres. Après avoir traversé des années de luttes, nos fabricants, sans même perdre de leur prééminence en matière de goût et dans la production des étoffes de luxe, sont parvenus à se défendre avantageusement, même pour les tissus de grande consommation, contre les produits que les manufacturiers étrangers vendent cependant à si bas prix.

Passons maintenant en revue les diverses branches de l'industrie textile, c'est-à-dire, la soie, la laine, le coton, le lin et le chanvre, etc.

Soie. Avant de parler de l'industrie et du commerce de la soie, il convient de dire quelques mots de la sériciculture, c'est-à-dire, de la culture du mûrier et de l'élevage du ver à soie.

Cette culture date en France du quatorzième siècle, et a été principalement encouragée par Louis XI, Charles VIII, Henri II et Henri IV. Elle se pratique dans les départements du bassin du Rhône.

Malheureusement nous n'avons pas assez de mûriers et leur culture tend à décroître.

La production des cocons qui était de 10 à 12 millions de kilogrammes en 1840, avait atteint 20 millions en 1854. Mais la maladie vint alors ravager nos magnaneries, et pendant longtemps, notre sériciculture traversa une crise dont elle se relève seulement depuis quelques années, grâce au grainage par le procédé Pasteur; on a aussi obtenu la régénération des races de vers à soie.

La sériciculture comprend à présent deux branches distinctes : celle qui a pour objet de produire des graines, le grainage, et celle qui s'attache à la production des cocons.

L'industrie du grainage prend dans le Midi une importance croissante. Notre importation de cartons japonais, déjà bien faible en 1887, est tombée cette année à 713 kilogrammes nets, soit à peine 285,000 francs, tandis que nous avons exporté 20,673 kilogrammes nets, de nos graines, pour une somme de 10 millions de francs, et certainement beaucoup plus. Le chiffre officiel des exportations suppose, en y ajoutant ce que les éducateurs français ont mis à l'éclosion, une production de plus de 30,000 kilogrammes d'œufs, mais les produits de nos graineurs sont plus élevés.

On voit par là quelle importance a prise chez nous cette industrie de création relativement récente, répartie en un grand nombre d'éducations particulières, exigeant des installations spéciales, des directeurs expérimentés et occupant près de 25,000 personnes dans les départements du Var, de la Corse, du Gard et des Pyrénées-Orientales.

On comprend que nos graines soient recherchées à l'étranger; grâce à elles, nos éducateurs, qui obtenaient autrefois 20 à 25 kilogrammes de cocons par once de graines mises à l'éclosion, en recueillent aujourd'hui de 20 à 45 kilogrammes en moyenne. Dans certains cas particuliers, le rendement monte à 60 et jusqu'à 70 kilogrammes. Donc, rendement très supérieur en quantité et, il faut dire aussi, supérieur pour la qualité, c'est-à-dire économie notable de frais généraux et, par conséquent, réduction du prix de revient. Aussi, malgré l'abaissement des cours, le producteur de soie peut-il réaliser des profits, et l'industrie séricicole, nous voulons dire l'élevage des vers à soie, est en voie de relèvement. Elle paraît pouvoir redevenir lucrative et prospère dans notre pays.

Ce qu'il importe de bien voir, c'est que ces résultats, acquis en France et en Italie, commencent à avoir leur action dans tous les pays de l'Europe et dans la région méditerranéenne. Nos exportations de graines sont principalement dirigées sur l'Italie, mais nous en expédions également en Grèce, en Syrie, dans les provinces turques, et l'on peut prévoir le moment où, sous l'action de causes diverses, la production scientifique et rationnelle des graines de vers à soie, fera sentir son influence dans le monde entier. Des Indiens, des Chinois, des Japonais, des Russes, sont venus en France étudier les moyens de combattre les maladies des vers à soie, ainsi que nos procédés d'éducation et de sélection.

Le Japon, si avancé en tout ce qui concerne la production de la soie, n'est pas resté étranger à ces méthodes, il n'a qu'à perfectionner leur application. Quant aux Chinois, plus réfractaires à l'introduction dans leur pays, des procédés européens, ils commencent, sous l'empire de la nécessité, à en comprendre l'importance. La flacherie, la pibrine, toutes les maladies des vers à soie, ont causé chez eux de grands ravages, et il n'est que trop certain que, dans quelques régions, la production a notablement diminué. Les deux provinces chinoises dont les soies ont pendant si longtemps alimenté nos manufactures, sont précisément les plus menacées, et les Chinois se sont enfin rendus à l'évidence.

Les asiatiques, chez lesquels nous nous sommes pourvus si longtemps, viennent nous demander des enseignements et seront peut-être conduits à nous acheter des graines saines, de races vigoureuses et plus productives, pour mettre peu à peu leur sériciculture dans de meilleures conditions.

Grâce aux procédés que nous venons d'indiquer, la production des cocons a repris depuis quelques années en France, une marche ascendante, sans avoir encore atteint les 20 millions de kilogrammes, auxquels elle s'élevait en 1854. Mais il ne faut pas oublier que nous en sommes encore à la période de reconstitution. Ainsi nous avons produit 8,300,000 kilogrammes de cocons en 1886, 8,575,000 en 1887 et 9,550,000 en 1888, donnant 800,000 kilogrammes de soie.

Ce chiffre est loin de suffire à nos fabriques. En effet, voici, d'après la statistique commerciale et agricole, quelle aurait été la quantité de soie mise à la disposition de la fabrique française en 1888 :

Produit de la récolte française.	800.000 kil.
Soies grèges, surplus des importations sur les exportations	2.007.600
Soies ouvrées, surplus des importations sur les exportations.	75.400
Cocons importés, 32,613 kilogrammes représentant en soie	6.000

C'est un déficit de 1,331,500 kilogrammes sur l'année précédente. Est-ce à dire que nos fabriques de soieries ont vu diminuer l'emploi de la soie dans de telles proportions? Assurément non.

MM. Raffard et Germain, dans des rapports remplis de faits et d'aperçus intéressants, établissant que le chiffre de la production des soieries a augmenté, soit à Lyon,

soit à Saint-Etienne, et qu'il a été employé en 1888 une quantité de soie plus grande qu'en 1887. La quantité des soies passées au conditionnement public à Lyon et à Saint-Etienne le prouve à l'évidence.

	1887	1888	Différence
	kilogr.	kilogr.	kilogr.
A Lyon.	4.817.600	5.183.500	365.900
A St-Etienne. .	1.043.400	1.319.600	276.200
Soit en faveur de 1888.			642.100

Ainsi, nos deux grandes fabriques ont employé, en 1888, plus de 6 millions de kilogrammes de soie, tandis que les disponibilités provenant de la récolte française et de l'étranger, ont été de moins de 3 millions de kilogrammes.

Cet écart énorme a dû être comblé par les stocks existant à la fin de l'année, soit entre les mains des spéculateurs, soit chez les mouliniers.

Voici, d'ailleurs, quel est l'état actuel de l'industrie de la soie en France.

Filature. En 1888, il y avait en France 211 filatures renfermant 10,314 bassines, et représentant (immeubles et outillage) une valeur de 5,157,000 francs. Le personnel occupé s'élevait à environ 14,000 ouvriers. Quant à la production annuelle, on peut l'évaluer à 773,550 kilogrammes.

En 1889, la filature de soie n'a pas participé à la prospérité générale. Le prix des cocons a été très élevé et par suite de la mauvaise qualité des cocons, le rendement en filature a été inférieur aux prévisions.

Toutefois, les souffrances de la filature tiennent à ce que nos filateurs se laissent distancer par les Italiens et n'ont pas su, comme eux, transformer leur outillage, améliorer leurs procédés de fabrication. Il faut tenir compte aussi des progrès accomplis en Asie.

Le *Moulinage* comprenait 708 établissements, répartis dans vingt départements, parmi lesquels il faut citer l'Ardèche (264 établissements), la Drôme (136) et la Loire (113). Le personnel total employé était d'environ 27.000 ouvriers.

En 1889, le moulinage a été très favorisé. D'anciennes usines ont été remises en activité.

Quant aux tissus de soie, voici quels sont les chiffres de leur production en 1888 :

Villes	Production en millions	Nombre d'ouvriers	Salaires et profits divers en millions	Valeur du matériel en millions
Lyon.	400	300.000	192	106
Saint-Etienne. . . .	103	63.000	49.5	31
Calais, Caudry . . .	93	24.670	31.5	51
Roubaix, Amiens, Bohain.	25	21.000	13	16
Saint-Chamond. . . .	12	5.000	2.5	20
Tours	7	9.000	5	8
Nimes.	4			
Le Puy.	4	15.000	2.5	»
Troyes.	12	4.500	3	1.5
	660	442.170	299	233.5

Les étoffes de soie se fabriquent surtout à Lyon et dans la région Lyonnaise ; Roubaix fait quelques articles mélangés et Amiens a ses velours.

Saint-Etienne produit surtout de la rubannerie et de la passementerie. La fabrique stéphanoise occupe 63,000 ouvriers, et sa production s'est élevée à 64,900,000 francs en 1885, 81,100,000 en 1886, 86,100,000 en 1887, 92,000,000 en 1888 et enfin 102,384,000 en 1889.

Les autres articles de soie fabriqués en France sont les lacets, qui comprennent 53 établissements ainsi répartis :

Ain.	1
Gard.	3
Loire (Saint-Chamond et Saint-Etienne). . . .	43
Puy-de-Dôme.	3
Rhône.	3
Total	53

Les articles de passementerie sortent de 140 établissements, dont 92 sont situés dans le Rhône, 25 dans la Loire, 6 dans l'Isère, etc.

Quant aux fabriques de tulles, de Calais, elles comptent 1,916 métiers d'une valeur de 45 millions, accessoires compris, occupant un personnel de 21,600 ouvriers, et leur production s'élève à 80 millions par an.

Laine. L'industrie de la laine tire sa matière première, soit de la production indigène, soit, surtout, de la production étrangère.

Chaptal, en 1872, évaluait la production française à 380,000 quintaux valant plus de 80 millions. En 1860, elle atteignait 600,000 quintaux, valant plus de 200 millions ; actuellement, elle n'est plus que d'environ 360,000 quintaux, valant environ 80 millions.

Par contre, l'importation des laines étrangères a augmenté dans des proportions considérables.

En effet, de toutes les industries textiles, c'est celle de la laine qui s'est le plus rapidement développée en France depuis quarante ans. On peut dire que l'application des procédés mécaniques à la filature et au tissage a produit dans cette industrie une véritable révolution et en a décuplé les forces. En 1849, nous demandions à l'étranger 22 millions de kilogrammes de laine ; nous lui en avons acheté 178 millions de kilogrammes en 1887 ; c'est une différence de 156 millions de kilogrammes, d'une valeur d'environ 300 millions de francs. Comme la production de la laine en France a plutôt diminué, ce chiffre exprime avec assez d'exactitude l'accroissement de notre puissance manufacturière, depuis 1849. Ces 300 millions de matière première représentent une valeur presque double, si on y ajoute les façons du peignage, de la filature, du tissage, de la teinture et des apprêts, et, si l'on tient compte de ce qu'une partie de cette laine doit être mélangée, au tissage, à des fils de coton, de soie ou de schappe. On peut donc estimer que notre production de fils et de tissus s'est accrue depuis 1849, de plus de 500 millions de francs en valeur.

Pendant ce temps, notre exportation de lainage a augmenté de 268 millions de francs, c'est-à-dire, qu'elle a absorbé la moitié de l'accroissement total, tandis que l'autre moitié a été consommée chez nous.

Si l'on réfléchit que le tissu de laine représente dans l'échelle des produits textiles, la moyenne des prix, qu'il tient le milieu entre l'étoffe de soie, à laquelle s'attache l'idée de luxe, et le tissu de coton qui repond à l'idée de nécessité, et qu'il exprime, lui, l'idée de confort et de bien être, on trouvera dans les chiffres précédents une nouvelle preuve de ce fait social moderne : l'extension du bien être par la division de la richesse et la multiplication des situations moyennes.

La production totale des fils et tissus de laine en France, peut être évaluée actuellement à 850 millions de francs. Sur ce chiffre, l'importance de l'industrie de la laine peignée est d'environ 700 millions, celle de la laine cardée de 150 millions.

Les laines peignées et cardées ont eu, en 1889, une exportation équivalente à 324 millions de tissus et 36 millions de fils, soit une exportation totale de 360 millions de francs. C'est en valeur la plus grosse exportation des industries textiles.

L'industrie lainière comprend des fabrications très diverses : peignage, cardage, filature, puis, tissus de toute sorte : draps, mérinos, flanelles, châles, couvertures, tapis, etc.

Pour connaître l'historique de ces divers articles, leur mode de fabrication, il suffit de se reporter à chacun de ces mots au *Dictionnaire* ; nous n'y reviendrons pas. Nous pouvons toutefois rappeler que les principaux centres de fabrication en France sont : pour les draps, Elbeuf, Sedan, Louviers, Romorantin, Roubaix, Reims, Castres, Mazamet, Clermont-l'Hérault, etc. ; pour les mérinos et les flanelles, Reims et le Nord ; pour les couvertures, Orléans ; et enfin, pour les tapis, Aubusson, Felletin, Nîmes, Tourcoing, Beauvais, Abbeville et Amiens.

D'ailleurs, pour donner une indication générale de l'industrie lainière en France, disons que la filature a environ 3 millions de broches en activité, et que le tissage compte approximativement 43,000 métiers mécaniques et 30,000 métiers à bras. Voici comment ils se répartissent dans les principaux départements :

Départements	Broches	Départements	Broches
Aisne	203.000	Marne	260.000
Ardennes	256.000	Nord	1.577.000
Aude	15.000	Oise	50.000
Aveyron	16.000	Pas-de-Calais	25.000
Calvados	25.000	Seine-Infér^re^	60.000
Eure	91.000	Somme	90.000
Hérault	15.000	Tarn	50.000
Isère	62.000	Vosges	12.900
Loire	18.000		

Départements	Métiers mécaniques	Métiers à bras
Aisne	3.873	1.912
Ardennes	1.828	2.050
Aude	745	»
Calvados	275	1.200
Eure	531	480
Haute-Garonne	800	»
Marne	7.600	500
Nord	19.000	8.800
Oise	1.489	461
Seine-Inférieure	1.400	2.500
Tarn	350	4.500
Vosges	1.439	90

Coton. On ne peut pas constater dans l'industrie cotonnière des progrès comparables à ceux que nous venons d'indiquer pour l'industrie lainière. Sans doute l'importation des matières premières qui viennent exclusivement des pays d'outre-mer a augmenté depuis le commencement du siècle, mais, depuis vingt ans, elle est à peu près stationnaire, alors que dans d'autres pays, notamment en Angleterre, elle progressait dans des proportions considérables.

Voici qu'elle a été, depuis 1817, la balance des importations et des exportations de coton brut, c'est-à-dire la quantité de coton transformée chaque année par nos filatures (V. le tableau de la colonne suivante).

Ce tableau semblerait indiquer que le développement de notre industrie cotonnière, bien que lent, est néanmoins constant. Il n'en est pas malheureusement ainsi, et si le nombre des kilogrammes de coton employés par notre filature a augmenté depuis vingt ans, cela tient surtout à ce que notre fabrication s'est surtout portée sur les fils lourds et aussi aux progrès considérables accomplis depuis douze ans dans les machines de filature qui, à nombre égal de broches, filent un plus grand nombre de kilogrammes du même produit.

	Moyenne par année		Moyenne par année
	kilogr.		kilogr.
1817 à 1826	33.600 000	1857 à 1866	74.800.000
1827 à 1836	54.500.000	1867 à 1876	86.000.000
1837 à 1846	65.200.000	1877 à 1886	98.700.000
1847 à 1856	65.400.000	1887 à 1888	107.400.000

Si nous examinons, en effet, le nombre de broches, nous voyons qu'il a sensiblement diminué depuis 1860.

A cette époque il était de 6 millions et 60,000 à 80,000 métiers s'ajoutaient à un nombre plus considérable encore de métiers à bras. La séparation de l'Alsace a réduit ces chiffres à 4,500,000 broches et 40,000 ou 50,000 métiers mécaniques. Depuis lors, plusieurs de nos compatriotes alsaciens sont venus fonder quelques filatures et il s'est monté quelques tissages. On évalue à 300,000 ou 400,000 broches et à 15,000 métiers le chiffre des nouveaux établissements ; mais il faut dire que de nombreuses filatures se sont arrêtées et que les 15,000 métiers mécaniques nouveaux n'ont pas complètement remplacé les métiers à bras qui ont cessé de battre dans plusieurs régions industrielles. C'est ainsi que, d'après un relevé de la Chambre de commerce de Rouen, le nombre des broches en activité aurait diminué depuis 1869, de 481,000 dans la Seine-Inférieure, de 120,000 dans le Calvados et de 53,400 dans l'Orne. Ces chiffres ont été fournis par la direction des contributions directes.

C'est une diminution de un tiers pour la Seine-Inférieure, des deux tiers pour le Calvados et de près de moitié pour le département de l'Orne. De pareilles réductions ne sauraient être compensées par la faible augmentation de 300,000 broches constatée dans l'est de la France.

Pendant ce temps, la filature anglaise a passé en treize ans (1868 à 1881) de 32 millions à 43 millions de broches et depuis lors, elle a continué son mouvement progressif. Une statistique déjà ancienne nous apprend qu'en 1877 la France était la seule nation industrielle du monde où la filature du coton n'eût progressé que d'une quantité insignifiante. Depuis cette date, la situation comparative de la France n'a fait qu'empirer par suite de la fermeture d'un certain nombre d'établissements. Des rôles de patentes de 1890 indiquent le chiffre de 3,785,352 pour le nombre actuel des broches en France.

Si la situation de la filature de coton n'est guère satisfaisante, celle du tissage laisse également à désirer.

Sans doute le nombre des métiers mécaniques a sensiblement augmenté depuis quinze ans, mais un nombre proportionnellement plus grand de métiers à bras a cessé de battre ; il y a eu ici une transformation d'outillage et de procédé, il n'y a pas eu augmentation bien sensible de force productrice. Cela se comprend. L'industrie cotonnière française n'est pas exportatrice. Comment lutterions-nous sur les marchés étrangers, au moins pour les tissus classiques et de grande consommation, avec des rivaux aussi heureusement placés que les manufacturiers de l'Angleterre, des Indes et de l'Amérique.

Il faudrait donc, pour que notre tissage se développât, que notre consommation intérieure grandit, que notre commerce colonial prit enfin de l'essor. Il n'en est malheureusement pas ainsi. On peut s'en convaincre en jetant les yeux sur le tableau suivant où sont réunis les chiffres de notre exportation totale comparés à ceux de notre exportation coloniale et ceux de notre importation :

Désignation	1888	1887	Moyennes 1877 à 1886	Moyennes 1867 à 1876	Moyennes 1857 à 1866	Moyennes 1847 à 1856
	francs	francs	francs	francs	francs	francs
Exportation.						
Tissus de coton { purs	»	51.778.000	38.485.000	45.613.000	57.501.000	45.976.000
Tissus de coton { mélangés	»	18.271.000	12.176.000	6.008.000	8.504.000	4.755.000
Tulles, dentelles, bonneterie, etc.	»	47.717.000	33.130.000	14.939.000	9.375.000	5.780.000
Total des tissus de coton	»	117.766.000	83.791.000	66.560.000	75.380.000	56.511.000
Total de l'exportation des tissus de coton aux colonies françaises	»	25.800.000	24.300.000	22.800.000	28.900.000	23.892.000
Rapport de l'exportation aux colonies à l'exportation totale	»	22 0/0	29 0/0	34 0/0	38 0/0	42 0/0
Rapport de l'exportation aux colonies à l'exportation des tissus de coton purs.	»	50 0/0	63 0/0	50 0/0	50 0/0	52 0/0
Importation.						
Tissus de coton { purs	25.665.000	27.552.000	45.031.000	36.520.000	7.915.000	»
Tissus de coton { mélangés	3.635.000	6.063.000	6.091.000	2.728.000	867.000	»
Tulles, dentelles, bonneterie, etc.	14.045.000	16.461.000	16.643.000	7.703.000	3.404.000	»
Totaux	43.345.000	50.076.000	67.765.000	46.951.000	12.188.000	»

Ce tableau sépare les chiffres en plusieurs catégories de tissus.

Les tissus de coton peuvent, en effet, se classer en trois catégories bien distinctes. Les tissus de coton purs, tels que toiles et calicots unis, teints ou imprimés, les façonnés, les croisés, les mousselines, les velours, etc., qui sont véritablement le produit du tissage du coton ; les tissus de coton mélangés qui, pour la plus grande partie, se rattachent à l'industrie de la soie ou à celle de la laine et sont fabriqués dans des tissages de soie ou de laine; enfin des produits qui emploient des fils de coton, mais qui sont tout à fait étrangers au tissage : tels sont les dentelles, les tulles, la bonneterie, la passementerie. Il importait de faire cette division aussi bien à l'importation qu'à l'exportation, pour avoir une idée claire de notre commerce extérieur en ce qui touche les tissus de coton proprement dits.

On remarque d'abord que, depuis vingt ans, nos importations de tissus de coton n'ont pas augmenté. Elles étaient de 47 millions en moyenne de 1867 à 1876; elles se sont, il est vrai, élevées à 68 millions dans la période décennale suivante, mais elles sont retombées en 1887 à 50 millions et en 1888 elles n'ont plus été que de 43,500,000 francs. Ce sont les tissus de coton purs qui ont subi la diminution la plus forte ; de 45 millions en 1887-1886, ils se trouvent réduits à environ 26 millions de francs.

Il faudrait peut-être s'applaudir de ce résultat s'il coïncidait avec une grande extension de notre industrie nationale, mais nos tissages n'ayant pas produit beaucoup plus dans les années antérieures, il faut reconnaître que la consommation intérieure des tissus de coton proprement dits n'a pas progressé.

Si la consommation française n'a pas sensiblement augmenté, le tissage a-t-il au moins trouvé une compensation dans l'extension de notre exportation ? Nous voyons, il est vrai, que l'exportation des tissus de coton qui était en 1847-1856 de 56,500,000 francs par an en moyenne, a constamment progressé, et qu'elle a atteint aujourd'hui plus de 110 millions de francs. Il y a là certes un progrès sensible et bien encourageant, mais ce serait une erreur de le mettre au compte du tissage de coton. Les exportations de tissus de coton purs n'ont pour ainsi dire pas augmenté ; elles étaient en moyenne de 46 millions dans la période décennale de 1847 à 1856 ; elles sont aujourd'hui d'environ 50 millions de francs, sans tendance à se développer. L'exportation est donc restée stationnaire comme la consommation intérieure, et cela explique parfaitement l'état également stationnaire de notre tissage.

Si notre exportation de tissus de coton a augmenté, c'est grâce à cet ensemble de produits, qui sont de véritables tissus, mais qui ne sortent pas des tissages de coton, tels que les étoffes mélangées, les tulles, les dentelles, la bonneterie et la passementerie. Tous ces produits réunis donnent lieu à une exportation toujours grandissante; de 10,500,000 francs en 1847-1856, elle a passé successivement à 18 millions en 1857-1866, à 21 millions en 1867-1876, à 45 millions en 1877-1886, enfin elle a été de 65 millions en 1887. C'est là qu'il faut voir la cause de l'importante augmentation de nos exportations de tissus de coton, c'est là aussi qu'il faut chercher l'explication du développement de notre filature. Nous espérons que nos filatures trouveront de plus en plus dans les emplois si variés du fil de coton un écoulement avantageux de leurs produits.

La part que prennent les colonies françaises au mouvement de notre commerce de tissus de coton est malheureusement trop faible, mais elle n'est pas sans importance relative, puisque, depuis dix ans, elle représente environ le quart de nos exportations totales et la moitié de nos exportations de tissus de coton pur. Mais il est permis de regretter que cette branche de notre commerce colonial reste absolument stationnaire, et qu'elle ne donne en 1887 qu'une somme sensiblement égale à la moyenne décennale de 1847 à 1856.

Tel est, dans ses grandes lignes, l'état de l'industrie cotonnière en France.

Parmi les fabriques de tissus de coton qui ont été particulièrement éprouvées depuis vingt ans, il faut citer en première ligne, les fabriques d'indiennes qui tendent de plus en plus à disparaître. Autrefois, le département de la Seine-Inférieure en comptait 35, il n'en a plus que cinq aujourd'hui.

L'industrie cotonnière est surtout importante en Normandie, dans le Nord et les Vosges. Pour la filature, voici les départements qui ont actuellement le plus grand nombre de broches en activité :

Seine-Infre.	1.590.000 br.	Belfort. . . .	135.000 br.
Nord. . . .	1.270.000	Calvados . .	111.000
Vosges. . .	505.000	Orne.	108.000
Eure	352.000		

Quant au tissage, c'est également dans les mêmes ré-

gions et dans la région lyonnaise qu'il est le plus développé. Les Vosges ont 20,000 métiers mécaniques, la Seine-Inférieure, 14,000 ; la Loire, 5,000 ; Belfort, 4,500 ; l'Eure, 3,600 ; l'Orne, 3,100 ; le Nord, 2,800 ; la Haute-Saône, 2,600. Les métiers à bras qui tendent chaque jour à disparaître sont encore assez nombreux dans le Rhône, 5,000 ; la Somme, 5,000 ; l'Orne, 3,600 ; la Loire, 2,500 ; l'Aisne, 2,600 ; l'Indre-et-Loire, 2,400.

Lin. L'industrie linière est presque toute entière concentrée dans le département du Nord. Il n'y a guère à citer dans le reste de la France que Cholet, dans Maine-et-Loire, Lisieux, dans le Calvados, Vimoutiers et Flers, dans l'Orne, et enfin Gérardmer, dans les Vosges.

Après avoir eu une période de grande prospérité, elle traverse depuis longtemps déjà une crise peut-être plus grave encore que celle de l'industrie cotonnière. On l'attribue en partie aux conditions défavorables dans lesquelles l'a placée notre régime douanier, et aussi à la place plus grande qu'ont prise dans la consommation courante les tissus de coton au détriment de ceux de lin.

Quelques chiffres montreront les phases diverses par lesquelles a passé l'industrie du lin. De 1850 à 1867, elle est en progrès constant. En 1850, la filature compte 250.000 broches ; en 1860, 502,000, en 1867, 705,000. C'est le point culminant. A partir de ce moment, la décroissance est rapide. En 1875, on commença à tomber à 686,000 broches ; en 1879, il n'y en a plus que 500,000. Actuellement le total des broches en activité n'atteint pas 450,000, dont près de 400,000 dans le Nord.

Il s'agit cependant ici d'une industrie bien française, et à laquelle notre sol pourra, quand on le voudra, fournir toute la matière première nécessaire. C'est à Paris, qu'en 1812, Philippe de Girard fonda la première filature de lin. C'est en France que commença à se développer cette industrie. C'est de France qu'un des associés de Philippe de Girard la transporta en Angleterre où, tout de suite, on en comprit l'importance.

La Grande-Bretagne était alors protectionniste. Elle protégea de la façon la plus étroite l'industrie naissante. Voulant s'emparer de tous les marchés du monde, elle prohiba par une législation draconienne la sortie des machines. Le courage et le patriotisme d'un français se jouèrent de ces obstacles. Des machines à filer furent apportées d'Angleterre en France en 1834. L'industrie linière revenait à son berceau et, grâce au relèvement des droits sur les fils de lin anglais en 1842, on la voyait prendre un essor qui s'affirmait par les chiffres que nous citions tout à l'heure.

Nous venons de voir qu'à partir de 1867, la décadence commença. Il est d'autant plus pénible de la constater, que, tandis qu'en France la production décroissait chaque année dans une effrayante proportion, elle naissait en Italie, en Russie, en Autriche-Hongrie, se développait en Allemagne, et surtout en Belgique et dans la Grande-Bretagne. En 18 années, elle passait à l'étranger de 1,500,000 à 2,810,000 broches, tandis que la production de la filature de lin en France diminuait de près de 30 0/0.

La situation du tissage de lin a une grande analogie avec celle de la filature, vivant presque exclusivement de la consommation intérieure, le tissage du lin manque d'alimentation. Il ne faut guère compter, en effet, l'exportation qui, de 21 millions, pour les tissus de lin et de chanvre en 1880, est tombée en 1889 à 9 millions.

En 1887, on comptait à Armentières, le principal centre de fabrication, 8,000 métiers. Sur ce nombre, 1,800 métiers, près du quart, étaient arrêtés faute de travail, 2,000 fabriquaient des tissus mélangés de lin et de coton, et 4,200, la moitié seulement, produisaient des tissus de lin pur.

Ainsi que nous le disions plus haut, cette situation de l'industrie linière s'explique en partie par la tendance universelle de la consommation à rechercher les produits de bas prix.

Le tissu de lin est relativement cher. Considéré jadis comme un produit de première nécessité, il est presque devenu un objet de luxe. Le paysan ou l'ouvrier qui tenait autrefois à employer une partie de son épargne à se faire une provision de beau et bon linge, se contente aujourd'hui d'une petite réserve de toile de lin mêlée de coton, ou plus généralement de tissus de coton pur. L'opinion attachait alors à la beauté et à la finesse du linge une idée de richesse et de confort. Cette appréciation, sans avoir entièrement disparu, s'est fort atténuée. Dans un grand nombre de familles, où l'on aurait cru déroger, il y a quarante ans, en portant autre chose que du linge fin, on ne se sert aujourd'hui que de toile de coton.

Nous devons faire une mention spéciale des tissus de lin damassés pour services de table. Depuis quelques années, il s'est produit dans la fabrication de ces articles des progrès qui méritent d'être signalés. Nous sommes loin de l'époque où la fabrication du linge était limitée aux tissus ouvrés ou à damier. Voulait-on faire du damassé, on était réduit par des moyens d'action insuffisants à produire de petits effets successivement répétés et sans caractère artistique. Aujourd'hui, grâce à des machines perfectionnées, on est arrivé à créer de véritables œuvres d'art.

L'Exposition universelle de 1889 a été à cet égard pleine d'intérêt ; elle nous a montré des panneaux, des nappes représentant les scènes les plus variées et reproduisant parfois des tableaux de maîtres. Un autre progrès à noter est la fabrication des nappes et des serviettes à bordures brochées de couleur ; ce genre qui a été créé il y a une dizaine d'années en Autriche, est aujourd'hui très bien fait en France. Enfin, nous avons fort heureusement appliqué la broderie polychrome à l'ornementation du linge de table. On peut dire qu'aujourd'hui la supériorité attribuée autrefois aux produits damassés de la Hollande et de la Saxe n'existe plus, et que nous pouvons soutenir toutes les concurrences.

Chanvre. Depuis dix ans, la consommation du chanvre a sensiblement diminué en France, comme on peut le voir ci-après :

Années	Récolte française	Importation		Totaux
		Chanvre tissé et étoupes	Chanvre peigné	
	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
1877	58.500.000	14.400.000	1.800.000	74.700.000
1887	42.600.000	20.100.000	1.975.000	64.675.000

Aussi bien au point de vue agricole qu'au point de vue industriel, l'industrie du chanvre est presque toute entière réunie dans le département de Maine-et-Loire, notamment à Angers. On trouve aussi quelques établissements dans le Nordet dans la Somme.

Jute. La jute ou chanvre de l'Inde se produit dans cinq ou six districts du Bengale, et chaque année davantage depuis cinquante ans, à ce point que la récolte de l'année dernière (1889) peut être évaluée à 648 millions de kilogrammes. La répartition de cette énorme production se fait ainsi : 216 millions de kilogrammes manufacturés aux Indes ; 432 millions de kilogrammes manufacturés en Europe ; seulement un peu en Amérique. Dundee, en Ecosse, est le principal consommateur.

La valeur actuelle du jute varie de 0 fr. 30 à 0 fr. 45 le kilogramme, suivant qualité, rendu en Europe.

La filature mécanique du jute a été introduite en France en 1845, et le tissage mécanique en 1854. La France consomme annuellement près de 45 millions de

kilogrammes de jute, contre 35 millions en 1880 et 15 millions en 1870.

Le jute sert surtout à faire des toiles communes et des sacs pour l'emballage de tous les produits en remplacement des étoupes et des déchets de lin et de chanvre qui s'employaient autrefois. Il est, en outre, fait chaque année de nouvelles applications du jute, parce que ce textile est à bas prix et d'un aspect avantageux, supportant parfaitement le blanchiment et recevant bien la teinture, ce qui permet de faire des tapis et des étoffes d'ameublement pour rideaux et tentures ; il est aussi de plus en plus employé pour la corderie et la fabrication des ficelles. Un outillage spécial, des machines puissantes d'un gros volume et d'un prix très élevé sont nécessaires, indispensables même pour bien travailler le jute. Ce matériel consiste actuellement, en France, en 40,000 broches à filer produisant environ 40 millions de kilogrammes par an et en 3,000 métiers à tisser produisant 108 millions de mètres de tissus divers.

La production totale de l'industrie du jute peut être évaluée à 61 millions de francs et occupe 35,000 ouvriers et employés, y compris ceux occupés à la fabrication des sacs.

En somme, l'industrie du jute est en voie de progrès, ses tissus et ses fils trouvent tous les jours des emplois nouveaux et variés. Tandis que la production de plus en plus grande des céréales et des produits agricoles de première nécessité ouvre à ses tissus des débouchés presque indéfinis, l'industrie du tapis, de la passementerie et des étoffes pour ameublements, s'empare de ses fils pour les mélanger à la laine, au coton, à la soie, et en faire des étoffes de nouveauté d'une grande solidité et de bas prix.

L'industrie du jute en France est concentrée dans le Nord (Dunkerque et Lille) et dans la Somme (Amiens et Flixecourt). — V. *Dictionnaire*, JUTE.

Réunis, les tissus de lin, de chanvre et de jute occupent environ 16,000 métiers mécaniques, et 22,000 métiers à bras, répartis ainsi qu'il suit, dans les départements où cette industrie a le plus d'importance :

Départements	Métiers mécaniques	Métiers à bras
Aisne	110	725
Calvados	420	500
Finistère	162	800
Maine-et-Loire	299	2.315
Nord	11.600	6.450
Orne	1.000	500
Pas-de-Calais	430	251
Sarthe	221	2.500
Somme	1.800	4.000

Ramie. Depuis un certain nombre d'années déjà, des efforts sont faits pour introduire en France le tissage de la ramie, ainsi que la culture de cette plante dans les départements méridionaux.

Dès 1887, le département de l'agriculture a institué une commission spéciale chargée d'étudier les moyens d'encourager et de développer la culture de la ramie en France, en Algérie et dans nos colonies, ainsi que le perfectionnement des procédés employés pour l'utilisation industrielle de cette plante textile.

Un concours international d'appareils et de procédés pour la décortication de la ramie, a eu lieu à la fin de l'année 1888.

Malgré tous les efforts combinés de l'administration de l'agriculture et de celle des colonies, la culture de la ramie et son emploi n'ont pas encore donné les résultats que l'on espérait. Des essais importants ont été faits, toutefois, au Tonkin, car on a reconnu que, dans notre nouvelle colonie, les femmes, les enfants, les vieillards eux-mêmes, peuvent faire le travail de machines coûteuses, devenues dès lors inutiles, et fournir cette main-d'œuvre abondante, qui est la première condition de la culture économique des plantes industrielles.

Industrie du vêtement. Nous groupons sous ce titre des industries très diverses, mais ayant toutes pour objet la confection du vêtement, ou la fabrication des tissus destinés à lui servir de garniture et d'ornement.

Pour apprécier l'importance des industries et le rôle qu'elles jouent dans notre production nationale, nous croyons utile de grouper dans un tableau, les chiffres de leurs importations et de leurs exportations en 1888.

	Importations milliers de francs	Exportations milliers de francs	Total milliers de francs
Bonneterie	9.387	43.514	52.901
Passementerie	4.052	35.058	39.110
Tulles et dentelles	5.845	30.993	36.838
Broderie	3.846	680	4.506
Cravates et fichus	»	630	630
Pièces de lingerie cousues	692	34.751	35.443
Confections pr hommes	»	14.657	50.038
Confections pr femmes	4.111	31.270	
Totaux	27.913	191.553	219.466

C'est un ensemble de 220 millions, dont 27 seulement à l'importation, et 191 à l'exportation.

Mais ce chiffre de 191 millions est loin de représenter la valeur de l'exportation réelle. Pour se faire une juste idée de l'importance de l'industrie du vêtement, par rapport à notre commerce extérieur, il faudrait ajouter aux chiffres cités plus haut, nos exportations de modes, de chapeaux, de chaussures, d'objets d'habillement en caoutchouc, produits qui sont tous destinés aux vêtements, et qui emploient tous, soit comme doublure, soit comme ornementation, des quantités fort importantes de tissus, de rubans, de tulles et de dentelles ; encore, n'aurait-on là qu'un total bien incomplet.

On a souvent rappelé que, pour les objets de vêtement, il y a l'exportation que l'on voit et l'exportation que l'on ne voit pas. La première est celle qui est relevée au tableau des douanes, et dont nous avons donné les chiffres, l'autre est fort difficile à apprécier avec quelque exactitude, en l'absence de tout document. On peut dire toutefois, que tout voyageur étranger, qui vient en France et à Paris, notamment, achète un ou plusieurs vêtements, robes ou manteaux, qu'il emporte dans son voyage, soit pour ne pas payer des frais de douane, souvent fort lourds, soit pour éviter les risques d'une expédition directe. Quelle que soit la valeur moyenne que l'on attribue à ces exportations personnelles, on reste convaincu que le chiffre total en est important, quand on considère qu'il passe à Paris seulement, plus de deux cent mille étrangers. En ajoutant à cette exportation faite directement par les voyageurs, celle qui se fait par colis-postaux, sans déclaration suffisante, et celle qui se fait en contrebande, pour des objets de prix, comme les dentelles, par exemple, on peut, sans être taxé d'exagération, porter de 191 millions, chiffre relevé par le service des douanes, à 240 millions environ, le chiffre approximatif de l'exportation des industries du vêtement en laissant de côté les accessoires. On peut ainsi mesurer la vitalité de ces industries qui répondent si bien à notre génie national ; elles suffisent presque complètement à notre consommation intérieure, et elles entretiennent un courant d'exportation des plus importants.

Examinons rapidement la situation présente de chacune d'elle.

Bonneterie. Le *Dictionnaire* a déjà étudié très complètement l'industrie de la bonneterie en France (V. BONNETERIE, *Dict.* et *Suppl.*). Rappelons seulement que le principal centre de fabrication est Troyes, où cette industrie compte plus de 300 usines, avec environ 10,000 ouvriers. La production annuelle de cette ville peut être évaluée à 50 millions de francs. Après Troyes, on peut citer comme pays de production : pour la bonneterie de laine, la Picardie et, surtout, Villers-Bretonneux, la Haute-Garonne, l'Eure et les Basses-Pyrénées ; pour la bonneterie de coton, la Champagne, Falaise, Arras, Rouen, Saint-Jean-du-Gard, etc. ; pour la bonneterie de lin, Hesdin et quelques autres communes du Pas-de-Calais ; enfin, pour la bonneterie de soie, Lyon, Nîmes, le Vigan, Saint-Jean-du-Gard, Paris et Saint-Just (Somme).

La bonneterie a fait de grands progrès depuis dix ans. Nos fabricants ont renouvelé complètement leur outillage et, grâce à de grands efforts et à des sacrifices parfois assez lourds, ils se sont mis en mesure de lutter sans désavantage avec leurs concurrents étrangers.

En 1877, nous avons importé pour 5 millions de francs de bonneterie, et en 1888, pour 9 millions. Nos exportations qui étaient de 25 millions de francs en 1877, se sont élevées à 44 millions en 1888. On mesure de suite le terrain gagné.

C'est toujours la bonneterie de coton qui fournit les plus gros chiffres à l'exportation ; sur le total de 44 millions, elle figure à elle seule pour 26 millions. Son importation n'est que de 3 millions, chiffre bien peu important si on le compare à celui de l'exportation. Les deux tiers de ces importations sont d'origine allemande.

La bonneterie de soie est en progrès, car son importation diminue et son exportation augmente. Depuis quelques années, l'outillage en a été complètement renouvelé, la production est devenue plus rapide et plus économique, et la consommation de nos produits plus étendue. Mais ici, comme dans presque toutes les industries, la fabrication mécanique a eu ses inconvénients et a causé quelques déceptions. Il y a eu pléthore de certains articles que l'on a dû écouler à de mauvais prix. Malgré tout, la fabrication de la bonneterie de soie est entrée dans une voie féconde, et elle peut affronter maintenant toutes les rivalités.

L'importation de la bonneterie de laine diminue ; elle s'élève aujourd'hui à 4,500,000 francs, dont la moitié se compose de jerseys, venant d'Allemagne. L'exportation montre également de la faiblesse : de 20 millions qu'elle atteignait en 1887, elle est tombée à 14 millions de francs. C'est encore un gros chiffre, qui reprendra son niveau normal, quand les circonstances climatériques seront favorables à la consommation des articles d'hiver. C'est le jersey qui occupe ici le premier rang. Nos fabricants sont arrivés à alimenter en grande partie la consommation française et à donner à leurs affaires d'exportation, une importance réelle, grâce au cachet spécial qu'ils savent imprimer à la confection et à l'ornementation des articles dits jersey.

Passementerie. La production annuelle de la France, en articles de passementerie, peut être évaluée à 100 millions de francs. Rappelons que les principaux centres de fabrication sont : Lyon, Saint-Etienne, Saint-Chamond, Nîmes, Amiens, Tours et Paris. L'année 1887 a été mauvaise pour la passementerie, mais en 1888, elle a regagné le terrain momentanément perdu. L'importation s'est élevée, comme en 1887, à 4 millions de francs, mais l'exportation a passé de 29 à 33 millions, soit une augmentation de 4 millions pour 1888.

Les étoffes de soie ayant été en vogue, nous avons exporté plus de passementerie en soie pur, et moins en soie mélangée. Les articles fabriqués à la main, à Paris, en Auvergne et dans le Nord, ont été délaissés et remplacés par les galons brochés de Saint-Etienne et de Saint-Chamond, et par des galons brodés et découpés, fabriqués dans l'Est de la France.

C'est toujours la passementerie de laine qui fournit à l'exportation le plus fort contingent. Elle y figure, en 1888, pour 16 millions de francs contre 12 millions en 1887. Cette exportation se compose pour les trois quarts, de tresses, soutaches et tubes en poil de chèvre, et en laine pure, ou mélangée, que Saint-Chamond fabrique à la perfection, et que les tailleurs emploient à border ou à orner les vêtements d'hommes et de femmes.

La rubannerie et la passementerie de coton, sans augmenter le chiffre de leurs exportations, qui a atteint en 1887 et en 1888, 5,500,000 francs, ont bien soutenu, comme par le passé, la concurrence étrangère. Quant à la passementerie d'or ou d'argent, elle a vu son exportation augmenter légèrement. La valeur moyenne de ses produits a sensiblement diminué ; celle des passementeries de métal fin a baissé de 15 0/0, et celle des passementeries de métal faux de 12 0/0 à l'entrée et de 22 0/0 à la sortie. Cette baisse s'explique, pour le fin, par l'emploi de plus en plus grand d'argent à bas titre, et par la substitution, comme âme du fil, du coton, à la soie, en ce qui concerne le faux, par les sortes sur lesquelles s'est portée la consommation. Enfin, l'or qui valait 3,580 francs le kilogramme au 1er janvier 1888, ne valait plus 3,550 francs à la fin de l'année. Quant à l'argent, il est tombé dans cet intervalle, de 170 à 163 francs.

L'exportation des passementeries d'or et d'argent serait bien plus importante si elle n'était entravée dans beaucoup de pays par des prix de douane excessifs.

Dentelles. La fabrication des dentelles subit une véritable crise, due uniquement à la faveur dont jouissent les broderies sur tulle, et en 1888, la mode s'est encore accentuée dans ce sens, pendant toute l'année. Avec son goût de perpétuel changement, elle s'attache volontiers à ces broderies légères dont on peut, sans frais considérables, varier les dessins à l'infini, et qui présentent ainsi des effets nouveaux incessamment renouvelés. Il faut le dire, ce courant du goût public est très défavorable à notre pays, qui est si bien outillé pour la fabrication des tulles et des imitations de dentelles, mais qui est mal préparé pour soutenir au dehors, la concurrence des nombreux métiers à broder, de Saint-Gall et de la Saxe. Ce sont les produits de ces deux pays qui entravent en ce moment, à l'étranger, la vente de nos tulles et de nos dentelles.

Il y a peu d'années, nos fabriques de Saint-Pierre et de Calais étaient largement occupées et très prospères ; aujourd'hui, leur situation est languissante, en attendant qu'un changement d'orientation de la mode leur apporte de nouveau le mouvement et la vie. Qu'il se produise un revirement dans le goût public, elles retrouveront bien vite leur prospérité des dernières années. Ces alternatives, souvent cruelles, semblent inévitables pour ces industries qui dépendent d'un caprice de la mode. Mais, quelles que soient les épreuves qu'aient subies la fabrique de Saint-Pierre, elle reste le centre industriel le mieux outillé pour la fabrication des tulles et des dentelles.

Tulles de soie. La fabrication de cet article s'est ressentie de la crise qui s'est produite en général dans l'industrie des tulles. Pendant les huit premiers mois de l'année 1888, le chômage a été fréquent ; c'est seulement pendant la dernière partie de l'année que le travail a repris quelqu'activité, à Saint-Pierre. Le chiffre de l'exportation a diminué légèrement, il s'est à peu près maintenu au niveau de ceux de 1886 et de 1887. La fabrique lyonnaise semble être mieux à l'abri des crises, que les fabriques du Nord, et bien qu'elle ait dû accepter elle aussi des prix assez réduits, elle a pu entretenir un assez bon mouvement d'affaires.

Broderie. La broderie donne lieu à un mouvement commercial peu important avec l'étranger ; à l'importation

3,800,000 francs, à l'exportation 680,000 francs, tel est le bilan de ce commerce.

L'organisation de cette industrie, en France, se transforme tous les jours, mais elle est encore insuffisante pour nous permettre de lutter au dehors avec l'Allemagne et la Suisse. Sans doute bien des efforts ont été faits, soit à Saint-Quentin, soit à Argenteuil, soit dans le Nord et on constate tous les jours de nouveaux progrès ; mais nos métiers à broder suffisent à peine à la consommation intérieure, surtout en ce moment, où ils ont à produire, en même temps que les broderies sur coton, des broderies sur tissus de soie et de laine pour garniture de costumes, et ces broderies sur tulles, qui sont si recherchées. Comment pourraient-ils alimenter en outre, une exportation de quelque importance, en face de rivaux aussi puissants que nos voisins de Saint-Gall et de la Saxe?

Lingerie. L'industrie de la lingerie n'est pas en progrès en France. Notre exportation est dans une situation mauvaise, qui pourrait devenir inquiétante, si des efforts énergiques n'étaient pas faits à bref délai pour la relever.

Le chiffre de 1888 est un des plus bas que l'on ait vus depuis vingt ans. De 1874 à 1884, nos exportations s'étaient progressivement relevées de 1,636,000 kilogrammes à 3,372,000 kilogrammes. Mais depuis, elles ont constamment baissé, et nous les trouvons aujourd'hui à 1,736,000 kilogrammes seulement. C'est, en poids, une énorme diminution; la valeur a moins baissé, car, toute la perte doit être mise au compte de la lingerie pour hommes dont la valeur est basse, et les exportations de lingerie pour femmes dont les prix sont élevées, sont au contraire en progrès. La moyenne de la valeur a donc augmenté, pendant que les quantités s'amoindrissaient. Le montant de notre exportation de lingerie était, en 1884, de 40 millions de francs, il est aujourd'hui de 35 millions. C'est encore un chiffre important, mais il ne faut pas le laisser diminuer davantage.

Diverses causes ont amoindri dans une si large mesure l'exportation de la lingerie pour hommes : la hausse persistante de la main-d'œuvre en France, la création au dehors de nouveaux centres de fabrication, l'insuffisance de la protection de nos marques de fabrique à l'étranger.

La lingerie pour la consommation intérieure se fabrique un peu partout; celle pour l'exportation se tire de Paris, de la Seine-Inférieure, du Nord, du Cher, de l'Indre, d'Indre-et-Loire et de la Gironde.

Confection. L'industrie de la confection est pleine de vitalité; elle est absolument maîtresse du marché intérieur, et elle maintient largement le niveau de ses exportations. Le chiffre de l'importation est insignifiant, 4 millions de francs, comprenant les vêtements d'hommes et de femmes et la lingerie cousue. L'exportation est au contraire très considérable; elle est relevée au tableau des douanes pour 47 millions de francs, dont 15 millions de confections pour hommes et 31 millions de confections pour femmes. Ces chiffres sont certainement inférieurs à la réalité, car c'est surtout dans les industries du tailleur, du confectionneur et surtout de la couturière qu'à lieu l'exportation qu'on pourrait appeler invisible. Sur les 50 millions de francs que l'on doit attribuer à cette exportation, on peut en retirer 30 pour la confection, ce qui porterait le chiffre réel de notre exportation de vêtements confectionnés, à 75 millions de francs environ.

L'industrie de la confection pour hommes et celle de la confection pour femmes, présentent des caractères différents, tandis que la première voit son chiffre d'exportation baisser depuis dix ans d'une manière très sensible, s'appliquant surtout à satisfaire à toutes les exigences de la consommation intérieure, dont elle réussit à éloigner les produits étrangers, la seconde est de plus en plus expansive, augmente ses exportations et continue à donner la direction du goût dans tous les pays du monde.

Il se produit ici un fait analogue à celui que nous avons constaté en parlant de la lingerie. Notre supériorité reste incontestée pour la fabrication des objets dans lesquels le goût de l'arrangement, l'entente des couleurs, l'incessante variété des formes jouent le principal rôle; nous trouvons plus de rivaux lorsque ces éléments deviennent secondaires et que le bon marché de sa main-d'œuvre devient le facteur dominant du prix.

L'exportation des confections pour femmes est intéressante en elle-même, elle l'est bien davantage par ses résultats indirects. Ces costumes, ces manteaux confectionnés, qu'on vient nous acheter de tous les pays du monde, et dont beaucoup servent de modèles à nos rivaux étrangers, portent partout notre goût, nos modes, et contribuent pour une large part, à nous amener des ordres en tissus de tous genres. Ce sont eux qui entretiennent partout le goût des produits français. On comprend, en effet, que ces costumes ayant été faits en France, c'est en France qu'on est tout disposé d'abord, à venir chercher les tissus qu'il faut pour les reproduire. Sans doute, beaucoup de confectionneurs étrangers font copier nos modèles avec des tissus de qualité inférieure, fabriqués hors de France, et ils nous enlèvent ainsi un important chiffre d'affaire qui devrait légitimement nous revenir; mais il serait exagéré de croire que toutes les grandes commandes nous échappent ainsi ; beaucoup nous arrivent, et nos usines fabriquent une énorme quantité de tissus destinés à confectionner, à l'étranger, des vêtements faits sur modèles venus de France. A coup sûr, nous verrions diminuer rapidement nos exportations d'étoffes de nouveautés en tous genres, le jour, heureusement impossible à prévoir, où l'habileté et le goût de nos confectionneurs et de nos couturières parisiens, ne feraient plus dans le monde, leur active propagande en faveur des tissus français.

A ces diverses industries, il convient d'ajouter, comme se rattachant au vêtement et à ses accessoires : la chapellerie, dont les principaux centres de fabrication sont Paris et Lyon, puis, Bordeaux, Tarascon, Aix et Nîmes, Albi, et, en outre, pour les chapeaux de feutre de qualité commune : Chazelles (Loire) Romans, Montélimar, Bourg-de-Péage.

Les chapeaux d'*écorce* et de sparte, dont les variétés sont fort nombreuses, se fabriquaient principalement en Alsace ; depuis l'annexion, quelques usines se sont montées dans les Vosges, et elles sont en pleine prospérité.

Quant aux chapeaux de paille, le département où leur fabrication a le plus d'importance, est celui de Tarn-et-Garonne, où elle occupe environ 1,200 ouvriers. Les chapeaux de paille de palmier ou panamas français, étaient autrefois fabriqués en Alsace; après 1870, une partie de cette industrie a été transportée dans les Vosges.

La chapellerie française est dans une bonne situation. Néanmoins, ses exportations ne sont pas en progrès. En 1880, nous vendions à l'étranger pour 9,051,000 francs de chapeaux en feutre, laine ou soie; nous n'en avons plus expédié que pour 6,131,000 en 1888. Pendant cette même période, les importations étrangères restaient à peu près stationnaires, aux environs de 1 million de francs. Quant aux chapeaux de paille et d'écorce, le mouvement d'affaires auquel ils donnaient lieu s'est sensiblement ralenti. Les importations, qui se font généralement en articles bruts, auxquels la fabrication parisienne donne le cachet qui lui est particulier, sont descendues de 19 millions, à 9 millions de 1880 à 1888, et les exportations, de leur côté, ont baissé de 13 millions à 6,689,000 francs.

L'industrie des corsets se divise en deux branches : 1° Le corset cousu, qui comprend la fabrication en gros et la fabrication sur mesure ; 2° Le corset tissé ou sans couture, toujours vendu en gros.

Le centre de la fabrication du corset cousu est Paris,

dont la production annuelle peut être évaluée à près de 8 millions de francs, sur 11 à 12 millions que comprend la production totale de la France ; viennent ensuite : Lyon, Troyes et quelques autres centres moins importants.

L'industrie du corset tissé est aujourd'hui exclusivement localisée à Bar-le-Duc, où elle occupe environ 300 ouvriers et 400 ouvrières.

Ce sont également des industries essentiellement parisiennes que celles des plumes, des articles de modes et des fleurs artificielles ; sans doute, depuis quelques années, nos fabricants rencontrent une concurrence sérieuse pour les articles communs, dans la production de l'angleterre et de l'Allemagne, mais nos articles continuent à obtenir une préférence justifiée par leur bon goût.

Voici quel a été le mouvement de notre commerce extérieur pour ces articles (commerce spécial) en 1888 : l'exportation de fleurs artificielles s'est élevée à 10.580,000 contre 98,000 francs d'importation. Quant aux articles de modes, nous en avons exporté pour 18,330,000 francs, alors que nous n'en avons reçu de l'étranger, que pour 27,000 francs.

C'est également à Paris que se fabriquent les peignes en écaille et les peignes en buffle pour la coiffure, les peignes en imitation d'écaille et en celluloïd. Ces derniers ont porté un certain préjudice aux fabriques de peignes d'Oyonnax (Ain), et de Nantua, qui néanmoins ont encore une grande importance, et emploient environ 1,000 ouvriers. On trouve également des fabriques de peignes en buffle, en os et en bois pour la toilette, à Ezy et dans quelques autres localités du département de l'Eure ; à Saint-Claude (Jura) et dans l'Ariège.

Il faut également considérer comme une industrie essentiellement parisienne, celle des parapluies et ombrelles. Sans doute, ces articles se fabriquent un peu partout, mais Paris donne le ton et le goût à ce genre de produits, tant par l'importance de ses fabriques que par ses incessantes innovations qui rendent tous les pays nos tributaires. L'industrie des parapluies et ombrelles occupe, à Paris seulement, environ 4,500 ouvriers et 7,000 femmes et jeunes filles. La production annuelle peut être évaluée à 45 millions.

A côté de Paris, il s'est créé plusieurs centres de production assez importants, notamment à Bordeaux, Lyon, Aurillac, Angers, Orléans, etc. Ils entrent dans le chiffre de la production totale pour une somme appréciable. Ce développement dans la production de la province doit être attribué à la différence sensible des prix et à celle des frais généraux. Les montures métalliques, presque seules en usage aujourd'hui, se fabriquent à Paris, Lyon et Pont-de-Roide (Doubs).

Les principaux centres de fabrication de l'industrie du bouton sont, après Paris, Briare et Gien dans le Loiret, Meru et Audeville dans l'Oise, Creil et Montereau pour le bouton en porcelaine.

Pour se rendre compte de l'importance de cette industrie, il suffit de rappeler qu'en 1867, l'exportation de ses produits s'élevait à 7 millions de francs et qu'elle a atteint 26,300,000 en 1877, pour redescendre à 12,311,000 en 1887.

Quant à l'importation elle n'atteint pas 900,000 francs.

On peut évaluer à 30,000 le nombre des ouvriers occupés par cette industrie.

Bijouterie, joaillerie. La bijouterie proprement dite a pour matière première l'or et l'argent ; on la qualifie souvent de *bijouterie fine.* Lorsqu'elle associe aux métaux précieux des pierreries dans une notable proportion, elle change de nom et prend celui de *joaillerie.* Lorsqu'elle intervient pour orner les produits d'autres industries, tels que les flacons, les coffres, les armes, on l'appelle *bijouterie de garniture* ou *damasquinée.* Viennent ensuite la bijouterie d'imitation qui comprend le doublé et le doré, puis la bijouterie d'acier et la bijouterie de deuil. Nulle part, autant que chez nous, on ne voit la production des bijoux divisée en un aussi grand nombre de catégories industrielles. Depuis l'affineur qui fournit la matière jusqu'à la polisseuse ou la brunisseuse qui donne la dernière main aux ouvrages, quelle liste d'intermédiaires à parcourir : apprêteurs, ciseleurs, découpeurs, émailleurs, essayeurs, estampeurs, fondeurs, graveurs, guillocheurs, lamineurs, etc.

Paris est en France le siège principal de la fabrication des bijoux ; viennent ensuite Lyon, Marseille, Bordeaux, Toulouse, etc. Pour la joaillerie, elle forme une branche très importante de l'industrie du Jura et de l'Ain. Le Jura possède 6 tailleries de diamants occupant 800 ouvriers et 18 lapidaireries avec 550 ouvriers. Il y a dans l'Ain deux tailleries de diamants.

Les bijoux en faux, c'est-à-dire en métaux autres que le platine, l'or et l'argent, n'entrent plus en France qu'en minime quantité : 2,940 kilogrammes en 1888, pour une somme de 588,000. Nos exportations ont pris, au contraire, des proportions considérables, avec des écarts surprenants d'une année à l'autre, de 33,508,000 en 1886, nous avions atteint, sans transition, 47,562,000 en 1887, pour retomber en 1888 à 37,798,000 francs, sans qu'on puisse alléguer des faits bien précis et pertinents pour justifier l'augmentation de 1887 ou la diminution de 1888 autrement que par le simple effet de l'offre et de la demande, en dehors de toute autre considération étrangère. C'est, en résumé, le plus grand éloge que l'on puisse adresser à cette industrie française, dont la prospérité remonte à peu d'années.

Quant à la bijouterie fine, sa situation ne s'est pas sensiblement modifiée depuis plusieurs années ; elle donne pour le commerce extérieur, à un ensemble de transactions d'environ 15 millions de francs.

A côté de la bijouterie, l'orfèvrerie en argent a également à Paris un mouvement important d'affaires, ainsi que l'orfèvrerie de plus en plus populaire en maillechort et en cuivre argenté, qui, à elle seule, occupe 2,000 ouvriers.

Voici quel a été, pendant les dernières années, le mouvement du commerce extérieur de la bijouterie et de l'orfèvrerie :

Années	Importations	Exportations
	francs	francs
1887	7.515.000	64.200.000
1888	9.473.000	53.500.000
1889	15.517.000	60.180.000

Plusieurs des produits dont nous venons de parler rentrent dans ce qu'on appelle l'*article de Paris* : notamment les peignes, les fleurs artificielles, les plumes, les parapluies et ombrelles, les boutons.

L'article de Paris comprend encore : les postiches ou ouvrages en cheveux, les éventails, la bimbeloterie, les articles de gainerie et nécessaires, les portefeuilles et articles de maroquinerie et enfin la tabletterie. Le *Dictionnaire* a étudié ces diverses industries d'une façon suffisamment complète, nous n'y reviendrons pas. Donnons seulement quelques chiffres sur le mouvement d'affaires auquel elles ont donné lieu en 1889 :

	Exportations	Importations
	francs	francs
Tabletterie.	16.145.000	1.338.000
Eventails	1.666.000	336.000
Cheveux.	121.000	17.000
Bimbeloterie.	71.904.000	6.179.000
Maroquinerie	11.108.000	4.168.000

Cuirs et peaux. L'industrie des cuirs et peaux a pris en France une grande extension. Ses importations et ses exportations dépassent 400 millions par an. Il y a des tanneries et des corroieries un peu partout, mais il faut citer, comme centres principaux : Paris, Nantes, Chateaurenault (Indre-et-Loire), Givet, Pont-Audemer, Lyon, Millau, Graulhet, etc., dont les produits sont appréciés en France et à l'étranger.

Pour la mégisserie, il faut citer particulièrement Saint-Junien, Chaumont et Annonay. Dans la Charente, le Poitou et la Touraine, se préparent les peaux blanches et les cuirs blancs. Les maroquins se préparent surtout à Choisy-le-Roi. La chamoiserie ou préparation des peaux de chamois pour la ganterie et la sellerie, est l'industrie principale de Niort; le chamoisage de la grosse peau, dite de buffle, se fait surtout dans la vallée de l'Eure.

Non seulement la tannerie française met en œuvre les produits de l'élevage national, mais elle travaille encore une grande quantité de peaux brutes importées de l'étranger.

Voici quel a été le mouvement des importations de peaux et pelleteries brutes durant ces dernières années. (Commerce spécial).

Années	Quantités	Valeur
	1,000 kilogr.	francs
1875	74.251	203.300.000
1880	67.007	160.000.000
1885	78.899	187.700.000
1886	79.000	174.800.000
1887	77.251	152.800.000
1888	70.364	135.100.000

Signalons ce fait que les importations de peaux et de pelleteries brutes qui, à un moment, avaient atteint 200 millions de francs, n'étaient plus en 1888 que de 135 millions. Un mouvement en sens inverse s'est produit à l'exportation qui, de 1887 à 1888, s'est élevée de 57 millions à 69 millions de francs. Il serait intéressant de connaître les causes de ces différences si accentuées dans le mouvement commercial de ces matières premières ; nous n'avons aucune raison de supposer que la fabrication et la consommation aient diminué à l'intérieur : la conséquence serait que le pays se suffit de plus en plus avec ses propres ressources.

Quelques chiffres suffisent, d'ailleurs, pour prouver que l'industrie des cuirs et peaux ne périclite pas. Depuis dix ans, nous tirons de l'étranger, chaque année, de 30 à 40 millions de *peaux préparées* ; le chiffre de 42 millions atteint en 1883 s'est graduellement abaissé jusqu'à 31 millions en 1888. D'autre part les expéditions de l'article français se maintiennent aux environs de 100 millions.

Quant aux ouvrages en peaux et en cuir, nos achats à l'étranger ne dépassent guère 9 millions de francs et la valeur de nos expéditions varie entre 160 et 170.

L'industrie de la cordonnerie est toujours très importante. Depuis la fabrication mécanique des chaussures, il s'est fondé en France de grandes usines qui occupent de 500 à 2,500 ouvriers et exportent chaque année leurs produits pour une valeur considérable. Citons notamment les fabriques installées à Paris, Liancourt (Oise), Lillers (Pas-de-Calais), Nantes, Limoges, Bordeaux, Marseille et Fougères (Ille-et-Vilaine).

Nantua, Longwy (Meurthe-et-Moselle), Stenay (Meuse) et Ivry-la-Bataille (Eure), fabriquent spécialement les chaussures à bon marché.

Les chaussures de fabrication étrangère n'ont pas de débouchés sérieux en France, alors que nous trouvons au delà de nos frontières l'écoulement de l'article français pour une somme qui dépasse annuellement 71 millions. Toutefois, en 1889, son commerce extérieur a perdu 7 millions.

Quant à la ganterie, ses deux principaux centres sont Paris et Grenoble. Viennent ensuite Chaumont et Lunéville qui travaillent surtout pour l'exportation, Milhau, Saint-Junien, Niort, Vendôme, Valence, etc.

D'autres villes, telles que Nancy, Lyon, Reims, Blois, Tours, Dijon, etc., fabriquent quelques gants pour la consommation locale.

La ganterie occupe environ 70,000 personnes qui se répartissent comme suit :

Chamoiseurs et mégissiers, ouvriers en rivière, de palisson, etc.	6.000
Teinturiers, brasseurs, ouvreurs, etc.	2.000
Gantiers, trieurs, dépeceurs, étavillonneurs, raffineuses et boutonneuses.	7.000
Couseuses, piqueuses, entrepreneuses et intermédiaires.	55.000

La valeur au prix coûtant des objets fabriqués en ganterie de peau, peut être évaluée à 80 millions de francs environ par an, sur lesquels les matières premières peuvent être estimées à 50 millions. Sur ce chiffre, la France consomme environ 30 0/0. Les marchés principaux qui reçoivent l'excédent sont : l'Angleterre et les colonies anglaises, l'Amérique du Nord et le Canada, l'Amérique du Sud et la Russie.

Nos exportations en ganterie se sont élevées à 40,130,000 francs en 1887, à 47,600,000 en 1888 et à 51,714,000 en 1889.

Arts chimiques et produits chimiques. Nous comprendrons sous cette rubrique, la parfumerie, la savonnerie, la fabrication des bougies, les usines à gaz et, enfin, sous la dénomination de *produits chimiques*, une foule d'articles, dont il serait trop long de faire l'énumération.

Parfumerie. L'industrie de la parfumerie a pris en France une importance relativement considérable, et plusieurs marques françaises sont connues et appréciées du monde entier. Paris fabrique surtout de la parfumerie fine, et les maisons Pinaud, Violet, Guerlain, Piver, font un important commerce d'exportation. Mais c'est dans les Alpes-Maritimes, à Nice, Cannes et Grasse, que cette industrie a les manufactures les plus importantes. Il convient de citer également celles de Marseille, de l'Hérault et de la Drôme.

Notre exportation en articles de parfumerie se maintient à un bon chiffre. Nous en avons exporté pour 7,400,000 francs en 1875 ; 7,900,000 en 1880 ; 8 millions en 1885 et 9,600,000 en 1888. Quant aux importations de produits étrangers, y compris les savons, elles dépassen à peine 500,000 francs.

Savons. L'industrie de la savonnerie est également bien développée en France. Elle y compte environ 350 établissements, occupant plus de 5,000 ouvriers. Leur production annuelle peut être évaluée à 106 millions de francs. Voici quels sont les départements où cette industrie a le plus d'importance :

Départements	Etablissements	Ouvriers	Production
			francs
Alpes-Maritimes	17	110	1.400.000
Bouches-du-Rhône	96	1.234	47.500.000
Hérault	1	169	1.200.000
Nord	55	645	9.250.000
Pas-de-Calais	25	106	2.500.000
Rhône	11	112	6.750.000
Seine	42	1.499	18.500.000
Seine-Inférieure	12	158	7.000.000
Var	7	169	2.960.000
Vaucluse	13	137	3.475.000

Comme la parfumerie proprement dite, la savonnerie est parvenue jusqu'à ce jour, à barrer la route à la concurrence étrangère. Mais, sur les marchés de l'extérieur, elle maintient difficilement la situation qu'elle avait conquise. La valeur de son exportation qui était de 8,900,000 francs en 1875; de 8,300,000 en 1880, est tombée peu à peu à 8,100,000 francs en 1885; 7,700,000 en 1886; 6,700,000 en 1887; 6,300,000 en 1888 et enfin 6,760,000 en 1889.

Ainsi que nous l'avons dit, notre savonnerie est restée jusqu'à ce jour absolument maîtresse du marché national, et les importations étrangères ont à peine atteint 164,000 francs en 1889.

Bougies. La fabrication des bougies occupe en France plus de 3,700 ouvriers, et la production annuelle peut être évaluée à 72 millions de francs. Les principaux départements dans lesquels cette industrie s'est développée, sont, par ordre d'importance : Les Bouches-du-Rhône, le Rhône, la Seine, la Somme, le Pas-de-Calais, l'Hérault et la Côte-d'Or.

Nos exportations de bougies qui s'élevaient à 8,100,000 francs en 1875, étaient tombées à 1,700.000 francs en 1880. Depuis lors, elles ont regagné un peu du terrain perdu et se sont relevées à 3,500,000 francs en 1885; 3,900,000 en 1886; 3,500,000 en 1887; 4,200,000 en 1888 et 4,840,000 en 1889.

Quant aux importations étrangères, elles n'ont pas atteint 100,000 francs en 1889.

Les *usines à gaz* sont installées partout où les besoins de la consommation les rendent nécessaires. Il en existe actuellement en France, environ 800, occupant près de 15,000 ouvriers, et produisant annuellement environ 600 millions de mètres cubes de gaz, qu'on peut évaluer à 150 millions de francs.

Produits chimiques. Les articles compris sous cette dénomination générale sont très nombreux, et il faudrait pour les esquisser tous en détail sortir des proportions de cet article. Le *Dictionnaire* a, d'ailleurs, consacré à chacun d'eux une étude suffisamment complète.

L'industrie des produits chimiques s'est considérablement développée en France, depuis quarante ans. Elle est répandue un peu partout. Citons, néanmoins, parmi les centres les plus importants de fabrication, Salindres, Dombasles, l'usine de Chauny (Aisne), succursale de la manufacture de glaces de Saint-Gobain, et qui produit des quantités considérables d'acide sulfurique, d'acide muriatique, de sulfate de soude, de soude brute, de cristaux de soude, etc.

Les établissements de Loos, La Madeleine et Saint-André (Nord), de Corbehem (Pas-de-Calais), de Saint-Roch-lès-Amiens (Somme), livrent au commerce les acides minéraux, la potasse, le chlorure de chaux, le noir animal.

Les usines de Chessy et de Saint-Bel (Rhône), fabriquent l'acide sulfurique avec les pyrites extraits des minerais; ils livrent au commerce 25 à 30,000 kilogrammes d'acide sulfurique par jour. Les usines de Cherbourg, de Rouen, fabriquent surtout les produits chimiques employés dans la teinture, l'impression et le blanchiment; celle du Conquet (Finistère) fabrique l'iode, l'iodure de potassium et le brôme. Enfin, Paris est le centre d'une industrie chimique très importante. Il existe, notamment, à Aubervilliers, Clichy, Saint-Denis, Choisy-le-Roi, des établissements considérables.

L'industrie des produits chimiques occupe une large place dans le mouvement de notre commerce extérieur. Il faut remarquer, toutefois, que nos exportations ne contrebalancent pas les importations étrangères qui, depuis dix ans, n'ont fait qu'augmenter, ainsi qu'on pourra s'en rendre compte ci-après :

Années	Importations	Exportations
	francs	francs
1875	44.200.000	45.800.000
1880	37.600.000	56.700.000
1885	53.000.000	53.400.000
1886	55.800.000	48.400.000
1887	66.900.000	48.100.000
1888	80.000.000	45.600.000
1889	90.100.000	52.000.000

On voit que, si nos exportations n'ont guère diminué depuis dix ans, les importations étrangères, en revanche, ont plus que doublé. L'augmentation de la consommation de ces articles en France, a surtout profité à l'industrie étrangère.

Disons un mot, en terminant, de l'industrie de la fabrication des allumettes, qui est l'objet d'un monopole et ne peut, par conséquent, pas se développer suivant le jeu de la libre concurrence. Les usines où l'on fabrique les allumettes sont situées à Marseille (Prado, La Belle-en-Mere), à Paris (la Villette, Pantin, Aubervilliers), à Angers, Nantes, Châlons-sur-Saône, Blenod-les-Pont-à-Mousson, Bordeaux et Saintines.

Céramique et Verrerie. L'industrie de la céramique comprend la fabrication de la porcelaine, de la faïence, des poteries et d'autres produits plus communs, tirés de la terre argileuse, tels que briques, tuiles, etc.

Si on excepte la manufacture nationale de Sèvres, dont nous parlerons plus loin, on peut dire que la fabrication de la porcelaine est entièrement concentrée à Limoges, dans le département du Cher, à Vierzon, Saint-Amand, Montrond et à Mehun-sur-Yèvre, et dans celui de l'Allier, à Champroux. On trouve également des fabriques à Bayeux (Calvados) et à Saint-Gaudens (Haute-Garonne).

La matière première de la porcelaine est le kaolin, que l'on extrait à Saint-Yrieix (Haute-Vienne).

A Limoges, l'industrie de la porcelaine, qui occupe près de 4,000 ouvriers, fait les objets les plus divers, depuis les articles communs et de grande consommation, jusqu'à ceux de luxe et de fantaisie, dont quelques-uns sont de véritables œuvres d'art. Une partie de ces derniers produits, au lieu d'être terminés sur place, sont envoyés à Paris, où les fabricants les font décorer par des ouvriers habiles.

Quant à la porcelaine dite *opaque*, elle est fabriquée principalement dans le Nord, l'Oise, Seine-et-Marne, la Gironde, le Loiret et dans Meurthe-et-Moselle.

Les *Faïences* ou poteries fines, fabriquées avec de l'argile plastique et recouvertes d'un émail opaque, servent à revêtir les poêles et cheminées et sont employées, simples ou décorées, pour la vaisselle de table.

Outre Paris, qui ne semble étranger à aucune industrie, il faut citer pour les faïences fines; Montereau (Seine-et-Marne), Creil (Oise), Choisy-le-Roi (Seine), Gien (Loiret) et enfin Bordeaux.

Les faïences communes et la poterie ordinaire, qui est, du reste, très répandue, viennent principalement de Nevers, Lunéville, Tours, Paris, de la Drôme, du Morbihan, du Finistère, etc.

D'après la dernière statistique, il y aurait, en France, 339 établissements fabricant de la céramique et 150 occupés à la décoration. Ils emploieraient, les premiers 22,000 ouvriers et les seconds 3,200.

L'ensemble de la production annuelle peut être évaluée à 31,500,000 francs pour la porcelaine ordinaire, à 15,700,000 pour la porcelaine opaque et à 30,500,000 pour la faïence.

Voici, d'ailleurs, comment se répartit cette production dans les principaux départements (valeurs en milliers de francs) :

Départements	Porcelaine ordinaire	Porcelaine opaque	Faïence
Allier	35	»	»
Calvados	290	»	»
Cher	1.538	»	515
Drôme	30	»	1.164
Finistère	54	»	645
Gironde	»	1.800	»
Loiret	»	4.000	2.500
Meurthe-et-Moselle	»	1.450	4.250
Nièvre	»	317	350
Morbihan	»	»	1.300
Nord	»	4.250	»
Oise	»	1.800	1.550
Saône-et-Loire	»	»	2.215
Seine	6.970	»	3.290
Seine-et-Marne	150	1.400	75
Haute-Vienne	10.000	»	15

Les grès se fabriquent surtout à Savignies-la-Poterie et la Chapelle-aux-Pots (Oise), Sars-Poteries (Nord) et dans la Seine-Inférieure, à Forges-les-Eaux. Quant aux briques et tuiles, on en produit partout où se rencontrent des terres convenables pour leur fabrication. Cependant, les tuiles et briques de la Bourgogne jouissent d'une renommée spéciale, notamment, celles de Montchanin-les-Mines et de Saint-Romain (Saône-et-Loire).

Pour la porcelaine, nos exportations qui, en 1880, s'élevaient à 10,909,000 francs, n'étaient plus, en 1888, que de 8,475,000 francs. Comme, d'autre part, les importations étrangères ont passé de 1,969,000 francs à 3,870,000 francs, on est forcé de reconnaître que cette industrie n'est pas en progrès.

Quant aux faïences, leur situation est meilleure : nos exportations, qui étaient de 2,109,000 francs en 1880, ont atteint en 1888, 2,803,000 francs, alors que les importations étrangères tombaient de 2,730,000 à 1,509,000 francs.

Verres et Cristaux. L'industrie verrière peut être divisée en plusieurs catégories : la fabrication des bouteilles, celle des verres à vitres ou verre blanc, la gobeletterie ou fabrication des verres, carafes et autres ustensiles, servant pour la table et la toilette, et enfin, la cristallerie.

Il y a en France 135 établissements de verreries ou de cristalleries, dont la production totale annuelle peut être évaluée à 86,800,000 francs.

Le centre le plus important pour la fabrication des bouteilles et des verres à vitre, est Rive-de-Gier (Loire). On trouve aussi l'industrie verrière assez développée dans d'autres régions, surtout dans celles où l'abondance de la houille la favorise, notamment à Fresnes, Anzin, Aniche, dans le Nord, à Vierzon (Cher), à Chagny, Blanzy, Epinac (Saône-et-Loire), à Givors (Rhône), à Folembray et Premontré (Aisne), à Carmaux (Tarn), à Clairey (Vosges), etc.

Quant à la cristallerie, les établissements les plus importants, et dont, d'ailleurs, les noms sont universellement connus, sont ceux de Baccarat (Meurthe-et-Moselle), Saint-Louis, Clichy (Seine) et Pantin.

Nous indiquons, ci-après, pour les principaux départements, le nombre d'établissements verriers en activité, celui des ouvriers qu'ils emploient et l'évaluation de leur production annuelle (V. le tableau en tête de la colonne suivante.

Nos exportations en verreries et cristaux sont restées à peu près stationnaires depuis dix ans. Elles étaient de 12,294,000 francs en 1880 et, en 1888, elles avaient gagné quelques centaines de mille francs (12,530,000

Départements	Etablissements	Ouvriers	Valeur de la production
			francs
Aisne	4	1.066	2.982.000
Allier	2	475	2.400.000
Bouches-du-Rhône	4	570	1.842.000
Gironde	7	600	2.160.000
Loire	13	1.415	1.618.000
Marne	2	572	3.401.000
Meurthe-et-Moselle	4	2.901	11.900.000
Nord	25	2.857	9.600.000
Orne	2	262	1.125.000
Rhône	7	716	7.560.000
Seine	16	2.800	14.590.000
Seine-Inférieure	9	867	4.620.000
Tarn	1	606	1.470.000
Vosges	2	590	2.000.000

francs). Malheureusement, pendant ce temps, les importations étrangères passaient de 6,924,000 francs à 10,180,000 francs.

Quant à l'industrie des bouteilles, sa situation laisse encore plus à désirer. Les importations étrangères sont à peu près nulles, mais nos exportations sont tombées de 9,043,000 francs, à 6,850,000 francs, de 1880 à 1888. Cette industrie est entravée dans ses efforts par l'exagération du prix de la main-d'œuvre.

Glaces. La plus importante et la plus connue de nos manufactures de glaces, est celle de Saint-Gobain (Aisne), avec succursale à Chauny, dans le même département. Elle fabrique annuellement 200,000 mètres carrés de glaces. Après elle, il faut citer les manufactures de Saint-Quirin et Cirey (Meurthe-et-Moselle), celle de Montluçon (Allier) et enfin les fabriques d'Aniche (Nord). La production annuelle de ces établissements qui, réunis, occupent près de 3,000 ouvriers, peut être évaluée à 27 millions de francs, qui se répartissent ainsi :

Départements	Etablissements	Ouvriers	Valeur de la production
			francs
Aisne	2	924	2.500.000
Allier	1	394	3.500.000
Meurthe-et-Moselle	1	550	5.000.000
Nord	3	914	8.735.000
	7	2.782	26.735.000

Nos manufactures de glaces luttent avec succès non seulement à l'intérieur, mais même sur les marchés étrangers. Leur exportation annuelle se maintient aux environs de 5 millions de francs et l'importation étrangère atteint à peine 500,000 francs.

Rappelons, en terminant ce court exposé de l'industrie céramique et verrière en France, que l'industrie du vitrail semble, depuis quelques années, en train de reprendre son ancienne splendeur. Le *Dictionnaire* a, d'ailleurs, signalé les efforts qui sont faits par plusieurs peintres en vitraux.

Papeteries. L'industrie du *papier* s'est surtout développée depuis l'invention des procédés de fabrication mécanique. Il y a actuellement en France plus de 500 établissements fabriquant le papier et le carton ; ils occupent plus de 30,000 ouvriers et leur production annuelle peut être évaluée à environ 113 millions de francs. Parmi les plus importantes papeteries il faut citer celles d'Essonnes (Seine-et-Oise), des Marais (Seine-et-Marne),

d'Angoulême, d'Annonay (Ardèche), de Rives (Isère), d'Etival (Vosges), de la Haye-Descartes (Indre-et-Loire), etc. Pour le papier à cigarettes, les fabriques Abadie dans l'Orne et Bardou dans les Pyrénées-Orientales.

Voici, d'ailleurs, comment se répartit la fabrication du papier dans les départements où cette industrie a pris une certaine importance :

Départements	Etablissements	Ouvriers	Production	
			Quantité q. m.	Valeur
			P. C.	milliers de fr.
Ardèche	16	1.814	64.600	6.500
Ariège	9	592	25.700	3.150
Calvados	7	328	40.500	2.369
Charente	22	2.264	60.600	7.600
Doubs	7	1.745	42.900	4.365
Eure-et-Loir	4	549	25.000	2.300
Haute-Garonne	10	601	37.000	2.480
Isère	34	3.348	90.000	8.100
Pas-de-Calais	19	1.619	115.000	6.195
Puy-de-Dôme	24	768	26.000	1.960
Sarthe	8	529	91.500	5.985
Seine	20	715	110.000	4.920
Seine-et-Oise	12	1.390	122.000	7.290
Somme	7	200	50.600	2.200
Vaucluse	26	943	55.000	4.800
Haute-Vienne	28	974	81.700	3.080
Vosges	25	1.675	117.000	9.475

Pour le *papier peint*, le centre de la fabrication est Paris où elle occupe plus de 5.000 ouvriers et où sa production annuelle atteint 28 millions de francs. Il existe également des fabriques importantes à Lyon, Caen, Toulouse, Epinal, Le Mans, Balagny (Oise), etc.

Nos exportations de papier et de carton ne sont pas en progrès depuis dix ans; en 1880, elles atteignaient 25 millions de francs et, en 1889, elles n'étaient plus que de 15,179,000 francs. Quant aux importations, elles sont également en décroissance (7,280,000 francs en 1889 contre 10,231,000, moyenne des dix dernières années). Ce fait tendrait à prouver que la fabrication française consacre surtout ses efforts à lutter sur le marché intérieur.

Imprimerie. Comme c'est à Paris que paraissent la plupart des publications périodiques ou autres, c'est là également et dans les environs que l'industrie de l'imprimerie a pris le plus d'importance.

Parmi les maisons d'impressions les plus anciennes et les plus importantes, il faut citer, après l'Imprimerie Nationale, les maisons Didot, Lahure, Plon, Chaix, Paul Dupont, Quantin, etc.; en province, les maisons Mame, à Tours; Oberthur, à Rennes; Danel, à Lille; Berger-Levrault, à Nancy. On compte aussi de grands établissements à Lyon, Avignon, Rouen, Limoges, Toulouse, etc.

Pour la lithographie, la gravure sur acier, sur cuivre, sur bois, l'imagerie, Paris tient également la tête. Epinal est célèbre pour son imagerie à bas prix.

On a imprimé en France, en 1889, 14,849 ouvrages différents, soit une moyenne de 400 volumes par jour.

Librairie, éditeurs. Parmi les maisons d'impressions que nous venons de citer, plusieurs font également de l'édition.

Mais la plupart des libraires ne fabriquent pas eux-mêmes les livres qu'ils publient. Citons, parmi les plus importantes maisons d'édition, presque toutes situées à Paris, en outre de Mame, Plon, Didot, que nous avons déjà nommés, Hetzel, Hachette, Lemerre, Charpentier, Garnier, Baillière, Delagrave, Delalain, Belin, Poussielgue frères, Victor Palmé, Ollendorf, Masson, etc.; enfin pour les éditions musicales, Heugel, Brandus, Grus, Lemoine, etc.

Dans cette énumération rapide, nous n'avons fait qu'effleurer la liste des nombreuses maisons qui ont donné l'industrie du livre en France, une importance de premier ordre.

Depuis dix ans, la moyenne de nos exportations annuelles de livres, gravures et lithographies, dépasse 28 millions de francs. Il faut, toutefois, reconnaître que, pendant la même période, les importations étrangères ont augmenté dans des proportions notables; de 1877 à 1886, la moyenne des importations était, pour les livres, de 5,930,000 francs; pour les gravures, de 1,960,000 et pour les lithographies, de 6,486,000. En 1889, elles se sont élevées à 7,430,000 francs pour les livres, 2,650,000 pour les gravures, et 13,025,000 pour les lithographies, pour ce dernier article, elles ont donc plus que doublé.

Batiment, Meubles, Articles en bois. L'industrie du bâtiment existe, dans toutes les communes de France, et elle y est plus ou moins active, suivant que l'augmentation de la population, la création de nouveaux centres d'industrie rendent nécessaires des constructions nouvelles.

A Paris, l'industrie du bâtiment qui occupe environ 80,000 ouvriers, vient de traverser une crise assez longue et, en ce moment, les projets de revision de l'impôt foncier sur les propriétés bâties, sont plutôt de nature à l'arrêter.

Quant à l'industrie du meuble, elle est, pour ainsi dire, exclusivement parisienne, c'est dans le quartier du faubourg Saint-Antoine qu'elle est centralisée. Néanmoins, la province a aussi des ateliers considérables, notamment à Bordeaux, Lyon (fabrication des sièges), Notre-Dame-de-Thil (Oise), Moulins, Nevers, etc.

Le meuble français est très apprécié à l'étranger et nos exportations témoignent de la prospérité de notre industrie. En 1880, elles s'élevaient à 14,646,000 francs; et en 1889, elles ont atteint 16,746,000. Les importations étrangères ne dépassent guère 5 millions de francs.

Carrosserie. C'est encore Paris qui est le centre le plus important de l'industrie de la carrosserie. Elle y occupe 30,000 ouvriers et ses produits sont renommés pour leur élégance. Il existe également en province un assez grand nombre de fabriques de voitures, dont l'une des plus renommées est celle de Sancoins (Cher).

D'après le recensement du ministère des finances pour le paiement de la taxe, le nombre des voitures suspendues pour le transport des personnes, est évalué à 900,000; si on estime à 1,000 francs la valeur moyenne d'une voiture, on voit qu'elles représentent 900 millions. Ce matériel est renouvelé tous les dix ans, ce qui représente pour la consommation intérieure une production moyenne de 90 à 100 millions par an; si l'on y ajoute les exportations, déductions faites des importations, soit 5,169,000, on voit que la production annuelle peut être évaluée à plus de 100 millions.

L'industrie de la carrosserie est en progrès marqué; en 1880, ses exportations n'atteignaient que 3,100,000 francs contre 5,450,000 d'importations étrangères; en 1889, elle a exporté pour 9,669,000, et les importations sont tombées à 4,400,000 francs.

Pour terminer cette étude sommaire de la situation économique en France, nous allons passer rapidement en revue les régions agricoles et industrielles de notre pays.

On divise généralement la France en quatre régions agricoles :

1° La région des oliviers, sur les bords de la Méditerranée où l'on cultive également le mûrier, le figuier, l'oranger et le citronnier.

2° La région du maïs et des vignes sans abri, dont les limites sont tracées par une ligne droite allant de

Bordeaux à Nancy, en passant par Bourges, Auxerre et Chaumont.

3° La région des vignes et céréales qui ne s'élève pas au-dessus de Nantes, Angers, Le Mans, Paris, Laon, Mézières.

4° La région des céréales et des pâturages qui comprend la Bretagne, la Normandie et tout le nord de la France.

Quant aux régions industrielles, elles peuvent être classées ainsi qu'il suit : 1° le midi, la vallée du Rhône; 2° le sud-ouest et le centre; 3° l'ouest et le nord-ouest; 4° nord et est.

Dans la première région, il y a des centres éminemment industriels, ce sont ceux de Lyon et de Saint-Etienne. A Lyon et aux environs est le siège de la belle industrie des soieries, à Tarare sont situées les fabriques de mousseline. Dans la Loire, on trouve de grands centres de production : ce sont Saint-Etienne où se fabriquent les rubans, les armes, la verrerie et où existe également un centre minier important; Rive-de-Gier, renommé par ses fabriques d'acier, ses forges, ses verreries ; Saint-Chamond, où sont situées les fabriques de lacets; Terrenoire, célèbre par ses forges.

Dans les Cévennes, on trouve un grand nombre d'établissements consacrés à la production et aux premières préparations de la soie. Citons en première ligne, Nimes, Sommières, Saint-Jean-du-Gard, Anduze, etc. Nous rencontrons dans la même contrée, les houillères de la Grand'Combe, les usines d'Alais et un grand nombre d'ateliers consacrés au moulinage de la soie.

Plus bas on rencontre les fabriques de drap de Lodève, Bédarieux, Mazamet, les établissements métallurgiques d'Aubin et de Decazeville, le bassin houiller de Graissessac.

A Cette, se trouve un centre important pour la fabrication des liqueurs et des vins de raisins secs.

Signalons également dans le département de Vaucluse l'industrie de la soie et celle de la garance, les fabriques d'huile de la Provence et les grands ateliers de construction de la Seyne.

Dans la région du sud-ouest et du centre, vient en première ligne le centre bordelais, où se trouvent les industries qui concourent à la manipulation des vins. La ville de Bordeaux possède un certain nombre d'établissements industriels.

Les villes de Niort et Angoulême sont connues, la première, par ses fabriques de ganterie, et la seconde, par ses importantes papeteries.

Dans le centre proprement dit, il convient de signaler les fabriques de porcelaine de Limoges, les établissements métallurgiques de Montluçon, Commentry et de Fourchambault, les fabriques de glaces de Montluçon, de tapisseries d'Aubusson et de Felletin, les fabriques de draps de Romorantin.

La Nièvre, l'Allier et le Cher sont le siège d'établissements métallurgiques importants, sans parler du Creusot, dans Saône-et-Loire.

Dans le Puy-de-Dôme se trouve un centre très important de fabriques de coutellerie.

La région de l'ouest et du nord-ouest comprend le Maine, la Vendée, la Bretagne et la Normandie. Cette région n'est pas très industrielle. Il y existe toutefois quelques centres importants. Laval est renommé pour ses toiles de fil, et Cholet pour ses mouchoirs. Angers possède quelques établissements industriels, mais le département du Maine-et-Loire est plus connu par ses carrières d'ardoises exploitées à Trélazé et par le commerce des vins mousseux de Saumur.

La Normandie a quelques centres industriels consacrés à la fabrication des tissus : Mortagne, Vire, Condé-sur-Noireau, La Ferté-Macé, Flers. On y fait également de la dentelle à Caen, à Bayeux et à Alençon.

La fabrication des épingles et de la tréfilerie occupe un nombre d'ouvriers assez important à Laigle et dans les environs.

Le département de la Seine-Inférieure est l'un des plus considérables au point de vue industriel. A Rouen et dans les environs, à Bolbec, sont situés de nombreux ateliers pour la filature, le tissage mécanique, l'impression ou la teinture du coton. Elbeuf, Louviers, sont renommés pour la fabrication des draps et pour leurs filatures de laine.

On doit citer également en Normandie les fonderies de Romilly, les tréfileries de Tillières, les manufactures de Pont-Audemer, Gisors, Fleury-sur-Andelle, etc.

Les régions du Nord et de l'Est sont les plus industrielles. La houille est exploitée à Anzin, à Lens et dans beaucoup d'autres centres.

Les forges du Nord sont nombreuses et sont situées à Denain, Anzin, Maubeuge, Hautmont. Les fabriques de sucre de la Somme, du Pas-de-Calais, du Nord, de l'Aisne, sont nombreuses et des plus importantes.

Quant aux industries textiles, on les rencontre à Roubaix, Tourcoing, Sedan, Amiens, au Cateau, à Saint-Quentin, à Lille, à Armentières, à Halluin, à Fourmies.

Reims mérite également une mention spéciale pour l'industrie lainière. La coutellerie de la Haute-Marne conserve son ancienne réputation.

Dans l'Est, on trouve les filatures de coton de Saint-Dié, les broderies de Nancy et de Mirecourt, les fabriques d'horlogerie de Beaucourt, de Montbéliard, de Besançon. Il faut citer aussi les villes de Morez et de Saint-Claude, dans le Jura, dont l'importance industrielle est considérable, soit pour la quincaillerie, la lunetterie, soit pour la tabletterie et la tournerie du bois.

Nous n'avons pas fait figurer les industries parisiennes dans cette courte nomenclature. Elles sont excessivement variées. Paris et sa banlieue fabriquent les produits les plus divers, depuis les machines et les objets de grosse métallurgie, jusqu'à l'éventail et les mille bibelots délicats et élégants dont la renommée est universelle. Nous avons vu, d'ailleurs, qu'en dehors de ce qu'on appelle l'*article de Paris* proprement dit, certaines industries, telles que celle du meuble, sont presque exclusivement concentrées à Paris, qui est bien le centre industriel et commercial de la France comme il en est également le centre intellectuel et politique.

Voies de communications. Pour le transport de ses produits agricoles, minéraux et industriels, la France a un réseau de voies de communications très complet et qui s'augmente tous les jours dans ses chemins de fer, routes et canaux. Ajoutons pour le commerce avec l'extérieur ses grands ports marchands et sa marine marchande.

Chemins de fer. Les chemins de fer français comprennent sept grands réseaux. Les lignes : 1° du Nord ; 2° de l'Est; 3° de Paris à Lyon et à la Méditerranée ; 4° du Midi ; 5° d'Orléans ; 6° de l'Ouest et enfin 7° le réseau de l'Etat. Un certain nombre de lignes d'intérêt local ou à voie étroite sont exploitées par des compagnies diverses.

Les chemins de fer continuent à se développer en France. Il a été ouvert en 1889, 543 kilomètres de lignes d'intérêt général et 558 kilomètres de lignes d'intérêt local.

Quant à la longueur kilométrique exploitée, elle était, au 15 juin 1890, de 36,067 kilomètres se répartissant ainsi qu'il suit :

Etat	2.532	kilom.
Six grandes Compagnies	30.389	—
Compagnies diverses	254	—
Intérêt local	1.609	—
Voie étroite	1.385	—

La construction des nouvelles lignes de chemins de fer se ralentit un peu. En effet, les lignes stratégiques sont

aujourd'hui à peu près terminées et le réseau français commence à être assez complet. Il reste beaucoup à faire il est vrai, mais les prix de revient des lignes à voie ordinaire sont très considérables et il est permis de penser qu'à cause de cette situation ce sont surtout des lignes à voie étroite que l'on construira désormais.

En ce qui concerne les lignes d'intérêt général, le nombre d'actions émises par les diverses compagnies de chemins de fer, est de 3,059,000 pour les grandes compagnies et de 220,222 pour les compagnies secondaires. Elles représentent, pour les premières, un capital réalisé de 1,469,894,564 francs et, pour les secondes, de 98,643,000 francs.

Le capital amorti était, au 31 décembre 1888, de 64,945,000 francs, dont 135,000 francs pour les compagnies secondaires.

Les obligations émises à la même époque s'élevaient à 31,419,206 francs pour les grandes compagnies et de 336,970 pour les compagnies secondaires.

Le capital à amortir était de 16,071,953,550 francs, dont 168,485,000 francs pour les compagnies secondaires et le capital amorti de 1,110,874,700 francs pour 2,111,580 obligations. Dans ces derniers chiffres, les compagnies secondaires figurent pour 16,674 obligations et 8,222,000 francs. Les subventions fournies par l'Etat et les localités au 31 décembre 1887 en argent et en travaux s'élevaient à 3,320,819,437 francs pour l'Etat et à 226,780,271 francs pour les subventions locales. Les dépenses des compagnies s'élevaient à la même époque à 10,142,552,091 francs.

Pour les lignes d'intérêt local, le capital réalisé était de 53,204,240 francs et le nombre des actions émises de 116,671. Le montant du capital amorti de 851,500 francs, le nombre des actions amorties de 1,778.

A la même époque, 319,114 obligations avaient été émises et le capital réalisé s'élevait à 112,845,588 francs. Le capital à amortir était de 157,523,350 francs, celui du capital amorti de 2,045,325 francs et le nombre des obligations amorties de 4,632.

Les résultats de l'exploitation, en 1888, ont été les suivants :

	Chemins d'intérêt général	Chemins d'intérêt local
Nombre de voyageurs. . .	224.801.159	8.958.991
	francs	francs
Recettes brutes	417.462.096	6.038.321
	tonnes	tonnes
Marchandises	82.355.388	2.385.089
	francs	francs
Recettes brutes	619.288.838	5.414.155
Total général des recettes	1.080.655.303	11.925.874
Total général des dépenses	566.824.595	10.550.076

Le rapport de la dépense à la recette d'exploitation a été de 51,3 0/0 pour les compagnies d'intérêt général et de 87,1 0/0 pour les compagnies d'intérêt local.

L'effectif du matériel roulant est considérable. On compte, en effet, 9,544 locomotives pour les chemins d'intérêt général, 275 locomotives pour les lignes d'intérêt local. Quant aux vagons à voyageurs, on en trouve 22,071 sur les compagnies d'intérêt général et 707 pour les lignes d'intérêt local. Enfin, les autres vagons sont au nombre de 253,218, dont 3,734 seulement sur les lignes d'intérêt local.

L'année 1889 a été exceptionnelle pour les chemins de fer. Leur trafic a été considérable et leurs recettes se sont accrues dans des proportions considérables ainsi que le démontre le tableau suivant :

	1889	1888	Différence 1889
	francs	francs	francs
Etat. . . .	35.556.023	34.209.989	+ 1.306.034
Nord. . . .	187.296.215	169.083.620	+18.212.595
Est.	139.773.021	129.248.132	+10.524.889
Ouest . . .	144.807.520	133.788.673	+11.018.847
Orléans . .	168.154.026	156.616.752	+11.537.274
Lyon. . . .	345.524.569	321.574.707	+23.949.862
Midi. . . .	86.969.778	84.188.567	+ 2.781.211
Ceinture D	5.169.102	4.830.928	+ 334.174
— G	1.744.893	1.204.692	+ 540.201
Gde Ceint.	4.312.944	4.093.989	+ 218.955
	1.088.964.655	1.009.466.113	79.498.552

Pour les compagnies diverses et les chemins concédés, on a constaté également en 1889 une augmentation de recettes de 832,406 francs. L'augmentation totale a donc été de près de 81,700,000 francs.

Lors de l'enquête économique à laquelle il a été procédé en vue de la revision des traités de commerce, un très grand nombre de chambres de commerce ont demandé que les marchandises étrangères ne soient pas transportées sur les chemins de fer français à des taxes inférieures à celles que l'on applique aux produits étrangers. D'un autre côté, le commerce et l'industrie se plaignent vivement de la cherté des transports qui nuit à leur développement et les empêche de lutter avec avantage contre la concurrence étrangère.

Aussi, pense-t-on à établir, outre les tarifs de grande et de petite vitesse, une troisième série de tarifs dits *de moyenne vitesse*, qui apporteraient une sérieuse amélioration dans le transport des marchandises. Cet antagonisme, qui existe entre les compagnies de chemins de fer et le commerce, au point de vue des transports, pourrait être diminué dans des proportions considérables si l'Etat, qui est le défenseur naturel du commerce, séparait l'exploitation commerciale des chemins de fer de la surveillance technique qu'il exerce sur les compagnies. Mais le problème est difficile à résoudre, car si les intérêts du commerce sont précieux, ceux des compagnies de chemins de fer qui ont un personnel si nombreux ne doivent pas être complètement sacrifiés.

Nous ne pouvons pas négliger de dire un mot des tramways qui continuent à prendre du développement en France.

Voici, à cet égard, quelques renseignements pour l'année 1889 :

Lignes de voyageurs.	Parie et dép. de la Seine	Autres départements
Longueur kilométriq. du réseau exploité..	262.045	331.975
Produit brut.	24.125.217	13.300.866
Lignes de voyageurs et messageries.		
Longueur kilométriq. du réseau exploité. .	»	195.363
Produit brut.	»	2.633.848

La différence, en faveur de 1889, a été, pour le produit brut, de 2,853,738 francs pour le département de la Seine et de 1,621,886 francs pour les autres départements.

Navigation intérieure. La France est traversée par un grand nombre de fleuves et de rivières dont la navigation a été facilitée par des travaux d'amélioration. L'Allier, la Garonne, l'Isère, la Loire et le Rhône ont été dotés de crédits spéciaux annuels. On a surtout travaillé à amé-

liorer le Rhône par la fermeture des faux-bras et l'établissement de digues basses destinées à concentrer l'eau dans un chenal unique.

Pour ce qui concerne la Seine, les ingénieurs ont étendu des digues de proche en proche de Rouen à l'estuaire du fleuve. De nouveaux travaux sont encore projetés. Grâce aux travaux entrepris sur la basse Garonne, les plus grands navires de commerce remontent jusqu'à Bordeaux sans difficulté. Il serait trop long d'entrer dans le détail de tout ce qui a été fait pour améliorer la Loire, l'Allier, le Lot, le Rhône, etc. Chaque année des sommes importantes sont inscrites au budget pour l'amélioration si nécessaire de nos voies fluviales.

Le réseau fluvial présente des longueurs qui varient suivant le point de vue particulier auquel on l'envisage.

Ainsi le développement total des cours d'eau classés atteint le chiffre de 16,634 kilomètres, tandis que celui du réseau habituellement fréquenté s'élève seulement à 12,778 kilomètres. La différence, soit 3,826 kilomètres, se compose des rivières et canaux dont le trafic est exclusivement maritime (365 kil.) et des rivières ou parties de rivières où la navigation est purement nominale (3,491 kil.).

La longueur du réseau fréquenté varie d'une année à l'autre pour diverses causes : parfois des travaux de rectification abrègent le parcours, de nouveaux canaux sont livrés au commerce, ou encore le trafic abandonne certains cours d'eau, notamment les parties simplement flottables.

En 1889, la longueur totale fréquentée a été de 12,465 kilomètres. Elle avait été, en 1888, de 12,499.

Le réseau de navigation intérieure est presque tout entier administré par l'Etat, une fraction, très petite seulement, est concédée. Elle n'atteint, en effet, que 858 kilomètres, et comprend notamment les canaux dits de Paris (Ourcq, Saint-Denis, Saint-Martin), le canal du Midi et le canal latéral à la Garonne.

Au point de vue technique, les cours d'eau utilisés habituellement comme voies de transport se sont divisés comme il suit en 1888 et 1889 :

	1888	1889
	kilom.	kilom.
Rivières simplement flottables . .	1.012	1.012
— navigables naturellement.	3.349	3.349
— canalisées	3.598	3.598
Canaux sans bief de partage . . .	2.085	2.085
— à bief de partage	2.712	2.734

Les rivières canalisées et les canaux sans bief de partage sont munis de 1,080 écluses ; les canaux à bief de partage de 1,417 écluses.

Le tableau ci-dessous fait ressortir, pour chaque catégorie de cours d'eau et par nature de trafic, les variations que le tonnage des embarquements a subi en 1887 et en 1888.

		1888	1887
Fleuves et rivières	trafic intérieur. .	2.620.156	2.618.308
	expéditions. . . .	7.355.856	7.092.900
Canaux	trafic intérieur. .	3.350.273	3.242.403
	expéditions. . . .	9.993.415	10.074.825

En 1889, le poids total des marchandises embarquées s'est élevé à 24,059,182 tonnes, soit une augmentation de 739,482 tonnes sur 1888.

Les principales marchandises transportées sont les matériaux de constructions, minéraux, les combustibles minéraux, les produits agricoles et denrées alimentaires, les engrais et amendements, etc.

Le tonnage total des marchandises importées, en 1889, a été de 2,049,744 tonnes, dont 1.674,711 venant de la Belgique et 375,033 venant d'Allemagne.

Quant aux sorties, 703,911 tonnes ont été expédiées en Belgique et 225,053 tonnes en Allemagne.

Il existe également une autre catégorie de transports de marchandises. Nous voulons parler des bateaux à vapeur dits *porteurs*. Ceux-ci ont transporté, en 1889, 618,893 tonnes, soit une augmentation de 14,654 tonnes sur 1888. Ce chiffre se décompose ainsi qu'il suit : fleuves et rivières 426,539 tonnes, canaux 192,354. Les marchandises pour lesquelles le transport a été le plus considérable, sont les produits agricoles et alimentaires, les produits industriels, les matériaux de construction.

Il nous paraît indispensable de donner quelques renseignements particuliers sur le port de Paris qui est mis en relation avec les principales voies navigables du réseau français.

En 1888, le trafic s'est élevé à 5,847,719 tonnes transportées par 35,574 bateaux, soit environ 40 0/0 du trafic par chemins de fer et par voies fluviales.

Dans la traversée de Paris, les quais de la Seine ainsi que ceux des canaux Saint-Martin et Saint-Denis sont aménagés en vue de pourvoir à tous les besoins de la navigation. Les points où s'effectuent les embarquements et les débarquements sont nombreux ; ils se succèdent à intervalles si rapprochés que cette section du fleuve et ses annexes forment, pour ainsi dire, un port unique desservant différents quartiers de la ville et de sa banlieue.

Indépendamment de l'important trafic de marchandises, la Seine à Paris est l'objet d'une circulation très active des bateaux à voyageurs. On a transporté en 1888 plus de 15 millions de voyageurs et en 1889 ce chiffre a dépassé 20 millions.

Routes. La France est sillonnée de toutes parts par un nombre considérable de routes. Malgré le développement des chemins de fer, la circulation y est très active ; le recensement de 1888 nous donne à cet égard des renseignements intéressants.

A cette époque, les routes nationales avaient un développement de 37,802 kilom. 761, dont 2,487 kilom. 742, de chaussées pavées. Le nombre quotidien moyen de colliers attelés aux voitures de toute nature, a été de :

199,2 pendant le 1er trimestre.
246,5 — le 2e —
255,1 — le 3e —
261,1 — le 4e —

Quant au nombre quotidien moyen d'animaux non attelés et de têtes de même bétail, il a été de :

71,8 pendant le 1er trimestre.
154,2 — le 2e —
149,5 — le 3e —
142,5 — le 4e —

Le nombre des colliers attelés va constamment en croissant, du 1er au 4e trimestre, sauf, toutefois, en ce qui concerne les voitures publiques pour voyageurs, pour lesquelles on constate un léger maximum dans le 3e trimestre, époque des vacances et des voyages d'agrément.

Pour les autres voitures, on constate pendant le 4e trimestre une sensible augmentation, due principalement à la rentrée des récoltes ; c'est surtout dans les départements du Nord que l'augmentation est la plus forte, cela tient aux transports énormes que nécessite la culture de la betterave.

Les départements où la circulation brute totale a eu le plus d'importance, sont les suivants :

Seine	2.111.6	colliers	par jour.
Nord	749.0	—	—
Bouches-du-Rhône . . .	638.2	—	—
Rhône	628.2	—	—
Loire	550.9	—	—

Gironde	441.1	colliers	par jour.
Seine-et-Oise	401.7	—	—
Haute-Garonne	390.2	—	—

Ceux où la circulation a été la plus faible sont :

La Haute-Saône	97.0	colliers	par jour.
La Corse	96.7	—	—
Les Hautes-Alpes	94.4	—	—
La Creuse	87.7	—	—

Il ne nous paraît pas nécessaire d'entrer dans plus de détails au sujet de la circulation, mais il peut être intéressant d'avoir certains renseignements sur le tonnage.

Le tonnage kilométrique brut s'est élevé, pour l'ensemble de la France à 9,436,309 tonnes kilométriques par jour, et à 3,453,752,294 tonnes kilométriques pour l'année entière. Quant au tonnage kilométrique utile, il a été de 4,737,717 tonnes par jour, et de 1,734,004,422 tonnes pour l'année entière.

Le recensement de 1888 a mis en évidence une augmentation marquée de la circulation sur les routes nationales; elles ont regagné ce qu'elles avaient momentanément perdu après la guerre de 1870, et leur trafic actuel égale celui que l'on y constatait dans les dernières années du second empire. L'entretien des routes nationales coûte plus de 30 millions par année. Quant aux routes départementales, elles atteignent une longueur de plus de 37 millions de mètres.

Un certain nombre de départements en sont totalement dépourvus, et leur entretien annuel s'élève à la somme de 25 millions environ.

L'achèvement des chemins vicinaux est l'objet d'une subvention annuelle inscrite au budget de l'Etat. De 1881 à 1886, elle a varié entre 15 et 20 millions; réduite à 8 millions en 1887, elle est descendue à 7 millions en 1888, pour remonter finalement à 8 millions en 1889.

La longueur des chemins de grande communication, d'intérêt commun et des chemins vicinaux ordinaires, s'élevait à 41,825,620 mètres en juin 1889.

En ce qui concerne les chemins vicinaux, le but que s'est proposé le législateur a été pleinement atteint et l'énergique impulsion qu'il s'était proposé de donner aux travaux vicinaux ne s'est pas ralentie un seul instant.

Les populations agricoles apprécient les bienfaits de la loi du 12 mars 1880, et secondent avec un empressement remarquable les vues du législateur.

Le réseau des routes dans un pays a une influence des plus considérables sur sa prospérité agricole et industrielle. Lorsque tous les travaux en cours d'exécution seront terminés, la France sera l'un des pays les mieux dotés sous ce point de vue.

Enfin, pour son commerce extérieur, la France possède, en dehors des chemins de fer, routes et canaux aboutissant à ses frontières, de nombreux ports sur ses côtes, dont le développement atteint 530 lieues.

Dans la Méditerranée, c'est d'abord Marseille, notre plus grand port de commerce. Son heureuse situation lui a valu une prospérité qui ne date pas d'hier, et qui va sans cesse en croissant, à mesure que les relations commerciales se développent entre les peuples. Marseille est le principal point de départ pour les productions de la vallée du Rhône et de la Saône; il est également le port de Paris et de la France entière pour le commerce avec les rivages de la Méditerranée et l'Orient. Il était également, autrefois, la tête de ligne pour les produits de la Belgique, de l'Allemagne et de la Suisse, mais le percement de Saint-Gothard lui a enlevé une partie de ce transit. D'autre part, Marseille est le point d'arrivée où affluent les productions du bassin de la Méditerranée, pour se répandre de là sur la France et une partie de l'Europe. En 1889, il est entré à Marseille, 2,338 navires français et 1,986 navires étrangers, dont le tonnage total s'élevait à 3,340,064 tonneaux. A la sortie, le nombre total des navires a été de 4,178, avec un tonnage de 3,159,357 tonneaux.

Le port de Cette, situé à l'endroit où le canal du Midi joint la Méditerranée, a pris une importance assez considérable, surtout pour le commerce des vins et liqueurs. Il a reçu en 1889, 1,232 navires cubant 545,228 tonneaux, contre, à la sortie, 1,149 navires et 524,693 tonneaux.

Presque aussi important que celui de Marseille, est le port de Bordeaux. A Marseille, c'est le commerce des blés qui est le plus considérable; à Bordeaux, c'est le commerce des vins, car ce port est naturellement indiqué pour les produits si estimés des vignobles de la Gironde et pour ceux d'une partie du Midi et du Centre. Après les vins et les spiritueux, Bordeaux exporte principalement des tissus, des sucres raffinés, des papiers, des cristaux, des verreries, des porcelaines, etc. Il reçoit principalement des produits coloniaux et des houilles, venant d'Angleterre.

Bordeaux commerce beaucoup avec l'Angleterre, la Norvège et l'Espagne. Pour le commerce lointain ses principales relations sont avec les Antilles, le Mexique, le Brésil et la République Argentine.

Voici quel a été le mouvement du port de Berdeaux en 1889 :

Entrées. .	1.788	navires	jaugeant	1.106.433	tonneaux.
Sorties. .	1.567	—	—	969.887	—

Nantes était autrefois notre second port de l'Océan, mais il est maintenant dépassé par Saint-Nazaire, qui n'était, autrefois, qu'un petit port de relâche, et qui s'est prodigieusement développé depuis qu'on y a creusé un bassin artificiel, à l'embouchure de la Loire. En 1889, il est entré à Saint-Nazaire 801 navires jaugeant 532,720 tonneaux, à Nantes seulement 319 avec 78,994 tonneaux.

Sur la Manche, notre premier port est le Havre, tête de ligne pour les relations de la France avec l'Amérique du Nord. En 1889, il est entré au Havre 2,334 navires jaugeant 2,005,760 tonneaux. Les sorties ont été de 1,601 navires avec 1,595,557 tonneaux.

Enfin, Dunkerque, sur la mer du Nord, prend, depuis ces dernières années, une importance de plus en plus considérable; il est parvenu à détourner à son profit une partie du trafic des laines de la Plata, à destination de Roubaix et de Reims, qui, autrefois, étaient importées par le port d'Anvers. Actuellement (1889), le mouvement annuel du port de Dunkerque est, pour l'entrée, 1,918 navires jaugeant 1,105,347 tonneaux, et pour la sortie, 1,159 navires, avec 479.805 tonneaux.

Dans les chiffres que nous venons de donner sur le mouvement des principaux ports de commerce français, ne figurent, naturellement, que les navires chargés.

Après ces ports, viennent un grand nombre d'autres, qui mériteraient également d'être cités, notamment : Calais, Boulogne, Dieppe, Rouen, Caen, Saint-Malo, Honfleur, La Rochelle, Bayonne, Nice, etc. Dans cette énumération, nous n'avons pas compris nos cinq grands ports militaires : Toulon, Rochefort, Lorient, Brest et Cherbourg. Ce dernier a pourtant une certaine importance commerciale.

Pour tous nos ports, l'ensemble de notre mouvement maritime pendant les trois dernières années a été le suivant :

Années	Entrées		Sorties	
	Navires	Tonnage	Navires	Tonnage
1887	28.333	12.966.118	22.521	9.557.013
1888	28.176	13.537.734	21.319	9.354.225
1889	26.762	13.045.359	21.640	9.507.252

Pour les navires à voiles et à vapeur réunis, l'effectif de la marine marchande française comprend 15,194 na-

vires, 932,735 tonneaux, 83,098 hommes d'équipage et 6,853 mécaniciens et chauffeurs.

Ces chiffres se subdivisent comme suit :

	Navires	Tonnage	Equipage	Mécaniciens et chauffeurs
Petite pêche.	10.186	89.640	46.674	46
Grande pêche.	379	50.789	8.205	»
Cabotage.	1.944	103.537	6.980	355
Navigation mers d'Europe et Méditerranée	538	201.535	6.040	2.469
Long cours.	570	445.371	11.397	3.038
Pilotage, remorquage, yachts, etc.	1.577	42.863	3.802	945

Commerce extérieur. Maintenant que nous avons examiné les forces productrices de la France, ses voies et moyens de communications, son outillage industriel et commercial, en un mot, il nous reste à jeter un coup d'œil sur ses relations commerciales avec les pays étrangers. Nous avons déjà, à propos de certaines industries, indiqué sommairement quelle était l'importance des débouchés qu'elles avaient trouvé au dehors pour leurs produits, et dans quelle proportion la fabrication étrangère venait les concurrencer sur les marchés de l'intérieur.

Mais pour saisir complètement tout notre mouvement commercial, il paraît nécessaire de le résumer dans quelques tableaux d'ensemble.

Examinons d'abord en bloc quelles ont été nos importations et nos exportations, pendant la dernière année (1889).

Le mouvement du commerce général de la France avec les colonies et les puissances étrangères est évalué pour 1889 (importations et exportations réunies), à une somme totale de 10,124 millions; c'est une augmentation de 639 millions sur l'année précédente, et de 850 millions sur la moyenne de la période quinquennale antérieure à 1889.

A l'importation les valeurs ont atteint le chiffre de 5,380 millions. Elles ont été supérieures de 133 millions à celles de l'année précédente et de 237 millions à la moyenne quinquennale.

A l'exportation, le montant des valeurs a été de 3,804 millions; il est en excédent de 506 millions sur le chiffre de 1888 et de 613 millions sur la moyenne quinquennale.

Pour le commerce spécial les évaluations se résument de la manière suivante :

Importations	4.317 millions.
Exportations	3.704 —
Ensemble. . . .	8.021 millions.

Les chiffres de 1888 étaient 7,354 millions, il ressort donc en faveur de 1889 une différence en plus de 667 millions, soit 210 millions pour les importations et 457 millions pour les exportations.

Il est bon, pour apprécier le développement successif de notre commerce extérieur, de remonter un peu haut jusqu'aux premières années de ce siècle.

En 1830, nos exportations n'atteignaient que 453 millions et nous n'importions que pour 489 millions de francs. Depuis lors, ces deux branches de nos relations commerciales avec l'étranger ont presque constamment progressé. Mais, reconnaissons-le, dans des proportions un peu inégales, ainsi que le montre le tableau suivant (V. le tableau en tête de la colonne suivante).

Ces chiffres que nous examinerons plus loin en détail montrent la vitalité commerciale de notre pays. Il con-

Années	Importations millions de fr.	Exportations millions de fr.	Totaux millions de fr.
1830	489	453	942
1840	747	695	1.442
1850	791	1.068	1.859
1860	1.897	2.277	4.174
1870	2.867	2.802	5.669
1880	5.033	3.468	8.501
1885	4.088	3.088	7.176
1886	4.208	3.248	7.456
1887	4.026	3.246	7.272
1888	4.107	3.246	7.353
1889	4.317	3.704	8.021

vient néanmoins de ne pas trop s'en prévaloir, car si on les compare à ceux des autres pays, on est forcé de reconnaître que les progrès commerciaux de la plupart d'entre eux, ont été beaucoup plus rapides que les nôtres, de 1860 à 1888. Pendant cette période, l'ensemble de notre commerce extérieur passait de 4,174 millions à 7,353 millions, soit une augmentation de 76 0/0. L'Angleterre passait de 7,950 millions à 16,650 millions, soit 109 0/0 d'augmentation; l'Allemagne de 4 milliards à 8,486 millions, augmentation 112 0/0; l'Italie, de 1,150 millions à 2,209, augmentation 92 0/0; la Belgique, de 1,200 millions à 2,672, augmentation 122 0/0; l'Autriche-Hongrie, de 1.275 millions à 3,143, augmentation 146 0/0; enfin les Etats-Unis, de 3,548 millions à 7,770, augmentation 119 0/0.

Si l'on examine les exportations seules, l'écart est encore plus marqué. Les nôtres ont progressé de 2,275 millions de francs à 3,246 millions, soit en plus 43 0/0, alors que les exportations anglaises gagnaient 88 0/0; celles d'Allemagne, 123 0/0; d'Italie, 103 0/0; de Belgique, 161 0/0; d'Autriche-Hongrie, 180 0/0, et enfin celles des Etats-Unis, 109 0/0.

Ainsi en 1860, nous venons immédiatement après l'Angleterre et bien avant les autres nations continentales pour l'importance de nos exportations; depuis lors nous avons été rejoints et même dépassés par l'Allemagne et la progression des autres pays a été beaucoup plus forte que la nôtre.

Le bas prix de la main-d'œuvre dans certains pays, des conditions plus favorables, des charges moins lourdes dans d'autres, ont contribué pour partie à ces résultats qui, s'ils ne sont pas satisfaisants pour nous, ne doivent pourtant pas nous décourager. Si depuis trente ans, nous avons gagné moins que certaines nations arrivées plus tard que nous au développement économique complet, nous n'en avons pas moins progressé, malgré les épreuves traversées et les lourdes charges qui en ont été la conséquence.

De ce fait que depuis un certain nombre d'années, nos importations dépassent assez sensiblement nos exportations, on pourrait tirer une conclusion peu favorable à nôtre production nationale. Mais le détail des marchandises importées et exportées suffit pour mettre en garde contre une interprétation pessimiste du tableau de notre commerce. Voici comment elles se sont réparties en 1889. (commerce spécial) :

	Importations millions de fr.	Exportations millions de fr.
Objets d'alimentation.	1.441.2	837.5
Matières premières pour l'industrie.	2.262.5	940.6
Objets fabriqués.	611.1	1.921.9
Totaux.	4.316.8	3.704.0

Pour les objets d'alimentation, un pays, dont la population est très dense et dont l'industrie a pris un grand développement, ne peut espérer voir ses exportations dépasser les importations.

Pour certains articles même, qui ne peuvent être produits par notre sol, l'augmentation des importations indique un accroissement de bien-être dans la population, ce dont nous ne pouvons que nous réjouir. Tel est, par exemple, le café dont l'importation qui s'élévait à 97,500,000 francs en 1880, a atteint, en 1889, 144,900,000 francs. Pour d'autres marchandises, il est vrai, l'on peut espérer augmenter suffisamment la production nationale pour n'avoir plus recours à l'étranger que dans des proportions très restreintes.

Les efforts faits dans ce sens n'ont pas été sans résultats, et les importations de certains produits alimentaires ont sensiblement diminué depuis dix ans, ainsi qu'on peut le voir ci-après :

	1880	1889
	francs	francs
Céréales	788.505.000	365.600.000
Fruits de table	102.172.000	64.000.000
Sucres	131.198.000	58.864.000
Bestiaux	177.220.000	85.600.000
Viandes fraîches, salées ou autrement conservées	70.273.000	45.914.000
Fromage et beurre	44.055.000	33.417.000

Pour les vins, les importations se sont élevées de 313,899,000 à 383,700,000 francs, mais il ne faut pas oublier qu'une partie de nos vignobles ont été détruits par le phylloxera et que leur reconstitution complète demandera encore un certain nombre d'années. Constatons, d'ailleurs, que l'Algérie entre pour une part de plus en plus large dans les importations des vins en France. En 1875, elle ne nous en avait expédié que 3,117 hectolitres ; nous en avons reçu 17,015 en 1880, 320,887 en 1885, et 1,591,922 en 1889.

L'ensemble des importations d'objets d'alimentation a diminué d'un quart depuis 1880. A cette époque, il atteignait 2,001 millions de francs, il n'est plus en 1889 que de 1,441 millions.

Ce sont les matières premières nécessaires à l'industrie qui tiennent la plus grande place dans nos importations. C'est surtout en ce qui les concerne que l'augmentation de leur importation ne doit pas nous effrayer, au moins pour la plupart d'entre elles, car cette augmentation est l'indice d'une plus grande activité industrielle.

Voici quelle a été, pendant ces dernières années, l'importation des principales matières premières :

	1880 millions de francs	1885 millions de francs	1889 millions de francs
Laine en masse	380.3	283.8	371.2
Soie et bourre de soie	316.0	211.3	291.6
Houille	170.1	146.0	212.3
Coton	215.4	178.6	202.9
Peaux et pelleter. brutes	170.0	187.7	180.3
Bois communs	267.6	142.2	172.8
Graines et fruits oléag.	154.0	181.8	144.9
Lin	65.1	67.8	57.1

Quant aux objets fabriqués, leurs importations s'élevaient à 554,800,000 francs en 1880 ; elles ont atteint 646 millions en 1881 ; 730 millions en 1882 ; en 1889, elles n'étaient plus que de 613 millions. Il y a lieu de remarquer que pendant la même période, les exportations des mêmes produits qui étaient de 1,812 millions en 1880 ont atteint 1,925 millions en 1889 après être descendues à 1,585 millions en 1885.

Voici quel a été le mouvement des importations des principaux produits fabriqués de 1880 à 1889 :

Produits	1880 millions de francs	1885 millions de francs	1889 millions de francs
Tissus de laine	79.1	75.5	67.8
Tissus de soie et de bourre de soie	42.2	41.1	58.1
Machines et mécaniques	42.0	43.7	44.1
Nitrates de potasse et de soude	7.9	19.3	41.8
Tissus de coton	66.4	66.7	40.0
Papier, carton, livres, gravures	24.8	31.7	36.8
Produits chimiques (divers)	25.0	26.6	31.0
Peaux préparées	29.2	30.4	31.4
Fils de coton	31.5	38.7	28.1
Outils et ouvrages en métaux	18.1	22.3	23.5
Orfèvrerie, bijouterie et plaqués	6.9	6.7	15.5
Nattes, tresses et chapeaux de paille d'écorce et de sparte	37.4	22.1	14.4
Meubles et ouvrages en bois	7.3	14.7	12.9
Fils de laine	17.3	22.1	11.9
Confections et lingerie	2.2	6.3	11.0
Bâtiments de mer en fer	22.7	3.3	9.9

Ainsi de 1880 à 1889, les importations des tissus de laine et de coton, des nattes, tresses et chapeaux de paille, d'écorce ou de sparte, des bâtiments de mer en fer ont diminué et, en général, dans des proportions assez considérables. En revanche, l'importation des tissus de soie et de bourre de soie, des produits chimiques, du papier, carton, livres et gravures, des ouvrages et outils de métaux, de l'orfèvrerie et de la bijouterie, des meubles, des confections et de la lingerie, a sensiblement augmenté.

Dans nos exportations, ce sont les produits fabriqués qui tiennent la première place. Depuis dix ans la plupart de nos industries ont traversé une crise qui, heureusement, touche à sa fin et qui, en 1886, avait fait descendre nos exportations de produits fabriqués à 1,585 millions. La situation, après être restée à peu près stationnaire pendant les années 1886 et 1887, s'est améliorée en 1888 et surtout en 1889 et 1890. Pour 1889, dont nous avons maintenant les chiffres définitifs, les résultats sont sensiblement meilleurs que pour la période quinquennale qui venait de s'écouler. Presque toutes les industries ont participé à cette reprise des affaires, ainsi qu'on le verra ci-après :

	1885 millions de francs	1889 millions de francs	Augmentation p. 100
Tissus de laine	330.0	364.4	10
Tissus de soie et de bourre de soie	221.9	260.8	17
Ouvrages en peau et en cuir	134.4	135.4	0.7
Articles de Paris	89.2	106.4	19
Tissus de coton	102.1	116.2	13
Peaux préparées	104.3	107.8	3
Confections et lingerie	74.1	102.7	38
Outils et ouvrages en métaux	58.9	92.3	56
Orfèvrerie, bijouterie, plaqués	44.1	57.7	30
Fils de laine	35.6	53.2	49
Machines et mécaniques	27.5	42.4	54
Modes et fleurs artificielles	26.9	36.0	33
Meubles et ouvrages en bois	26.7	35.4	32

Pour les objets d'alimentation, nos exportations sont restées à peu près stationnaires, 828 millions en 1880, 837 millions en 1889.

Ainsi, les vins qui forment le principal de ces produits entrent annuellement dans notre commerce d'exportation pour environ 250 millions de francs (251 millions en 1880). Quelques articles ont progressé. Le beurre et les fromages, 111,500,000 en 1889, au lieu de 90,200,000 en 1880; les bestiaux, 42,300,000, au lieu de 24,700,000; les fruits de table, 42,500,000, au lieu de 33,800,000; le sucre brut indigène, 53,200,000, au lieu de 15,200,000, etc. D'autres, en revanche, ont assez sensiblement diminué: les grains et farines, 20,600,000, au lieu de 62,600,000: les eaux-de-vie et liqueurs, 67 millions 300,000, au lieu de 80 millions; le sucre raffiné et les vergeoises, 58,600,000, au lieu de 92,800,000.

Commerce de la France avec les principaux pays étrangers (commerce spécial), valeurs en millions de francs.

Pays de provenance et de destination	Importations 1860	Importations 1875	Importations 1880	Importations 1885	Importations 1889	Exportations 1860	Exportations 1875	Exportations 1880	Exportations 1885	Exportations 1889	Importations et exportations réunies 1860	Importations et exportations réunies 1875	Importations et exportations réunies 1880	Importations et exportations réunies 1885	Importations et exportations réunies 1889
Angleterre	251.9	626.6	664.5	537.1	537.6	493.8	1.073.8	913.8	829.6	996.2	745.7	1.700.4	1.578.3	1.366.7	1.533.8
Belgique	148.2	439.1	457.4	404.5	474.9	154.3	523.6	465.0	437.3	570.7	302.5	962.7	922.4	841.8	1.045.6
Allemagne	81.8	349.0	438.2	374.1	338.4	153.3	426.9	362.9	300.4	341.9	235.1	775.9	801.1	674.5	680.3
Etats-Unis	258.2	190.2	731.0	271.9	306.8	210.6	264.4	332.2	254.2	273.5	468.8	454.6	1.063.2	526.1	580.3
Espagne	58.4	94.1	343.2	361.3	355.4	99.8	140.6	158.7	162.4	194.5	158.2	234.7	501.9	523.7	549.9
République Argentine	25.0	90.9	189.4	196.6	218.7	31.2	74.5	134.4	95.8	169.7	56.2	165.4	223.8	292.4	388.4
Algérie	47.8	108.6	126.9	123.6	200.6	188.6	146.1	161.8	167.7	178.7	236.4	254.7	288.7	291.3	379.3
Suisse	38.8	93.7	114.1	116.0	101.5	123.1	315.2	220.4	188.2	230.5	161.9	408.9	334.5	304.2	332.0
Italie	»	322.5	398.3	262.3	133.6	»	218.7	181.3	177.3	143.8	»	541.2	579.6	440.0	277.4
Russie	55.6	196.5	314.1	163.3	210.2	21.3	47.3	41.1	12.7	15.9	76.9	243.8	355.2	176.0	228.1
Indes Anglaises	67.5	120.5	155.6	196.7	185.9	7.9	8.2	5.6	6.2	14.4	75.4	137.7	161.2	202.9	200.3
Turquie	80.2	122.5	133.5	133.3	130.6	42.0	75.6	45.5	49.8	50.5	122.2	198.1	179.0	183.1	181.1
Autriche	6.6	57.9	124.1	110.5	124.6	5.8	21.4	28.5	15.6	18.2	12.4	79.3	152.6	126.1	147.2
Chine	»	88.6	100.9	62.8	134.9	»	3.2	3.4	3.1	4 3	»	91.8	104.3	66.7	139.2
Brésil	15.2	50.5	61.3	50.2	63.4	53.4	73.2	64.7	54.7	70.1	68.6	123.7	126.0	104.9	133.5
Japon	»	15.9	23.0	29.3	68.2	»	11.8	5.2	3.1	10.0	»	27.7	28.2	32.4	78.2
Uruguay	8.2	39.7	30.6	38.1	40.3	20.9	14.1	21.0	17.6	35.7	29.1	53.8	30.6	55.7	76.0
Pays-Bas	20.8	30.1	40.9	36.1	34.3	20.8	34.5	37.5	37.4	36.6	41.6	64.6	78.4	73.5	70.9
Roumanie	»	»	18.2	11.5	59.5	»	»	3.5	3.4	10.1	»	»	21.7	14.9	69.6
Portugal	4.7	8.0	12.0	51.3	37.7	12.7	25.4	19.7	20.4	28.6	17.4	33.4	31.7	71.7	66.5

Les importations et exportations réunies ont progressé de 1,578 millions en 1860 à 1,533 millions en 1889.

Après avoir étudié nos importations et nos exportations au point de vue de la nature des marchandises, il n'est pas moins intéressant de voir quelle est leur répartition dans les principaux pays du globe.

Voici d'abord, prises dans leur ensemble, puis séparément, comment elles sont réparties en 1860, 1875, 1880, 1885 et 1889 (V. le tableau ci-contre).

Nous n'entrerons pas dans le détail de nos échanges commerciaux avec les pays étrangers. Les indications que nous pourrions donner à ce sujet figurent déjà dans les articles que le *Dictionnaire* consacre à l'examen de la situation économique de ces pays. Notons néanmoins les lignes générales de notre commerce avec chacun d'eux.

C'est l'Angleterre qui occupe le premier rang dans notre commerce extérieur en 1889 comme en 1860. A cette époque, toutefois, ce pays ne venait qu'en seconde ligne pour les importations avec 251 millions, alors que la valeur des produits expédiés par les Etats-Unis atteignait 258 millions seulement. En 1889, l'ensemble de nos échanges avec l'Angleterre a atteint 1,533 millions de francs, dont 537 millions à l'importation et 996 à l'exportation.

Les principaux produits que l'Angleterre nous expédie sont : la houille (74 millions), les laines, le cuivre, les fils et tissus de laine et de coton et les machines, les peaux préparées et ouvrages en peau et enfin les produits chimiques. En 1875, les importations d'Angleterre en France se répartissaient ainsi : matières premières, 301 millions de francs; produits alimentaires, 23 millions et produits manufacturés, 286 millions. En 1889, les matières premières étaient descendues à 289 millions de francs, les produits alimentaires à 21 millions et les objets fabriqués à 225 millions.

Dans nos exportations en Angleterre, les produits manufacturés occupent la première place avec 507 millions de francs; viennent ensuite les objets d'alimentation avec 336 millions, puis les matières premières avec 152 millions. Les principaux articles que nous expédions en Angleterre sont : le beurre, les vins, les eaux-de-vie et liqueurs, les fruits de table, les œufs, les modes et fleurs artificielles, les plumes de parure, les peaux préparées et ouvrages en cuir,

Quant aux matières premières nécessaires à l'industrie, nous en avons exporté en 1889 pour 940,600,000 francs. Voici celles qui ont donné lieu aux expéditions les plus importantes :

Laines en masse, peignées ou teintes	169.200.000
Soies	139.200.000
Peaux et pelleteries brutes	67.600.000

Après avoir étudié nos importations et nos exportations au point de vue de la nature des marchandises, il n'est pas moins intéressant de voir quelle est leur répartition dans les principaux pays du globe.

les articles de tabletterie et de bimbeloterie, les tissus de laine et de soie, les pièces de lingerie, etc.

La Belgique, qui vient ensuite, a eu avec la France, en 1889, un mouvement d'échanges de 1,045 millions de francs, dont 474 millions pour les importations et 570 millions à l'exportation. Pour apprécier le développement qu'a pris notre commerce extérieur avec ce pays, il suffit de rappeler qu'en 1860 il dépassait à peine 300 millions.

Les principaux articles que nous recevons de la Belgique, sont : d'abord la houille, puis les laines et les céréales que la Belgique elle-même importe par Anvers, le lin, le zinc, etc. Nous lui envoyons des vins, des tissus de laine, de coton et de soie, de la tabletterie et de la bimbeloterie, des ouvrages en peau et des peaux brutes, des chevaux, etc. Les produits manufacturés entrent pour 231 millions de francs dans nos exportations en Belgique et les Belges ne nous en envoient que pour 73 millions.

Notre commerce avec l'Allemagne, après avoir atteint 801 millions de francs en 1880 n'est plus, en 1889, que de 680 millions, dont 338 millions à l'importation et 341 millions pour l'exportation. Cette réduction porte surtout sur les importations qui ont diminué de 100 millions depuis dix ans. Dans les importations d'Allemagne en France, les produits manufacturés entraient en 1889 pour 138 millions de francs, les produits alimentaires pour 58 millions et les matières premières pour 141 millions. Nos exportations comprennent 145 millions de francs de produits manufacturés, 137 millions de matières premières et 58 millions d'objets d'alimentation.

En quatrième rang, par ordre d'importance, viennent les Etats-Unis ; mais notre commerce avec ce pays a bien diminué depuis dix ans. En 1880 il atteignait 1,063 millions de francs, importations et exportations comprises. Actuellement il n'est plus que de 580 millions. Cette diminution est particulièrement remarquable pour les importations qui sont tombées de 731 millions à 306. Les deux principaux produits que nous expédiaient les Etats-Unis, les céréales et les cotons, ont été surtout frappés les premières par la concurrence des blés d'Australie, des Indes et de la République Argentine ; et le second par la crise de notre industrie cotonnière et l'introduction sur nos marchés du coton des Indes. Quant à nos exportations aux Etats-Unis, elles consistent presque exclusivement en produits manufacturés. La diminution sur quelques-uns d'entre eux a été également sensible.

C'est l'Espagne qui vient immédiatement après les Etats-Unis dans le tableau de notre commerce extérieur. Nos échanges avec ce pays ont considérablement augmenté depuis trente ans. Alors qu'en 1860 ils atteignaient à peine, exportations et importations réunies, 158 millions de francs, ils s'élèvent actuellement à 559 millions. Hâtons-nous d'ajouter que c'est surtout pour les importasions que l'accroissement est remarquable ; elles ont passé de 58 à 355 millions, alors que dans la même période nos exportations doublaient à peine. Ce résultat est dû exclusivement au commerce des vins et est devenu surtout sensible depuis que la rupture des relations commerciales avec l'Italie a fermé presque complètement nos portes aux produits des vignobles italiens. L'Espagne a largement profité de cette situation nouvelle et actuellement elle nous expédie, par an, pour près de 300 millions de francs de vins, alors qu'en 1875 elle ne nous en envoyait que pour 7 millions et pour 92 millions en 1879.

Les progrès de notre commerce avec la République Argentine sont presque aussi remarquables que ceux que nous venons de constater pour l'Espagne. En 1860 l'ensemble de nos échanges avec ce pays atteignait à peine 56 millions, en 1889 il a dépassé 388 millions. C'est surtout pour les matières nécessaires à certaines de nos industries, les laines et les peaux et pelleteries brutes que les importations de produits argentins ont progressé. En 1880 nous recevions de la Plata pour 90 millions de laines et 38 millions de peaux ; la valeur des laines importées en 1889 a été évaluée à 129 millions de francs et celle des peaux à 71 millions. L'importation des céréales a également augmenté ; elle n'existait pas il y a vingt ans, aujourd'hui elle atteint 11 millions de francs.

Quant à nos exportations dans la République Argentine, elles consistent surtout en vins et produits manufacturés, notamment des tissus de laine et de coton, des vêtements confectionnés, de la tabletterie et de la bimbeloterie, etc.

L'ensemble de nos échanges avec l'Algérie a également progressé depuis 1860 et surtout pendant les dix dernières années, mais cette augmentation porte exclusivement sur les importations qui sont passées de 67 millions de francs en 1860 à 200 millions en 1889.

Le *Dictionnaire* (*Suppl.*) a étudié la situation économique de notre grande colonie africaine, nous n'y reviendrons pas. Rappelons néanmoins que les résultats obtenus sont dus surtout au développement du vignoble algérien qui, en 1882, ne nous expédiait que pour 376,000 fr. de vins, et qui, en 1889, nous en a envoyé pour 55 millions.

Les proportions de ce travail ne nous permettent pas de passer en revue les transformations qu'ont subi depuis trente ans nos relations commerciales avec tous les pays du globe. Ces études font, d'ailleurs, l'objet d'articles spéciaux dans le *Dictionnaire*. Un fait néanmoins mérite encore de retenir un instant notre attention : c'est la diminution considérable qu'ont subi nos échanges avec l'Italie depuis la dénonciation du traité de commerce qui nous liait à ce pays. En 1880, l'ensemble de notre commerce extérieur avec l'Italie s'élevait à 579 millions de francs, dont 398 millions pour les importations et 220 millions pour les exportations. En 1889 les exportations ne sont plus que de 143 millions et les importations de produits italiens sont descendues à 133 millions. On voit, par ces chiffres, que si certaines de nos industries, notamment les industries textiles, ont eu à souffrir de la rupture de nos relations commerciales avec nos voisins d'au-delà des Alpes, l'Italie en a été bien plus profondément atteinte.

Ce rapide coup d'œil jeté sur notre commerce extérieur montre que la situation est loin d'être aussi mauvaise que le prétendent certains esprits trop pessimistes. Tout permet d'espérer, au contraire, que la crise que nous venons de traverser et dont la plupart de nos articles ont ressenti le contre-coup, est maintenant arrivée à son terme. Dès 1888, nos exportations se relevaient peu à peu et le mouvement dans ce sens, qui s'était nettement dessiné en 1889, s'est encore accentué en 1890.

Si certaines industries, plus profondément atteintes, ont besoin, pour se relever complètement, d'une protection plus efficace contre la concurrence étrangère, la revision du tarif général des douanes faite en vue de l'expiration des traités de commerce en 1892 la leur accordera certainement. Ajoutons toutefois que si certains relèvements de droits paraissent nécessaires, leur réaction trop accentuée dans ce sens pourrait porter un grave préjudice à notre commerce extérieur, et, par contre-coup, à un grand nombre de nos industries. Il ne faut pas oublier que pour la plupart des produits manufacturés, nos exportations dépassent de beaucoup les importations et une législation douanière trop rigoureuse provoquerait vite des représailles qui nous fermeraient les marchés étrangers, au grand détriment de notre production nationale, trop considérable dans bien des cas pour la consommation intérieure. — L. B. et P. C.

La France à l'Exposition de 1889.

Comment assigner dans ce *Supplément* une place spéciale au mot *France*? Comment résumer le rôle de notre pays dans l'Exposition, de la même façon que nous l'avons fait pour les autres?

Logiquement, nous devrions le faire, sans nous inquiéter des dimensions qu'exigerait, pour être complet, un article d'ensemble ; mais nous n'entreprendrons point cette tâche, parce que, si la description complète des produits exposés par l'industrie française ne se trouve pas ici réunie d'une manière compacte, les résultats, les procédés nouveaux, les chiffres même, parfois, sont donnés à toutes les pages de ce *Supplément* inspiré par l'Exposition de 1889, et destiné à en dégager la quintescence. Un court aperçu des expositions étrangères était nécessaire, pour permettre aux industriels français de se rendre compte des concurrences, des menaces pour l'avenir, des progrès utiles, et dont il pouvait être profitable de marquer la trace ; pour la France, il n'en est pas de même : dans chaque industrie les noms sont connus, les valeurs appréciées, l'importance des maisons suivie pas à pas, au jour le jour, par les établissements rivaux, aucun progrès n'est à redouter, car aussitôt il profite à tous, et le *Dictionnaire de l'Industrie et des Arts industriels* est prêt à le rappeler au lieu qui lui convient le mieux, et entouré de tous les documents spéciaux qui peuvent en fixer exactement la valeur.

Néanmoins, ce que nous voulons dégager, puisque le mot *France* vient à son rang, dans nos colonnes, c'est le rôle moral, philosophique, idéal, si l'on veut employer cette expression, joué par notre pays dans ce concours des peuples travailleurs et artistes.

Il n'est pas discutable qu'en 1889 la France s'est montrée industriellement égale à toutes et même supérieure à la plupart des nations européennes ou américaines ; elle a émerveillé les visiteurs par ses étonnantes constructions en fer, la galerie des machines et la tour Eiffel qu'en aucun autre pays on n'avait osé concevoir ; elle a montré que ses arts décoratifs étaient fort supérieurs à tous les autres ensembles étrangers, par leur variété et par leur parfaite adaptation aux usages ; le goût français, si universellement réputé, s'est apuré encore et on sent déjà l'influence des efforts faits par le gouvernement pour vulgariser l'étude du dessin, et former des ouvriers artistes ; le souci des formes élégantes a pénétré jusque dans les classes populaires, s'est appliqué aux objets les plus communs, et il y a tel groupe, celui par exemple, de la céramique, où les progrès réalisés depuis 1867 et 1878 étaient frappants ; enfin, les beaux-arts français sont tellement au-dessus de toutes les écoles étrangères qu'on pourrait dire peut-être que notre sol est le refuge de l'art lui-même. Partout on demande à la France des architectes, on lui emprunte des modèles, des professeurs, et on a pu voir dans toutes les études que nous avons consacrées ici même aux beaux-arts étrangers, que toutes leurs personnalités connues sont élèves des artistes français, et même se retrempent dans notre milieu, dans l'atmosphère parisienne, qui semble indispensable au parfait épanouissement du tempérament artistique.

Tout cela est indiscutable, acquis, et si nous le soulignons, on ne peut nous taxer de chauvinisme exagéré. Qu'on nous permette maintenant, par exception, une courte digression en dehors des faits précis et des chiffres, qui doivent être, dans une œuvre comme ce *Dictionnaire*, une règle absolue.

En 1867, la France était à l'apogée de sa prospérité politique, commerciale, industrielle ; rien ne faisait prévoir aux esprits superficiels des foules, une déchéance prochaine. L'Exposition a été un succès éclatant ; elle a révélé en nous une puissance de production, de créations nouvelles, d'extension financière, qui a causé une surprise générale, et dont, nous tous les premiers, nous ne nous rendions pas exactement compte ; le cadre en était grandiose, suffisamment resserré, néanmoins, pour rester compréhensible et présent à l'esprit ; on a vu les souverains du monde entier se ranger autour du Chef de l'Etat, dont la situation, affermie à l'intérieur, prépondérante à l'extérieur, semblait au-dessus de tous les événements. Au point de vue de l'effet produit aussi bien qu'au point de vue purement technique, l'Exposition de 1867 a laissé des souvenirs ineffaçables.

En 1878, l'Exposition se ressentait des désastres de la guerre, qui avait fait peser sur la France de si lourdes charges et avait pris le meilleur de son sang ; l'insurrection parisienne avait aussi dépeuplé nos ateliers, parfois au profit de l'étranger, telle l'industrie du meuble d'art créée en Belgique en concurrence avec la nôtre ; l'Exposition s'est ressentie encore de longues hésitations, d'instabilités politiques, de résistances de toutes natures, et pourtant elle a montré déjà la France relevée, prête à la lutte industrielle, malgré ses surcharges ; ses sections offraient une étude bien complète, bien pondérée ; on pouvait voir que tout avait marché de front, la réorganisation militaire, la refonte des finances, l'extension commerciale, la multiplicité des petites industries, qui fait la fortune d'un pays sans ces à-coups que nous voyons si souvent dans les contrées neuves de l'Amérique, par exemple. La France a donné un grand enseignement, en 1878 : celui du travail réparant les désastres ou les erreurs coûteuses, et les efforts de chacun, dans tout un peuple, concourant à la prospérité commune.

Que s'est-il passé depuis, et dans quelle situation retrouvons-nous la France en 1889 ?

A l'extérieur un fait économique grave, à ce point qu'il menace sérieusement l'avenir de la vieille Europe : les régions américaines, grâce à nos bras et à nos capitaux, enrayant leurs importations, et commençant à exporter chez nous, et, en particulier, en ce qui concerne les intérêts français, nos possessions de l'Afrique du Nord se suffisant à elles-mêmes.

En face de ce danger qui s'affirme tous les jours, et dont les résultats sont incalculables, trois peuples européens seulement semblent pouvoir résister : l'Angleterre, par son immense commerce maritime, l'Allemagne par sa production à bon marché, la France seule par ses propres ressources et par son énergie vitale. Ces ressources, on a cherché à les maintenir par l'extension des moyens de transport, chemins de fer et canaux, par l'amélioration de nos ports, par la création de colonies, par le perfectionnement de nos industries d'art et de bimbeloterie, qui sont encore sans rivales sur les marchés du monde entier, et le seront sans doute longtemps, puisque des deux seuls peuples que nous y rencontrons, l'Anglais n'a aucun sentiment artistique, et l'Allemand ne songe qu'à une fabrication hâtive et grossière.

Et voilà bien ce qu'a montré l'Exposition de 1889 : les progrès merveilleux des Etats américains, représentés plus encore par des chiffres que par des produits, l'irrémédiable infériorité des nations européennes, représentées plutôt par des produits que par des chiffres, ce qui a permis de masquer leur pauvreté, et, en face de ces deux éléments opposés, la France triomphante, relevée de sa chute, en possession de tous ses moyens d'action, prête à soutenir, comme au moyen âge, mais avec des armes courtoises, la cause de la vieille civilisation contre les envahissements des autres mondes. Ce qui lui manque, elle le demande à ses colonies anciennes et nouvelles, dont quelques-unes récompensent déjà les sacrifices faits autrefois pour leur établissement ; car là est une question vitale pour les nations européennes ; il leur faut correspondre avec des contrées neuves enrichies par elles ; l'Angleterre y puise sa force, nous y maintiendrons la nôtre, fidèles à ce principe posé par les économistes les plus éclairés, qui doit régler la politique de l'avenir : les nations européennes qui ne deviendront pas des puissances coloniales tomberont au deuxième rang.

A ce point de vue, notre exposition coloniale de l'esplanade des Invalides suffisait à nous rassurer.

Enfin il importe de rappeler que si la France a montré en face du nouveau monde menaçant un ensemble indus-

triel, agricole et artistique, capable de soutenir la lutte longtemps encore, à elle revient l'honneur aussi d'avoir, la première, signalé cette autre force, ou, si l'on veut, cet autre danger, de l'organisation sociale des prolétaires. C'est la question brûlante du moment ; chacun la sentait latente à côté de soi, après les premiers encouragements de l'Empire, après les tentatives arrosées du sang de quelques convaincus, après les entreprises pacifiques qui ont donné l'exemple bon à suivre. L'Exposition de 1889, en réunissant tous les documents relatifs à l'association des ouvriers, à l'alliance du capital et du travail, a révélé une puissance jusqu'ici inconnue, et qui maintenant, sentant ses forces, va grandir de toute la hardiesse que donne le succès. Déjà l'Allemagne s'en est émue ; il va falloir compter partout avec les revendications sociales ; c'est bien à la France, qui avait donné au monde le mouvement progressiste de 1789, qu'il appartient de signaler l'existence de ce quatrième Etat, demandant à prendre sa place dans la direction des affaires, et à la prendre par la force si on ne règle pas dès maintenant ses aspirations et ses appétits.

Qu'on ne s'y trompe pas, c'est, comme en 1789, une ère nouvelle qui commence ; on cherche en vain à se créer des illusions ; l'Exposition de 1889 a mis en lumière ces deux grands événements économiques ; l'avenir est aux pays neufs et aux classes travailleuses. C'est de la France qu'est parti le mouvement et tout fait croire qu'elle en profitera davantage que les autres nations européennes. On a pu le voir, au Champ-de-Mars et à l'esplanade des Invalides ; elle est suffisamment forte pour résister à l'invasion des pays producteurs exotiques ; ses ouvriers n'ont pas le sentiment d'association assez développé, pour qu'on ne puisse plus les diriger avec prudence dans la voie la plus modérée et la plus utile à leurs véritables intérêts. — V. Economie sociale.

Donc, l'impression qui nous est restée de la France à l'Exposition de 1889 est celle d'un grand peuple que les revers n'ont pu abattre, et qui, malgré les plus grandes difficultés de sa politique intérieure et extérieure, à cependant montré une admirable énergie. En grande partie avec ses seules ressources, malgré l'opposition sourde ou avouée de toute l'Europe, elle a mené à bien cette grande entreprise du centenaire, et, en face de ces nations jalouses, elle a élevé à sa gloire, par l'éclatant succès de son œuvre, un trophée qui prendra sa place dans l'histoire du siècle, comme la plus imposante manifestation de sa grandeur et de sa vitalité.

FREIN. Depuis la publication du *Dictionnaire*, de nombreux essais ont été entrepris pour perfectionner les freins continus adoptés à cette époque.

Il n'y a pas lieu, cependant, d'enregistrer des résultats bien décisifs qui permettent de déterminer la supériorité de tel ou tel frein à vide, ou à air comprimé et le frein électrique est encore à trouver.

Toutefois, les perfectionnements apportés à ces différents freins ne sont pas sans importance, et il est bon de les faire connaître en raison des services qu'ils rendent et qu'ils peuvent rendre, avec les modifications récentes qu'ils ont subies.

Tout d'abord, et pour être complet sur cette question, nous décrirons les organes essentiels de plusieurs systèmes de freins automatiques à air comprimé, qui se distinguent surtout par leur modérabilité, sans être toutefois aussi instantanés que les freins Westinghouse perfectionnés, et qui sont analogues au frein Wenger, en ce sens que les deux chambres du cylindre à frein communiquent avec la conduite générale et sont, à l'état de repos, remplies d'air à la pression de la conduite.

Si on vient à produire une dépression dans l'une des deux chambres, les pressions qui s'exercent sur les deux faces du piston ne s'équilibrent plus, celui-ci se met en mouvement et détermine l'application des freins.

1° *Frein Carpenter*. Le cylindre à frein comporte deux chambres indépendantes séparées par le piston, et dont l'une a une capacité suffisante pour tenir lieu de réservoir, tandis que la seconde est en communication avec la conduite générale. Le piston est garni d'un cuir embouti qui tourne sa convexité vers la chambre à air qui est en communication avec la conduite générale.

Pour se servir du frein, on commence par envoyer de l'air comprimé dans tous les cylindres à frein des vagons, au moyen d'une petite pompe à air placée sur la machine. Cet air comprimé, qui arrive dans la première chambre du cylindre, passe facilement entre les parois et le cuir embouti des pistons, et pénètre dans la seconde chambre ; de sorte que, finalement, le piston est soumis de part et d'autre à deux forces égales et contraires, et sa position serait indifférente s'il n'était maintenu, dans sa position de repos, par un ressort antagoniste.

Pour serrer les freins, il suffit de mettre la conduite en communication avec l'atmosphère extérieure, ce qui permet à l'air comprimé contenu dans la chambre qui communique avec la conduite de s'échapper, tandis qu'au contraire l'air comprimé, qui se trouve dans l'autre chambre, applique fortement le cuir embouti sur les parois du cylindre et se trouve emprisonné ; il exerce une pression bien supérieure à celle du ressort antagoniste sur le piston qui se met alors en mouvement et vient appliquer les sabots sur les roues des véhicules. Pour desserrer, il suffira d'admettre à nouveau l'air comprimé dans la conduite, et le piston étant soumis, de la part de l'air comprimé, à deux pressions égales et contraires, se trouvera ramené à sa position de repos par le ressort antagoniste.

2° *Frein Schleiffer*. Ce frein ne diffère du précédent qu'en ce que le ressort qui ramène le piston dans sa position correspondant au non fonctionnement des freins, est remplacé par un contrepoids.

Ces deux freins sont essentiellement modérables, en ce sens que la puissance du serrage est proportionnelle à la dépression qu'on donne à l'air de la conduite ; mais, par contre, leur instantanéité laisse à désirer, car l'air comprimé de tous les cylindres devant s'échapper par une même conduite d'une section nécessairement très petite, il en résulte des frottements qui retardent l'évacuation de l'air comprimé.

3° *Frein Clark*. Cet appareil, qui est du même type que les précédents, est caractérisé, cependant, par un distributeur dit *soupape d'équilibre* qui laisse échapper l'air de chaque cylindre à l'extérieur sans passer par la conduite générale, il en résulte que ce frein assure une rapidité de

serrage qu'on ne peut obtenir des deux freins précédents.

Frein Boyden. Enfin, il existe un dernier système de frein à air comprimé automatique qui n'a pas encore été décrit ici; c'est le frein Boyden qui repose sur l'emploi de ressorts à boudin qui sont maintenus bandés, au moyen de l'air comprimé.

Il se compose d'un diaphragme caoutchouté très résistant, sollicité d'un côté par les ressorts, et de l'autre par l'air comprimé de la conduite générale. Si on effectue une dépression dans celle-ci, les ressorts agissent immédiatement et,

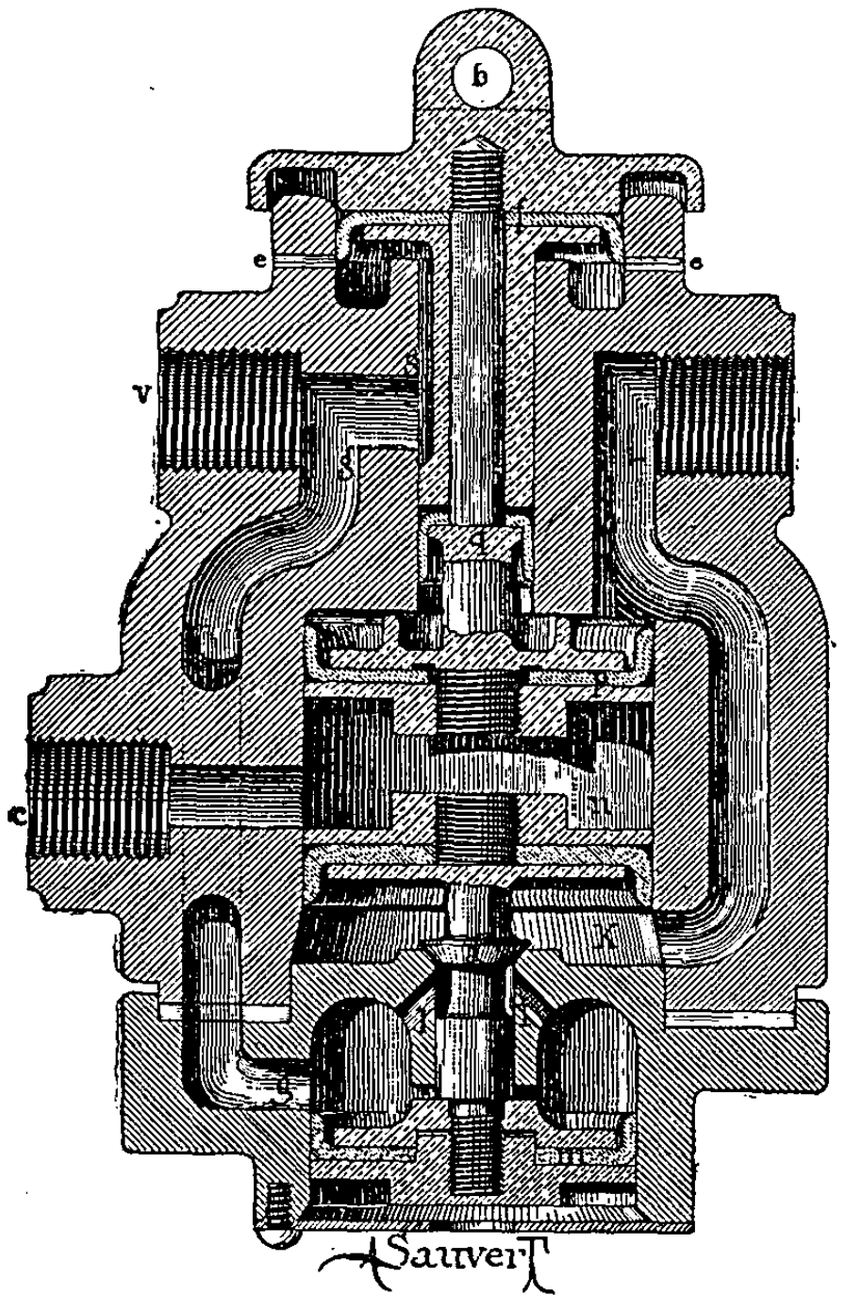


Fig. 536. — *Frein à air comprimé. Distributeur Soulerin. Coupe.*

en se détendant, ils manœuvrent la timonerie.

On obtient ainsi un serrage gradué, sans aucune secousse, mais en cas d'avarie, on est obligé de desserrer les freins au moyen d'un frein à main que possède à cet effet chaque voiture; c'est là une sujétion gênante qui a fait que son emploi n'a pas été généralisé, bien qu'il se prête avec certaines modifications aux arrêts rapides.

Distributeur Soulerin. Nous avons décrit dans la dernière édition du *Dictionnaire* le frein Westinghouse, nous n'y reviendrons pas. Mais nous ne pouvons pas cependant laisser passer sous silence le distributeur Soulerin.

Ce distributeur ne comporte, en effet, ni tiroir, ni piston métallique, ni ressorts et repose essentiellement sur le fonctionnement d'une soupape *a* et de deux systèmes de pistons différentiels *fqp* et *mn*, à garnitures de cuir embouti, ingénieusement disposés (fig. 536).

Lorsque la conduite est en charge, l'air comprimé amené par la conduite générale arrive par *c*, et passe entre le cuir embouti du piston *n* et les parois du cylindre, pour aller au réservoir auxiliaire par le canal *kr*; mais il ne peut communiquer avec le conduit *g*, car il applique fortement sur son siège, la soupape *a*. De même, l'air comprimé passe entre les parois du cylindre et le cuir embouti du piston *p* et soulève le piston *q*, ce qui a pour effet de faire dégager les orifices *e* par le clapet *f*, et le cylindre à frein V communique alors avec l'air extérieur par l'intermédiaire du conduit S*e*. Quand on veut serrer les freins, on produit une dépression dans la conduite générale : l'air comprimé du réservoir fait alors appliquer, sur les parois, le cuir embouti du piston *n* et le soulève, pendant que l'air comprimé, emmagasiné entre *q* et *p*, agit sur le piston *p* qui descend, et le clapet *f* vient boucher hermétiquement les orifices *e*.

Le piston *n*, en se soulevant, entraîne la soupape *a* et l'air comprimé du réservoir *r* vient par *rkagg* agir sur les cylindres à frein. Pour desserrer, il suffit de renvoyer de l'air comprimé dans la conduite générale.

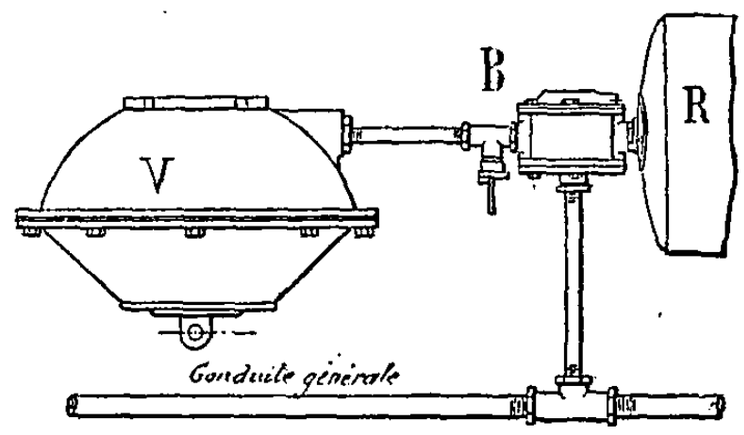


Fig. 537. — *Frein à vide automatique. Position respective des organes placé sous les vagons.*

Le système *nma* est sollicité par la résultante des pressions qui s'exercent sur les faces des deux pistons *m* et *n*; il suffira donc de varier le rapport des sections de ces pistons pour avoir des appareils à peine modérables, ou bien des appareils modérables dans des limites plus ou moins grandes, ou même, enfin, de véritables détendeurs conduisant aux freins, fonctionnant indifféremment par le vide et par l'air comprimé, que nous décrirons plus loin.

Freins à vide automatiques. Ces freins peuvent se diviser en deux catégories :

La première, comprenant ceux dans lesquels les deux chambres du cylindre ou vase à freins sont en communication avec la conduite générale pendant le desserrage.

Et la seconde, ceux dans lesquels l'air n'est raréfié dans le cylindre ou vase à freins que pendant le serrage.

Nous ne reviendrons pas sur les freins de la première catégorie, dont un des types, le frein de « la Vacuum Brake C° », a été décrit dans le *Dictionnaire*.

Parmi ces derniers, nous décrirons le frein Soulerin qui possède cette précieuse qualité d'être modérable et de ne nécessiter qu'un faible entretien (fig. 537).

Chaque véhicule porte, en outre de la conduite générale et de ses accouplements :

1° Un *réservoir auxiliaire* R dans lequel on entretient le vide ;

2° Un *vase à diaphragme* V, ou un cylindre à frein, qui commande des leviers actionnant les sabots ;

3° Un *appareil distributeur* B qui comporte deux systèmes mobiles : le premier, formé par deux pistons à cuir embouti *p* et *f* et un clapet *c* monté sur une même tige qui glisse à l'intérieur de la tige du deuxième système qui comprend un diaphragme *m* et un clapet *a* dont le siège est formé par la rondelle en caoutchouc *r* (fig 538).

Cet appareil communique par R avec le réservoir auxiliaire, par C avec la conduite générale et par V avec le vase à freins ;

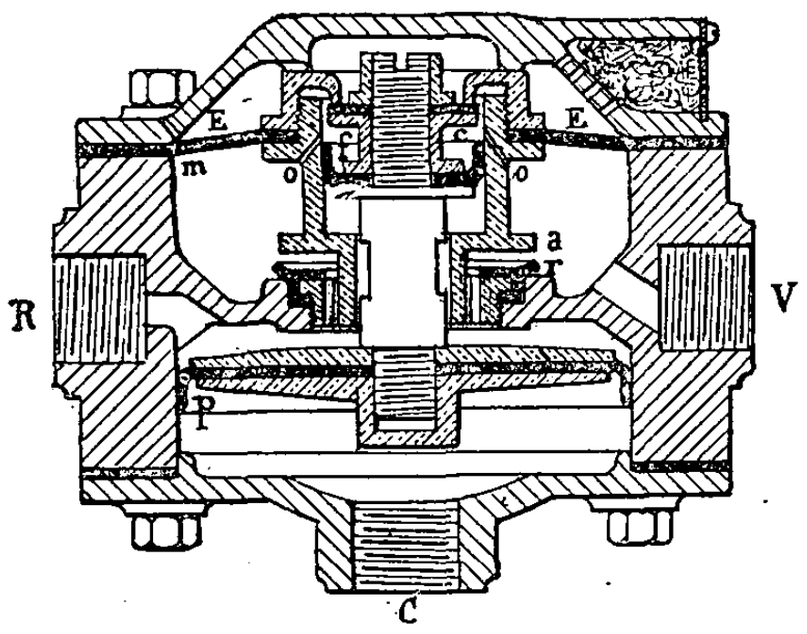


Fig. 538. — *Frein à vide automatique Soulerin. Coupe du distributeur.*

4° Enfin, une *valve de purge*, placée sur un té fixé entre le distributeur et le vase à diaphragme, qui sert, en cas de serrage automatique, à faire rentrer l'air dans les cylindres et obtenir le desserrage des freins.

Le fonctionnement de ce frein est le suivant :

Pendant la marche du train, le vide est produit et entretenu dans la conduite générale et dans les réservoirs auxiliaires au moyen de l'appareil éjecteur. Pendant cette période, les deux systèmes mobiles se trouvent au bas de leurs courses ; la soupape *a* est appuyée sur son siège et supprime ainsi toute communication entre le réservoir et le vase à frein qui communique, au contraire, avec l'air extérieur par les lumières o, la soupape *c* (qui est détachée de son siège) et les orifices E.

D'autre part, l'air du réservoir peut, en soulevant les garnitures du piston *p*, s'échapper dans la conduite générale où il est raréfié par le fonctionnement du petit éjecteur.

Pour opérer le serrage, le mécanicien, au moyen du robinet de manœuvre placé sur la machine, laisse rentrer l'air extérieur dans la conduite générale, ce qui a pour effet d'appliquer la garniture de *p* sur les parois du distributeur et de soulever les deux systèmes mobiles ; il en résulte que la soupape *c* vient s'appuyer sur son siège et supprimer toute communication entre l'atmosphère extérieure et le vase à freins qui communique, au contraire, par la soupape *a* (qui a dégagé son siège *r*), avec le réservoir auxiliaire ; l'air se raréfie immédiatement dans le vase à freins, ce qui a pour effet de soulever le diaphragme qui commande la timonerie, et le serrage a lieu.

Pour effectuer le desserrage, on reproduit le vide dans la conduite générale ; le distributeur fonctionne aussitôt, rétablit les communications de marche ; les vases à diaphragmes communiquant alors avec l'intérieur, les diaphragmes s'abaissent et produisent le desserrage.

On peut, suivant la quantité d'air introduite dans la conduite générale, graduer à volonté la

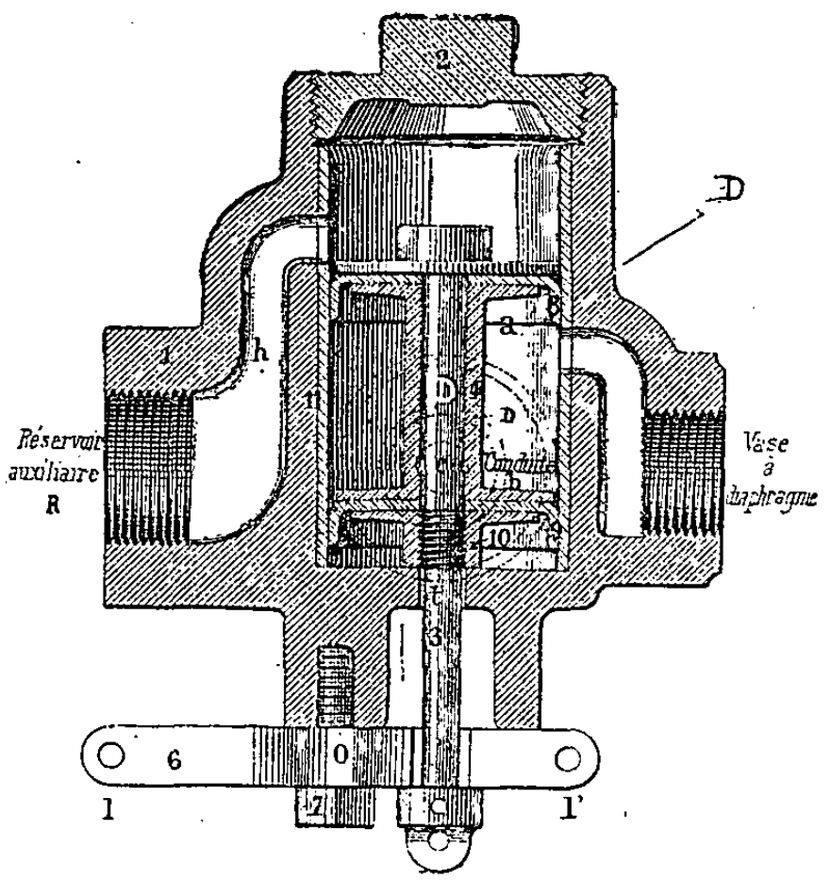


Fig. 539. — *Appareil mixte.*
Coupe du distributeur installé sur le fourgon de queue.

pression des sabots contre les bandages des roues.

Le frein que nous venons de décrire possède donc les deux qualités essentielles : modérabilité et automaticité ; et d'autre part, il est constitué par des organes qui peuvent s'adapter très facilement sur les appareils du frein direct qu'on peut ainsi transformer rapidement en frein à vide automatique.

Nous terminerons ce rapide aperçu sur les progrès réalisés sur les freins à vide, en signalant un appareil mixte dû au même inventeur.

L'appareil mixte Soulerin est un frein direct qui est rendu automatique exclusivement en ce qui concerne les ruptures d'attelages. Les appareils à diaphragmes des voitures ne subissent aucune modification. On ajoute, sur le fourgon de queue, un dispositif qui ne peut fonctionner qu'en cas de ruptures d'attelages (fig. 539). Ce dispositif comprend : un réservoir qui est en communication avec la conduite générale au moyen d'un distributeur D ; un levier *ll'* placé perpendiculairement à l'axe

des trains empêche tout mouvement de l'appareil distributeur. A l'extrémité de ce levier est attachée une corde qui règne sur toute la longueur du train. Si on opère une traction sur cette corde (ce qui a lieu en cas de rupture d'attelages, car la corde est alors soumise à une traction énergique qui amène sa rupture), le levier *ll'* primitivement dans une direction perpendiculaire à l'axe du train tourne de 90° et laisse échapper la tige *t* du distributeur, dont le piston *a* est soulevé par la pression atmosphérique qui règne dans la conduite ; le piston *b* vient alors obturer la conduite C, et l'air du diaphragme peut se détendre dans le réservoir R ; le serrage s'effectue immédiatement sur le véhicule de queue, ce qui a pour effet d'arrêter les vagons qui se sont détachés du train.

Ce dispositif ne nuit pas au fonctionnement normal du frein en marche. En effet, quand le frein direct fonctionne, l'air du réservoir R qui est aspiré arrive par la conduite *h*, passe ensuite entre le cuir embouti du piston *a* et va dans la conduite générale C qui aspire également l'air du vase à diaphragme du fourgon. Le vide se fait donc dans R, mais l'air extérieur ne peut y rentrer.

Ce dispositif est peu coûteux, mais il nécessite l'emploi d'une corde spéciale qu'il faut installer sur toute la longueur du train, ce qui peut devenir la source de complications, surtout quand il s'agit de trains comportant des voitures directes qui sont ajoutées ou retirées aux gares de bifurcation. D'autre part, il faut nécessairement que le dernier véhicule soit un fourgon muni du dispositif spécial, sous peine de voir perdre le bénéfice de l'automaticité, si une rupture d'attelage venait à se produire sur les derniers véhicules du train qui n'en sont pas munis.

Freins mixtes à vide ou à air comprimé. Nous allons examiner maintenant un nouveau système de frein qui présente cet avantage incontestable de pouvoir fonctionner indifféremment par le vide et par l'air comprimé.

Dans cette classe nous indiquerons tout d'abord le frein Weilch et Smith qui comporte sous chaque véhicule, une masse de fonte (200 kilogrammes) qui agit sur la timonerie pour effectuer le serrage des freins (fig. 540).

Cette pièce de fonte M est terminée par une partie annulaire qui s'emboîte dans un cylindre creux à plusieurs compartiments : l'un *a* qui fait communiquer la conduite à vide avec l'espace *c* et l'autre *b*, la conduite à air comprimé avec l'espace annulaire *d*. Si une voiture munie de cet appareil est intercalée dans un train muni du frein Westinghouse, par exemple, l'air comprimé arrive par *b*, remplit l'espace annulaire *d* et soulève la masse M qui tombera d'elle-même en faisant agir le frein, dès qu'on produira une dépression dans la conduite générale.

Le fonctionnement de ce frein sera donc concordant avec celui des autres appareils Westinghouse. De même, si une voiture munie du système Weilch et Smith, est intercalée dans un train muni du frein à vide automatique, le vide se fait dans la cavité *c*, par l'intermédiaire du conduit *a* et la masse M se trouve soulevée par la pression atmosphérique qui agit sur la face *ll'*.

Une rentrée d'air dans la conduite à air rétablit l'égalité de pression au-dessus de la masse M qui tombe et détermine l'application des sabots sur les bandages des roues.

La puissance de ce frein est forcément limitée, car elle est proportionnelle, d'une part à la masse M et d'autre part à sa hauteur de chute ; or cette dernière a nécessairement pour limite la hauteur des châssis des voitures au-dessus du rail, et on ne peut d'ailleurs augmenter la masse M, sans augmenter en conséquence le poids mort du véhicule.

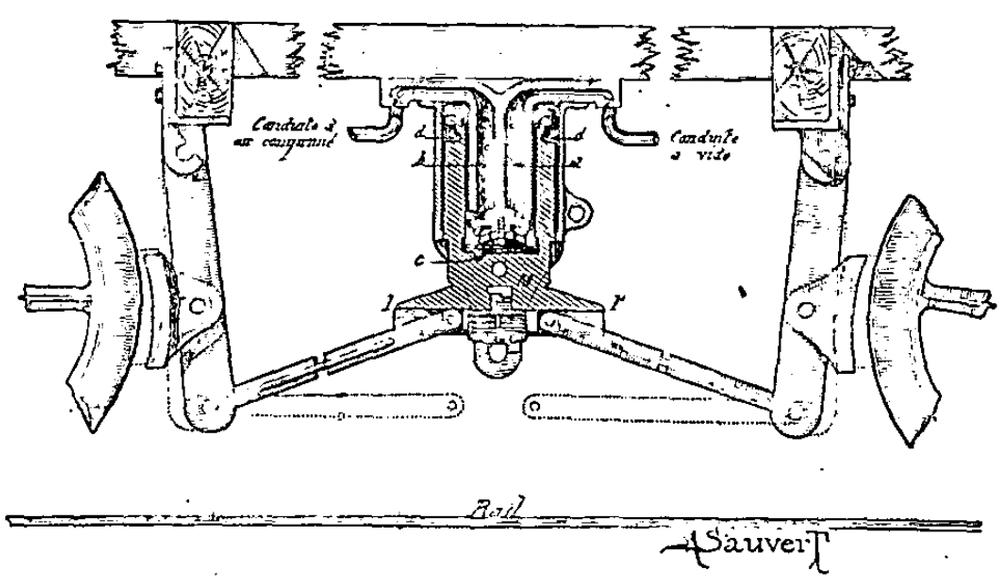


Fig. 540. — *Frein Weilch et Smith fonctionnant indifféremment par le vide ou l'air comprimé.*

Frein Soulerin, fonctionnant indifféremment par le vide et par l'air comprimé (fig. 541). Ce système exige deux conduites distinctes, une pour le fonctionnement par l'air comprimé et l'autre pour le fonctionnement par le vide. Il se compose d'un vase à diaphragme, d'un distributeur S, muni d'une double valve N, et d'un réservoir pour l'air comprimé. Le vase à diaphragme est formé de deux chambres étanches ; l'une supérieure, pour le vide et l'autre inférieure, pour l'air comprimé. Le distributeur est monté sur le réservoir auxiliaire par la tubulure R, tandis qu'il communique avec la conduite générale d'air comprimé par C ; avec la chambre inférieure des vases à frein par A, et avec la double valve N, par L et A'. Il se compose de deux systèmes mobiles *n a m f* et *n' a' m'*, dont tous les pistons sont munis de cuir embouti. L'air comprimé qui aurait pu pénétrer au-dessus de *n'* s'échappe par de petits orifices *o*.

La tige qui porte le piston *n a m*, glisse dans celle du clapet *f*, de manière à n'entraîner celui-ci que dans la dernière portion de la course du système, tant à la montée qu'à la descente.

La double valve N renferme un système mobile, comprenant deux pistons *b* et *d* et un clapet *c*.

Les chambres du cylindre ou vases à freins, correspondent respectivement au conduit A' et à

l'orifice V, tandis que l'espace *l* du distributeur communique, par L, avec l'espace situé au-dessous du piston *d*. Deux orifices E', pratiqués dans le corps de l'appareil, font communiquer avec l'extérieur l'espace compris entre *d* et *c*. Enfin, au moyen d'un levier *t* sur lequel on agit par des tirettes, on peut vider le vase lorsque les freins se sont serrés automatiquement.

Voici maintenant comment fonctionne cet appareil :

1° *Par le vide.* On fait le vide dans la conduite générale à vide, l'air de la chambre supérieure du vase à freins est aspiré directement, le diaphragme se soulève, et l'air extérieur pénètre dans la chambre inférieure en passant autour du cuir embouti du piston *m'*. En même temps, la double valve est mise en mouvement par le vide qui se produit dans la conduite V : le clapet *c* et le piston *b* s'appliquent tant sur les parois que sur leurs sièges, ce qui empêche l'air extérieur de pénétrer dans la chambre supérieure du vase à freins, tout en le laissant pénétrer librement par E'*e* A' A, dans la chambre inférieure *e*.

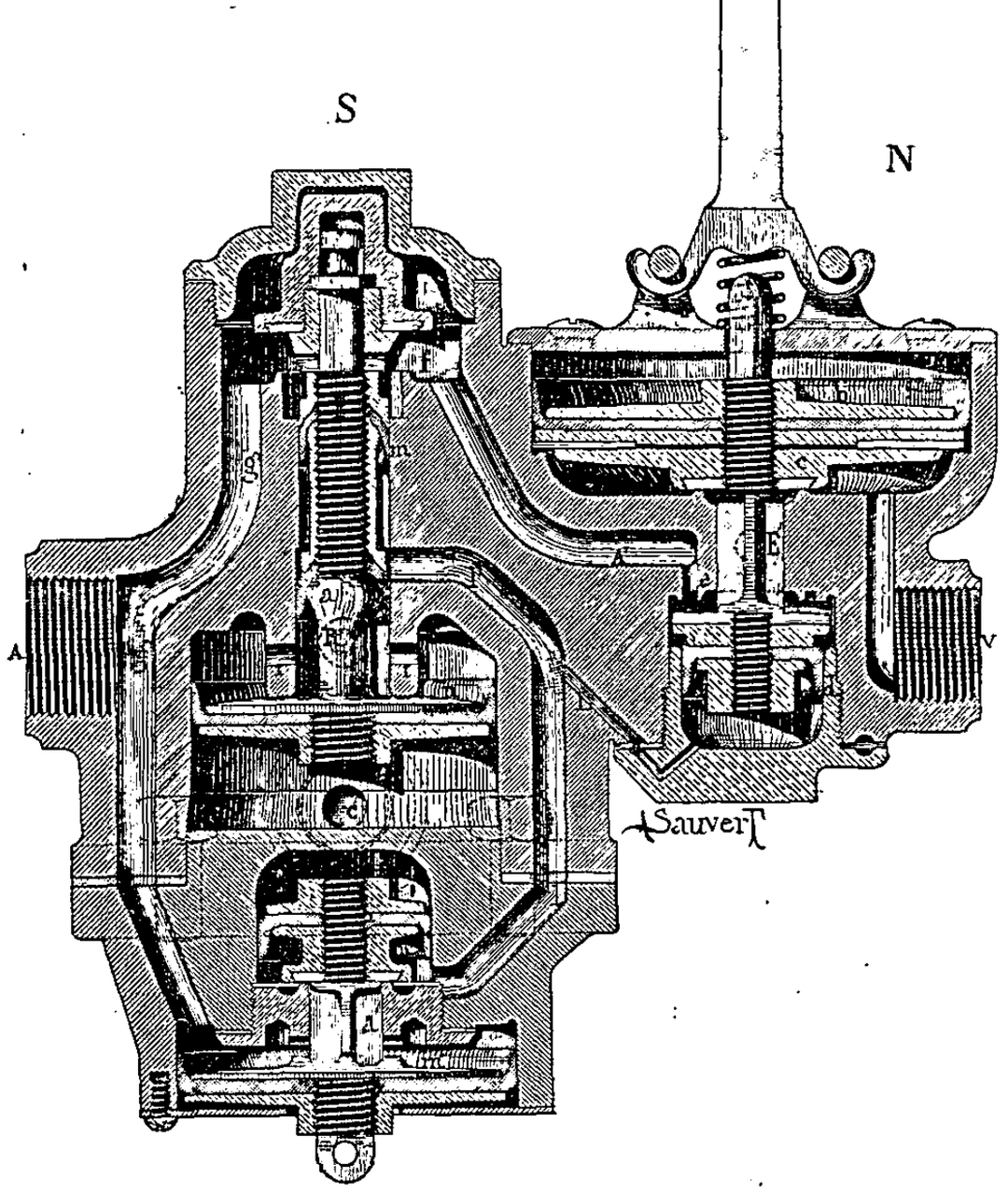


Fig. 541. — *Frein fonctionnant indifféremment par le vide et par l'air comprimé. Distributeur.*

A Ajutage communiquant avec la chambre inférieure du vase à frein. — *V* Ajutage communiquant avec la chambre supérieure du vase à frein et avec la conduite générale à vide. — *R* Orifice communiquant avec le réservoir auxiliaire à air comprimé. — *C* Orifice communiquant avec la conduite générale à air comprimé.

Pendant le desserrage, on met la conduite à vide en communication avec l'air atmosphérique, le diaphragme s'abaisse par le poids des freins, et l'air contenu dans la chambre inférieure s'écoule à l'extérieur par A*g* A'*e* E'.

2° *Par l'air comprimé.* Pendant la marche du train, le système *n a m f* est maintenu au haut de sa course et l'air comprimé pénètre par C *n i* R dans le réservoir R, en passant autour de la garniture du piston *n*.

Lorsqu'on veut effectuer le serrage, on produit dans la conduite générale une dépression suffisante pour faire descendre le système *namf*; le piston *a* vient au-dessous des orifices *ii*, et le réservoir communique avec le conduit *l*; l'air comprimé passe par le système détendeur et se rend alors dans la chambre inférieure A du vase à freins, en même temps que *f* est amené au bas de sa course et que la chambre A du vase à freins cesse de communiquer avec l'extérieur, tant par E, que par la double valve qui fonctionne au même moment, de la manière suivante : l'air qui vient du réservoir R, et qui va par *l* à la chambre inférieure A du vase à freins, passe par L et vient soulever le système *dbc*, ce qui ferme l'orifice *e* et maintient ouverte, la communication entre la chambre supérieure V du vase à freins et l'air extérieur par E'.

Pour desserrer, il suffit de faire rentrer l'air comprimé dans la conduite générale à air comprimé, et les organes du distributeur et de la double valve sont ramenés à la position de repos.

Ce système mixte a été employé avec succès au chemin de fer du Nord, pour les voitures directes qui vont de Calais à Genève, Nice, Marseille, Bâle, etc., qui sont intercalées sur le réseau du Nord, dans des trains munis du frein à vide, et sur le P.-L.-M. ou l'Est, dans des trains munis du frein Henry modérable, ou du Westinghouse ordinaire.

Ces systèmes de frein mixte possèdent, en outre, cette qualité remarquable, que si on donne aux pistons *d* et *b*, des dimensions convenables, on pourra obtenir ce résultat, que les véhicules puissent rester freinés par le vide, l'air comprimé restant sans effet, ou vice versa, dans le cas où, par suite d'une erreur dans l'accouplement des conduites, le frein serait actionné simultanément par le vide ou par l'air comprimé.

Les freins continus qui viennent d'être décrits étaient suffisants au moment où ils sont passés du domaine de la théorie dans celui de la pra-

tique. A cette époque, en effet, les trains express marchaient à une vitesse supérieure à 60 kilomètres à l'heure, bien que leur composition ne fut en moyenne que six à dix véhicules.

Aujourd'hui que l'accélération de la vitesse de marche est l'objet d'études constantes de la part des ingénieurs qui sont à la tête de la grande industrie des chemins de fer, les conditions d'exploitation sont bien changées : les vitesses moyennes de 80 kilomètres (1) à l'heure n'ont plus rien d'extraordinaire.

En outre, le nombre des voyageurs à grande distance a augmenté dans de telles proportions, qu'on est disposé à croire que cette accélération de vitesse, jointe à la multiplicité des trains rapides et au confort donné aux voyageurs, y ont contribué pour une grande part.

Enfin, l'addition, dans un train, d'une voiture de luxe, qui prenait la proportiou d'un événement, il y a dix ans à peine, est devenue aujourd'hui chose si commune, qu'on ne remarque même plus les voitures-salons, les coupés-lits avec cabinets de toilette, les sleepings-cars, les wagons-restaurants, etc., qui circulent journellement dans les trains express. Or, ce matériel n'est pas sans contribuer à augmenter le poids mort du train. En un mot, le train lourd, à allure rapide, est à l'ordre du jour. La force vive à vaincre pour obtenir l'arrêt complet du train est donc beaucoup plus considérable, qu'à l'époque où l'application des freins continus a commencé. Il est donc facile de voir que si la vitesse de propagation du serrage de véhicule à véhicule, était d'une faible importance au début, il n'en est plus de même aujourd'hui, où, en raison de la longueur de certains trains, un défaut de simultanéité dans l'application des freins, aurait pour effet de produire l'arrêt des premiers véhicules, bien avant les derniers qui viendraient choquer ceux-là, en vertu de la vitesse acquise, ce qui pourrait occasionner des ruptures d'attelage assez fréquentes.

Le problème de l'action rapide des freins a été résolu très ingénieusement et d'une manière tout à fait différente, suivant la nature du frein à transformer : Westinghouse, Soulerin, Wenger et Boyden.

Parmi ces appareils, nous ne décrirons ici que l'appareil Westinghouse qui est à la triple valve du frein de ce nom, ce que les appareils Soulerin, Wenger et Boyden, sont aux distributeurs ordinaires des freins de ces inventeurs, actuellement en usage pour les trains de voyageurs.

Appareils Westinghouse (fig. 542 et 543). Disons d'abord que le cylindre à frein, le réservoir auxiliaire et l'appareil distributeur sont montés sur le même bâti. La nouvelle triple valve Westinghouse se compose de l'ancienne triple valve, placée horizontalement, à laquelle on a juxtaposé à la partie inférieure un appareil valvulaire vertical ; le tiroir horizontal de l'ancienne triple

(1) L'express du matin de Lille à Paris qui, il y a sept ans à peine, mettait 4 heures 35 pour effectuer le trajet qui sépare ces deux villes (250 kilomètres), sa composition étant de 8 à 10 voitures, met aujourd'hui 3 heures 40 minutes pour faire le même parcours, avec une composition moyenne de 14 voitures y compris un vagon-restaurant.

valve est un peu modifié : sa glace porte, au bas, trois petites ouvertures et le tiroir trois ouvertures correspondantes.

Le piston de la triple valve, lorsqu'il est amené

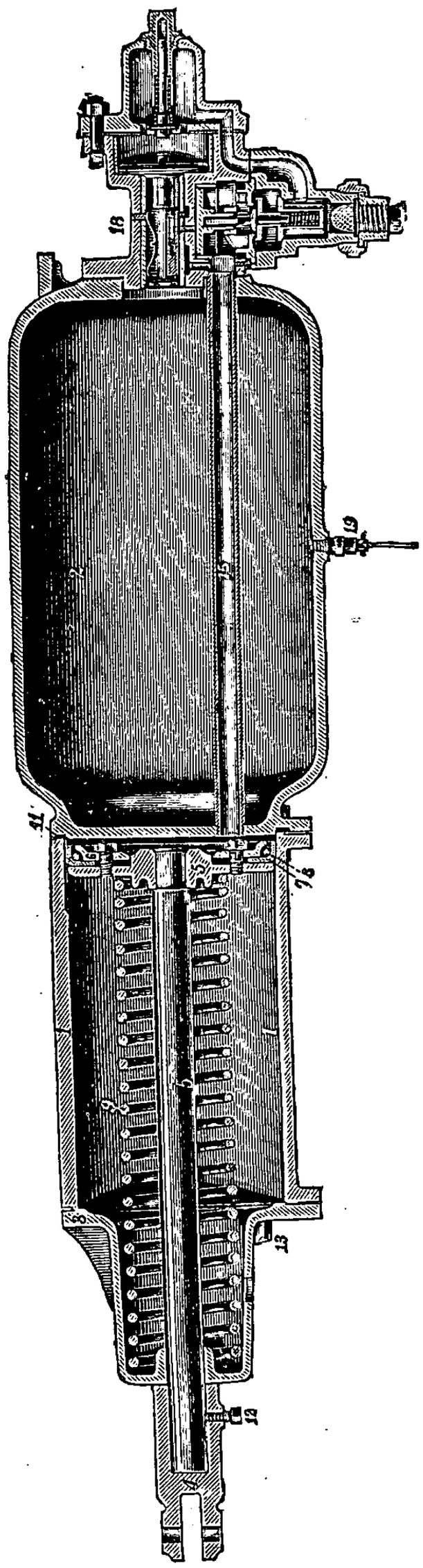


Fig. 542. — *Appareil Westinghouse à action rapide.*
Croquis d'ensemble montrant la position relative du cylindre à frein 9 du réservoir auxiliaire 2 et de la triple valve 18, au-dessous de laquelle est fixé l'appareil valvulaire vertical.

à bout de course, bute sur une tige qui est maintenue par un ressort.

L'appareil valvulaire additionnel comprend un piston et un clapet : un deuxième clapet peut glisser dans les deux tiges creuses qui portent

ces deux organes ; un ressort maintient les deux clapets appliqués sur leurs sièges.

Pendant la marche du train, l'air comprimé arrive par la conduite générale, se rend à droite du piston de la triple valve et pénètre dans le réservoir par les rainures, comme dans le frein ordinaire.

Si on opère un serrage ordinaire, au moyen d'une faible dépression, le piston en se déplaçant n'atteint pas la tige placée à l'extrémité de sa course, et le frein fonctionne comme un appareil Westinghouse ordinaire.

Si au contraire on veut obtenir un serrage rapide, on produit brusquement une assez forte dépression dans la conduite ; le piston est lancé vers la droite et vient s'appliquer sur le cuir, car alors il peut vaincre la résistance du ressort antagoniste.

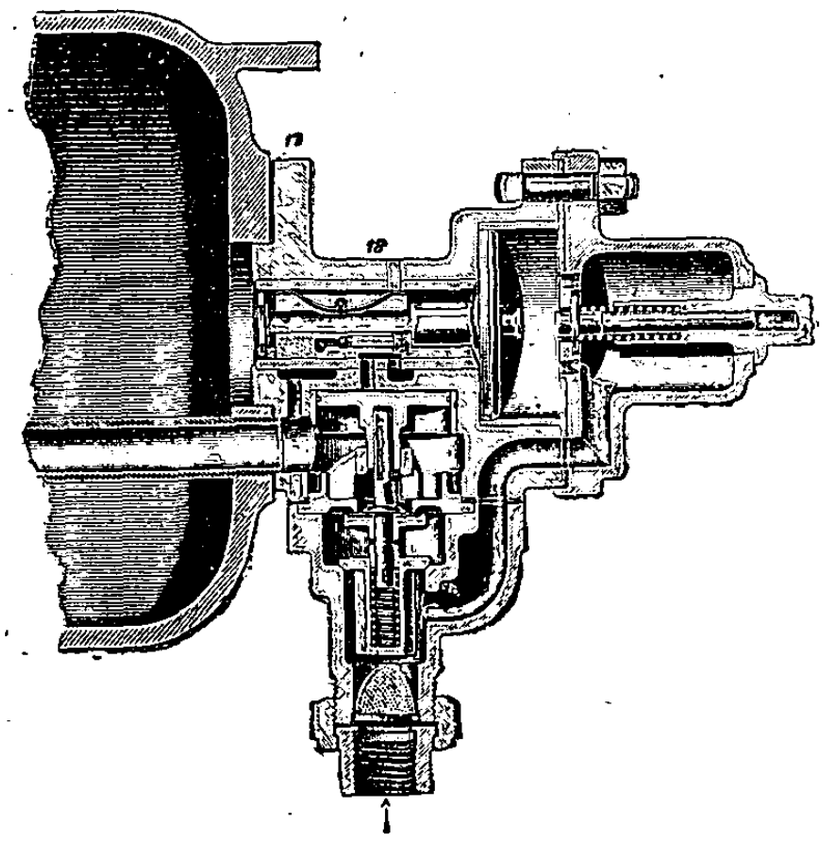


Fig. 543. — *Frein Westinghouse à action rapide.*

Triple valve 18 munie de son appareil valvulaire.

Dans cette position, la première ouverture du tiroir communique avec celle du cylindre à frein, et l'air du réservoir s'écoule immédiatement dans le cylindre à frein. En même temps, la seconde ouverture du tiroir coïncide avec sa correspondante de l'appareil valvulaire, et l'air comprimé arrive au-dessus du piston de l'appareil valvulaire qui descend, et ouvre le clapet ; alors, l'air comprimé, qui reste dans la conduite, se précipite dans le cylindre à frein, jusqu'au moment où la pression dans le cylindre devient supérieure à la pression de la conduite.

L'air comprimé de la conduite vient donc ajouter son action à celle de l'air comprimé emmagasiné dans les cylindres à frein. Cette rentrée subite de l'air comprimé de la conduite dans l'appareil à frein a pour effet, non moins important, de produire une dépression immédiate dans le distributeur du wagon suivant ; il en résulte une augmentation notable pour la vitesse de propagation du serrage de véhicule à véhicule.

Mais par contre, la conduite s'étant vidée par le jeu des appareils, il faudra la remplir entièrement d'air comprimé, pour effectuer le desserrage, et cette opération exigera un temps appréciable qui peut être évalué à quinze ou vingt secondes et même plus, car il est nécessaire d'attendre l'arrêt complet du train pour effectuer ensuite le desserrage. Cette nécessité, ou plutôt cette sujétion a été nettement démontrée par M. Desdouits, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction des chemins de fer de l'Etat, qui a rendu compte dans le numéro de juin 1890 de la *Revue générale des chemins de fer*, des expériences très intéressantes sur les freins à air comprimé à action rapide, qu'il a lui-même dirigées en 1890.

« La plus grande valeur de l'effort de retenue, et par suite, des réactions de toute nature qui en résultent aussi bien pour la tête que pour la queue du train, se produit non au moment où le serrage s'effectue, mais à l'instant même de l'arrêt. Cet effort, dont la valeur est d'ailleurs déterminée en fonction des éléments du frein et du coefficient de frottement, n'est pas ordinairement assez grand pour entraîner des avaries proprement dites ; mais il donne lieu à des secousses plus ou moins violentes, capables, par exemple, de renverser une personne qui ne serait pas sur ses gardes ou de déplacer un chargement d'objets lourds. Dans les trains de longueur ordinaire, tout mécanicien soigneux évite cette réaction en desserrant ses freins quelques secondes à l'avance. Dans le cas actuel, il n'en peut être ainsi. Le desserrage appliqué avant l'arrêt complet, aurait pour effet inévitable, à cause de sa propagation trop lente, de rompre les attelages dans la partie milieu du train. Par conséquent, chaque fois que l'on a manœuvré pour le serrage rapide, il devient absolument nécessaire d'aller jusqu'à l'arrêt complet sans chercher à amortir la réaction finale. On ne doit ensuite démarrer qu'avec une grande prudence et après avoir laissé un temps suffisant pour que le desserrage s'accomplisse entièrement.

« Cette sujétion n'a pas sans doute une grande importance lorsqu'il s'agit du cas très rare d'un arrêt d'urgence en face d'un danger ; mais il est bien évident que l'emploi du serrage rapide *obligatoirement poussé jusqu'à l'arrêt* est incompatible avec le service courant, et les manœuvres de toute nature qu'on a à exécuter aux approches des gares et dans les gares elles-mêmes.

C'est donc au serrage dit *modéré* ou progressif qu'on doit se tenir en service ordinaire ; c'est de la sûreté et de l'efficacité de cette dernière manœuvre que dépendra la valeur pratique du frein ».

Nous indiquerons enfin que les différents systèmes de freins à vide automatique (freins de la *Vacuum Brake C°*, freins à vide Soulerin, etc.), ont subi des modifications qui permettent également de réaliser l'action rapide des freins au moment du serrage. Nous ne les décrirons pas, mais nous ferons remarquer cependant, que leurs organes sont beaucoup plus simples et plus robustes que les appareils à action rapide, fonctionnant par l'air comprimé. C'est donc, probablement, dans les freins perfectionnés de

ce dernier système, qu'on devrait chercher la solution du freinage simple et économique des trains de marchandises, si ce grand problème ne semblait pas devoir subsister longtemps sans être résolu, en raison des difficultés sans nombre qu'il comporte.

Il y a, en effet, de sérieux obstacles à l'application des freins continus aux trains de marchandises. Les Compagnies ont fait de grands sacrifices pour accélérer les transports par petite vitesse, afin d'accroître les facilités de transactions données au commerce et à l'industrie. Or, les résultats satisfaisants, obtenus dans cette voie, tiennent moins à l'accélération des trains de marchandises, qu'à l'amélioration des ressources des gares d'échange, où les vagons, amenés par les trains d'embranchement, sont triés et classés pour continuer leur route par d'autres trains, vers leur destination définitive.

On conçoit, en effet, qu'il ne peut y avoir chaque jour, et à plusieurs heures de la journée, des trains directs mettant en relation chacune des gares ou stations d'un réseau, avec toutes les autres. Le voudrait-on, qu'il faudrait, en raison des fluctuations du trafic, modifier, chaque jour, les horaires et le nombre de ces trains : on voit d'ici quelle complication de service qui pourrait compromettre la sécurité, et qui ne servirait qu'à amener la confusion dans un service qu'on se proposerait précisément d'améliorer.

Donc, en dehors des grands centres de production et de consommation qui ont entre eux des éléments de trafic suffisant pour justifier la mise en marche de trains directs, les transports petite vitesse sont assurés par un ou plusieurs trains qui prennent, chaque jour et aux mêmes heures, les vagons chargés dans les stations situées sur les embranchements. Tous ces trains les amènent aux gares de jonction avec les lignes principales, où ils sont classés immédiatement par direction pour être acheminés ensuite vers les gares de triage proprement dites, ou gares d'étape, où se fait le classement par station destinataire, et où on concentre les éléments pour la formation des trains qui, quelques heures après, parcourent les lignes secondaires divergentes, où sont situées les gares de destination, et y déposent les vagons, ainsi rassemblés et classés par gare.

On comprend alors pourquoi les Compagnies se sont attachées à rendre aussi rapides que possible les manœuvres de classement, dans ces gares de formation et d'étape, en utilisant tous les moyens possibles : la gravité, les cabestans hydrauliques et électriques, les chariots transbordeurs, etc.

Qu'on se figure la perturbation dans le fonctionnement de ces gares, qui résulterait de l'arrêt des manœuvres par le déclenchement intempestif d'un appareil à freins, et on se rendra compte des inquiétudes que peuvent avoir les ingénieurs des Compagnies, au sujet de cette grave question du freinage des trains de marchandises.

Mais ce n'est pas tout : Dans toutes ces manœuvres successives que subit un vagon depuis la station de départ, jusqu'à destination, la vitesse de décrochage et d'accrochage des véhicules, n'est pas un facteur sans importance, dans la rapidité du classement. On est donc en droit de se demander si, en compliquant ces opérations, par la création de nouvelles conduites, ou fils d'intercommunication pour le fonctionnement du frein continu, on n'arriverait pas à retarder l'évolution du matériel beaucoup plus qu'on ne pourrait l'améliorer par la facilité qu'on aurait alors de mettre en marche des trains de marchandises à vitesse accélérée.

Nous laisserons donc de côté cette question délicate du freinage des trains de marchandises, pour continuer la description des différents systèmes de freins, en examinant ceux où on fait jouer un rôle quelconque à l'électricité.

Freins aéro-électriques. L'emploi simultané de l'électricité et des freins à air existants, a donné naissance à une nouvelle classe de freins, qui sont connus sous le nom de *freins aéro-électriques*. Dans ces freins, le courant, qui est fourni par des piles, où une dynamo, placées sur la machine, agit uniquement pour déclencher des valves spéciales, qui font communiquer les cylindres à frein avec les réservoirs à air comprimé. Il en résulte que la vitesse de propagation du serrage du premier au dernier véhicule est du même ordre que la vitesse du courant lui-même, c'est-à-dire qu'en théorie, il n'y a pas de retard dans le freinage du dernier véhicule, comparé à l'instant où le frein commence à agir sur la machine elle-même. Des essais pratiques, faits à Burlington, s'il faut en croire les revues américaines, seraient venus confirmer la théorie, en faisant ressortir la supériorité du frein aéro-électrique Westinghouse, sur le frein ordinaire, du même inventeur, pour l'arrêt des trains longs. Un train muni du dispositif électrique a été arrêté presque sans secousse, sur un parcours inférieur de un tiers à l'espace parcouru dans les mêmes circonstances, en faisant usage du même frein, sans opérer le déclenchement des triples valves par l'électricité.

Le frein à vide peut être modifié de la même manière, et dans la même période d'essai, faite à Burlington, un frein Eames, muni d'un dispositif électrique, a donné des résultats au moins aussi satisfaisants que les précédents.

Enfin, le frein Carpenter, muni de valves électriques auxiliaires, a été expérimenté également à Burlington en 1887 ; les résultats obtenus avec ce frein auraient démontré nettement sa supériorité sur les appareils du dernier genre... Westinghouse, Eames, etc., à déclenchement électrique.

Ces résultats méritent d'être simplement enregistrés, en attendant qu'une expérience prolongée permette de décider, si l'emploi de l'électricité pour la manœuvre des valves n'a pas pour effet de compliquer encore ces appareils déjà trop délicats.

D'ailleurs, cette disposition présente dans un autre ordre d'idée, un inconvénient très grave, celui d'augmenter encore le nombre déjà gênant des chaînes, conduites, fils d'intercommunication, qui compliquent l'attelage des véhicules.

Freins électriques. Nous arrivons maintenant aux freins électriques proprement dits.

Nous ne nous arrêterons pas au frein Achard, qui a été décrit dans la première édition du *Dictionnaire*; et nous laisserons également de côté quelques types de freins électriques, qui ont fait l'objet d'un article très intéressant de M. G. Richard, dans « La Lumière électrique » de 1883.

Nous nous contenterons d'esquisser les organes essentiels du nouveau système de freins électriques, bien qu'ils soient encore dans le domaine de l'expérience.

Nous les diviserons en deux classes; la première comprenant : *les freins à action directe,* et la seconde, *les freins à embrayage.*

Parmi ces derniers, nous citerons le frein Weissenbruch, qui est une modification du frein Achard, lequel ne peut être rendu automatique que par l'addition d'une seconde source d'électricité, sur le fourgon de queue, ce qui est une sujétion gênante de nature à empêcher l'échange du matériel.

Pour remédier aux inconvénients de cette disposition, M. Weissenbruch place sur chaque voiture un petit accumulateur, qui est chargé par une dynamo, montée sur la locomotive.

Il n'est pas nécessaire d'insister pour montrer combien cette solution est peu pratique, à moins qu'on ne puisse arriver à employer ces mêmes accumulateurs pour l'éclairage du train, et réaliser ainsi du même coup l'indépendance des véhicules au point de vue de l'éclairage. Cette solution est donc subordonnée à l'invention d'un accumulateur, suffisamment économique, comme construction et rendement.

Freins Park. Le mécanisme de ce frein se compose d'une bielle, mise en mouvement par un excentrique monté sur l'essieu d'un véhicule; l'extrémité de la bielle peut, au moyen d'un cliquet, s'engager entre les dents d'un rochet sur le pourtour d'un tambour en fonte, placé sur le côté inférieur de la poutre du milieu du véhicule. Ce tambour sert de treuil aux chaînes du frein. Le passage d'un courant électrique agit sur le cliquet de la bielle d'excentrique, et produit l'embrayage du tambour. Un second cliquet empêche le tambour de tourner en sens contraire, quand le cliquet, mû par la bielle d'excentrique, retourne en arrière dans son mouvement alternatif.

Quand le courant est interrompu, le cliquet qui fait tourner le tambour cesse d'agir, mais le second cliquet maintient le frein serré.

Pour desserrer, on envoie, au moyen d'un commutateur à trois directions, un courant dans un second circuit, afin que le second cliquet cesse d'être en prise avec les dents du rochet. Le frein peut être réglé de façon à éviter le calage des roues : A cet effet, quand le frein est appliqué avec la force jugée suffisante, un petit écrou ferme un circuit qui fait toucher le cliquet appliquant les freins et la chaîne cesse de s'enrouler. Le frein continu, par conséquent, à être appliqué avec la force convenable et ne se desserre pas, le tambour étant empêché de tourner en sens contraire par le second cliquet.

La source d'électricité est une dynamo placée sur la machine. Trois fils sont établis sur toute la longueur du train; mais ils sont réunis dans une seule tête à chaque accouplement.

Le point le plus remarquable des essais a été l'absence totale de chocs, même avec des attelages non serrés. Mais des essais prolongés ont montré que les chaînes des freins étaient trop faibles. Les cliquets ne pouvaient agir à une vitesse supérieure à soixante kilomètres. C'est un inconvénient grave, qui disparaîtra peut-être avec les perfectionnements qu'on tente d'apporter à ce frein, qui d'ailleurs, tel qu'il a été conçu en principe, n'est pas automatique.

Frein Card. Le principe de ce frein est le suivant : le passage d'un courant électrique détermine l'embrayage de deux tambours placés sous chaque véhicule. L'un des tambours tourne constamment, il prend son mouvement sur l'un des essieux par une chaîne sans fin. L'autre tambour porte la chaîne du frein; quand il tourne, cette dernière s'enroule sur lui et applique le frein.

Frein Waldumer. Ce frein comporte sous chaque voiture un arbre horizontal servant de noyau à un électro-aimant enfermé dans un tambour. D'une part, celui-ci porte une roue dentée reliée par une chaîne sans fin à un arbre auxiliaire également horizontal qui sert de treuil à la chaîne du frein. Enfin, l'arbre de l'électro-aimant porte aussi une roue dentée qui lui donne un mouvement de rotation continu, au moyen d'une chaîne sans fin s'enroulant sur un essieu. Lorsqu'on envoie dans l'électro-aimant un courant, fourni par une dynamo placée sur la machine, ses rebords saillants exercent leur attraction sur des barreaux parallèles en fer, placés intérieurement suivant les génératrices du tambour et présentant un certain jeu. La friction produite oblige le tambour à participer au mouvement de rotation de l'électro.

Dès que le courant cesse de passer, l'embrayage n'agit plus, l'électro lâche le tambour et les freins se desserrent.

Cet appareil, tel qu'il vient d'être décrit, n'est pas automatique, Pour combler cette lacune, il faut placer sur le fourgon de queue une seconde dynamo qui prend son mouvement sur l'essieu, et dont le circuit n'est fermé automatiquement que par un défaut d'isolement ou par la rupture du circuit principal.

Frein Widdifield et Bowman. Ce frein comporte un arbre auxiliaire et deux poulies de friction dont l'une est calée sur l'essieu et dont la mise en contact a lieu au moyen d'un solénoïde, dans lequel on envoie un courant pour effectuer le serrage des freins.

L'arbre de la poulie qui n'est pas calée sur l'essieu sert, en effet, de treuil à la chaîne du frein.

La puissance de ce frein est réglée par l'intensité du courant.

Freins électriques à action directe. Tous les systèmes que nous venons de décrire reposent à peu près exclusivement sur l'usage d'un courant relativement peu énergique, qui sert uniquement à

opérer le déclenchement de certains organes. Comme on a pu le remarquer par la description sommaire qui en a été faite, ces appareils sont très délicats ; ils nécessitent, en effet, l'emploi de cliquets, de chaînes, de poulies de frictions, etc. ; il ne semble donc pas qu'on puisse jamais en tirer un grand parti.

Il est très probable, au contraire, que le problème du freinage simple et rapide ne sera résolu que par l'emploi de l'électricité comme véhicule de l'énergie, destinée à opérer le serrage des freins, dans le sens qui a été précisément indiqué par M. Sartiaux, ingénieur en chef de l'exploitation du chemin de fer du Nord français, dans un article publié dans la *Revue générale des chemins de fer* (janvier 1882) et qui a été rappelé par notre excellent collaborateur, M. Cosmann, ingénieur-chef des services techniques de l'exploitation de la même Compagnie, dans le *Bulletin* d'avril 1887, de la Commission internationale des congrès de chemins de fer, relatif aux expériences de transport de force par l'électricité entre Creil et La Chapelle.

MM. Sigmund von Sawiczeski ont fait des recherches dans cet ordre d'idées et ils ont expérimenté un appareil, où le serrage sur les bandages des roues était obtenu par l'action directe d'électro-aimants.

Des essais sommaires de ce système exécutés en 1881, n'ont pas donné de résultats concluants : le serrage obtenu était, en effet, trop faible.

Freins Siémens et Bootley. Nous ne ferons que mentionner ce frein qui a été décrit dans l'article déjà cité de M. Richard dans la *Lumière électrique* de 1883. Les essais de ce frein faits en Ecosse ont donné des résultats très encourageants et son isolement au milieu des autres systèmes existant en Grande-Bretagne a été, paraît-il, le motif de l'abandon de ces essais.

Frein Card à action directe. M. Card a inventé un frein agissant directement sur les essieux des véhicules. Il se compose de deux électro-aimants en arcs de cercle qui sont placés directement sur l'essieu (fig. 544).

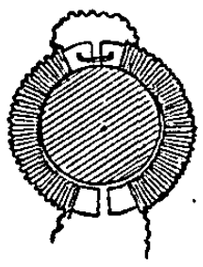


Fig. 544.

Frein Card à action directe.

Si on fait passer un courant énergique dans ces électros qui sont solidaires du châssis de la voiture, ils tendent à se rapprocher et ils opposent une résistance considérable au mouvement de l'essieu.

Freins Marcel Deprez. Enfin, M. Marcel Deprez a indiqué le principe de deux systèmes de freins qui sont basés, le premier, sur l'emploi d'un solénoïde commandant une bielle agissant sur les sabots ; le second, sur l'application des courants de Foucault ; de puissants électro-aimants sont disposés de façon que leurs épanouissements polaires soient placés en regard d'un fort disque en cuivre, calé sur l'essieu du véhicule. Les courants parasites qui circulent dans le cuivre (quand le champ magnétique est établi au moyen d'un courant envoyé par une dynamo placée sur la machine) opposent une résistance énergique au mouvement de l'essieu et produisent finalement l'arrêt du véhicule.

Ces appareils n'ont pas encore fait l'objet d'essais industriels, mais tout porte à croire, qu'en raison de la simplicité des organes qu'ils mettent en jeu, ils donneront dans la pratique des résultats satisfaisants.

Nous terminerons cette étude sommaire sans présenter aucune conclusion ; il serait téméraire, en effet, de se prononcer pour tel ou tel appareil, bien que chacun ait ses partisans convaincus parmi les ingénieurs les plus autorisés.

Sur le continent, l'usage des freins continus à air comprimé a pris une rapide extension, malgré ses imperfections, tandis que le frein à vide n'a guère été appliqué en grand, que sur le réseau Nord-Français.

Nous persistons cependant à croire, d'accord avec la majorité des ingénieurs de la Grande-Bretagne (1), que c'est ce dernier système qui présente le plus d'avantages en raison de sa simplicité et de son bon fonctionnement.

Mais il est difficile de supposer que les Compagnies continentales qui ont fait de gros sacrifices pour l'installation du frein à air comprimé consentent, sans motifs très graves, à transformer au moment même où ils viennent d'être généralisés, les systèmes de frein qu'elles ont adoptés.

Nous souhaitons que l'électricité vienne mettre tout le monde d'accord, en donnant le moyen de réaliser le frein universel, simple et robuste, qui résolve du même coup, le problème du freinage parfait, économique et rapide, des trains de voyageurs et peut-être de marchandises. — M.

* **FREMINVILLE** (DE). Ingénieur de la marine, naquit en 1821. Entré à l'École polytechnique en 1840, A.-J. de Freminville en sortit dans le génie

(1) Pour juger de l'extension donnée à l'application du frein à vide sur les Compagnies de chemins de fer du Royaume-Uni, il suffit de se reporter au résumé suivant publié dans le numéro de mai 1890 de la *Revue générale des chemins de fer*, d'après la statistique des freins continus publiés par le *Board of Trades*

Pendant le deuxième semestre de l'année 1889, les parcours des trains, pourvus des différents genres de freins continus, appliqués par les chemins de fer du Royaume-Uni, ont été les suivants :

Freins à vide.

Pour l'ensemble des freins à vide automatiques	62.629.770 kil.	
Smith simple	11.227.310 kil.	
Webb	10.307.995	
Pour l'ensemble des freins à vide automatiques	21.535 305	
Pour l'ensemble des freins à vide		84.165.075 kil.

Freins à air comprimé.

Westinghouse automatique	37.530.235 kil.	
— non automatique	1.245.180	
Pour l'ensemble des freins à air comprimé		38.775.415

Freins à chaîne.

Pour l'ensemble des freins à chaîne, Steel et Mac Innes	3.136.092

Freins divers.

Fay, Newall ; Parker Smith automatique	1.319.544
pendant le second semestre 1889, le parcours total des trains pourvus de freins continus a donc été de	127.396.126 kil.

Ce parcours représente 93 0/0 du parcours total des trains munis ou non des freins continus

Cette statistique montre que le rapport du nombre des kilomètres parcourus par les trains munis du frein à vide, au nombre total des kilomètres parcourus, *sur les voies ferrées du Royaume-Uni* est de 66 0/0, tandis que le même rapport pour les trains munis des freins continus à air comprimé n'est que de 30 0/0.

maritime. En 1852, il fut nommé adjoint au directeur de l'Ecole du génie maritime, puis sous-directeur, en 1854, lors du transfert de cette école à Paris. En 1870, il prit une part active à la défense nationale et, de 1872 à 1876, il fit partie au ministère de la marine du conseil des travaux. Nommé directeur des constructions navales à Brest, le savant ingénieur dont la santé était fort ébranlée dût bientôt prendre sa retraite. De Freminville était professeur à l'école centrale et membre du conseil de perfectionnement de cèt établissement et ses nombreux travaux étaient fort appuyés des savants et des ingénieurs. Il était à sa mort, en 1888, officier de la Légion d'honneur.

* **FUCHSINE.** — V. Rouge.

* **FUNICULAIRE.** — V. *Dictionnaire* et *Supplément*, Chemins de fer, et *Supplément*, Hâlage.

FUSIL. Fusils de guerre. Les études et expériences entreprises depuis plusieurs années, tant en France qu'à l'étranger, pour doter l'infanterie d'un nouveau fusil de petit calibre à répétition sont aujourd'hui à peu près terminées chez la plupart des puissances européennes.

Au point de vue balistique, l'adoption, à peu près générale, d'un calibre réduit variant de 7^{m}/^{m},5 à 8 millimètres, avec lequel on a pu atteindre et même dépasser une vitesse initiale de 600 mètres, a permis d'obtenir une tension de trajectoire telle que jusqu'à la distance de 600 mètres la balle reste dangereuse pour un homme debout dans toute la longueur de son trajet; en même temps la justesse et la force de pénétration, même aux grandes distances, ont été considérablement accrues. En effet, la force de pénétration de la balle du fusil modèle 1886 est telle qu'à toutes distances elle peut traverser deux hommes placés l'un derrière l'autre, tandis que la balle des fusils du genre 1874 ne pouvait blesser qu'un homme aux distauces supérieures à 400 mètres.

Les expériences faites en Allemagne, pour déterminer la force de pénétration du projectile du nouveau fusil modèle 1888, ont permis de constater que le bois de sapin sec est perforé sur une profondeur de 80 centimètres à la distance de 100 mètres; 45 centimètres à 400 mètres; 25 centimètres à 800 mètres; 5 centimètres à 1,800 mètres. Une plaque de fer de 7 millimètres d'épaisseur est traversée par un projectile jusqu'à la distance de 300 mètres. Dans la terre fraîchement remuée, la pénétration est la suivante : 90 centimètres à la distance de 100 mètres; 50 centimètres à 400 mètres; 35 centimètres à 800 mètres; 10 centimètres à 1,800 mètres.

Un parapet de terre n'offrira donc un abri contre la mousqueterie que s'il a une épaisseur de 0^{m},75 au moins; quant aux murs peu épais construits en briques, ils ne sont pas d'une manière absolue, à l'épreuve de la balle; plusieurs coups atteignant le même endroit peuvent faire brèche. Enfin, six havresacs complètement chargés et placés l'un derrière l'autre ont été traversés de part en part.

Les principales difficultés qui s'opposaient à l'adoption d'un petit calibre étaient l'organisation de la balle qui se déformait ou échappait aux rayures, et la recherche d'une bonne poudre progressive capable de donner, avec une pression relativement faible, de grandes vitesses. Mieux que toutes les autres puissances et avant elles, la France a su surmonter ces difficultés, et, dès le mois de décembre 1886, elle entreprenait la fabrication en grand de son nouveau fusil modèle 1886, auquel on donne aussi quelquefois le nom de *fusil Lebel* ou *Tramond-Lebel*, du nom du colonel d'infanterie Lebel, qui commandait alors l'Ecole normale de tir du camp de Châlons, chargée des derniers essais, et du nom du général Tramond, président de la Commission chargée de suivre ces essais.

— Peu de temps auparavant, la question si longtemps pendante entre les adversaires et les partisans du fusil à répétition avait été définitivement résolue en faveur de ces derniers. Voulant être prête avant les autres, l'Allemagne, la première, décida en 1884 la transformation de son fusil Mauser, modèle 1871, en une arme à répétition qui reçut la nouvelle dénomination de fusil modèle 1871-84.

En France, également, on commença par transformer en 1884 et 1885 un certain nombre de fusils Gras, modèle 1874, en armes à magasin; il y eut deux modèles 1874-84 et 1874-85 peu différents l'un de l'autre. Les autres puissances ne tardèrent pas à les suivre dans cette voie; qu'il s'agisse d'un armement entièrement nouveau ou d'une simple transformation, toutes ont complètement renoncé à recourir, pour résoudre la question du tir rapide, à des palliatifs plus ou moins efficaces, tels que ceinturons ou baudriers porte-cartouches, chargeurs non automatiques, permettant d'accélérer le chargement; toutes ont adopté un système à magasin.

Enfin, dernier progrès réalisé, c'est à la France que l'on doit d'avoir la première employé avec son nouveau fusil modèle 1886, une poudre sans fumée, que, depuis lors, les autres puissances ont cherché et réussi à imiter avec plus ou moins de succès. L'apparition de cette nouvelle poudre, qui est appelée à changer complètement les champs de bataille de l'avenir, entraînera forcément d'importantes modifications dans la tactique des différentes armes. La question est actuellement à l'ordre du jour en Europe, et elle a donné un intérêt tout particulier aux grandes manœuvres qui ont été faites en 1890, en France et en Allemagne.

Après la transformation en arme à répétition du fusil allemand modèle 1871 et d'un certain nombre de fusils français modèle 1874, après la mise en service en France du fusil modèle 1886, le Portugal est le premier Etat qui ait adopté, en 1887, pour l'armement de son infanterie, une arme à répétition de petit calibre; puis vint la même année la Turquie dont le nouveau fusil modèle 1887, du calibre de 9^{m}/^{m},5 seulement, présente, sauf de légères modifications, la même organisation que le fusil Mauser transformé modèle 1871-84.

En 1888, l'Autriche-Hongrie décida à son tour la construction d'un nouveau fusil de petit calibre à répétition; la même année, l'Allemagne, mettant de côté pour ses troupes de deuxième et troisième lignes son fusil transformé, commença également la fabrication d'un nouveau fusil.

En 1889 vint le tour du Danemarck, de la Belgique et de la Suisse qui sont en train de renouveler leur armement. La question longtemps à l'étude en Angleterre, vient d'être résolue par l'adoption d'un nouveau fusil de petit calibre à répétition qui a été mis en essai dans les troupes.

Par raison d'économie, l'Italie s'est contentée jusqu'ici

de transformer son fusil Vetterli modèle 1870, en arme à répétition modèle 1870-87 par l'addition d'un chargeur système Vitali; la Hollande, adoptant le même mode de transformation, a transformé également son fusil de Beaumont modèle 1871 en fusil à répétition modèle 1871-88.

Les deux royaumes de la monarchie Scandinave n'ont pu s'entendre pour l'adoption d'un même modèle, et l'on constate entre la Norvège et la Suède une divergence complète en ce qui concerne leur armement. Dès 1880 une commission suédo-norvégienne concluait à l'adoption du fusil Jarmann à répétition du calibre de 10m/m.15; mais, tandis que la Norvège entreprenait, en 1882, la fabrication de cette nouvelle arme, la Suède remettait la question à l'étude et concluait, en 1889, au rejet du système à répétition et à la simple transformation de ses fusils Remington modèle 1867 en armes du calibre de 8 millimètres modèle 1867-89.

En Espagne également les études n'ont pas encore abouti à une solution définitive; en attendant, on s'est borné, en 1889, à apporter à la chambre et à la cartouche du fusil Remington quelques modifications ayant pour but d'améliorer ses qualités balistiques.

Seule jusqu'ici la Russie n'a encore apporté aucun changement à son fusil Berdan du calibre de 10m/m,6; après avoir été une des premières à expérimenter les chargeurs automatiques ou non, ainsi qu'un grand nombre de systèmes à répétition, elle semble contempler d'un œil presque dédaigneux les modifications apportées par la presque totalité des autres puissances à leur armement.

Dans le tableau suivant, ont été réunies les principales données relatives aux fusils nouveaux modèles ou transformés, il est destiné à remplacer celui de la page 330 du 2e volume du *Dictionnaire*.

Puissances	Désignation des modèles et systèmes	Calibre	Rayures		Poids de l'arme le magasin vide		Longueur de l'arme		Cartouche			Vitesse initiale
			Nombre	Pas	Sans baïonnette	Avec baïonnette	Sans baïonnette	Avec baïonnette	Charge de poudre	Balle	Poids total	
		millim.		mill.	kilogr.	kilogr.	mèt.	mèt.	gr	gr.	gr.	mèt.
Allemagne. . .	Mod. 1888, Mannlicher	7.9	4	240	3.800	4.200	1.25	1.72	2.50	14.5	27.0	620
Angleterre. . .	A l'étude, système Lee-Hetford. .	7.7	»	»	4.250	4.675	1.30	1.69	4.50	14.0	28.3	686
Autriche-Hongr.	Mod. 1888, Mannlicher	8.0	4	250	4.400	4.800	1.28	1.75	4.00	15.8	28.8	530
Belgique. . . .	Mod. 1889, Mauser.	7.07	»	250	3.900	4.270	1.27	1.52	3.05	14.0	28.6	604
Danemark. . .	Mod. 1889, Krag-Jœrgensen . . .	8.00	6	300	4.250	4.470	1.33	1.65	5.00	15.4	33.0	540
Espagne. . . .	Mod. 1871-89 transf. Freyre et Bull (non à répétition)	11.00	6	650	4.075	4.553	1.31	1.86	4.75	25.0	44.0	480
France.	Mod. 1886, Lebel.	8.00	4	240	4.180	4.580	1.30	1.82	»	»	29.0	640
Hollande. . . .	Mod. 1871-88, Beaumont-Vitali. .	11.00	4	750	4.520	»	»	»	»	»	43.0	»
Italie.	Mod. 1870-87, Vetterli-Vitali. . .	10.4	4	660	4.300	4.880	1.35	1.87	2.40	1.60	29.0	615
Norvège. . . .	Mod. 1882, Jarmann.	10.15	4	558	4.400	»	»	»	5.00	21.9	40.0	485
Portugal. . . .	Mod. 1887, Kropatscheck. . . .	8.0	4	280	4.550	5.100	1.32	1.79	4.50	16.0	35.2	532
Suède	Mod. 1867-89, Remington transf. (non à répétition)..	8.0	6	288	4.050	4.355	1.24	1.73	4.70	15.0	33.0	535
Suisse	Mod. 1889, Schmidt.	7.5	3	270	4.400	4.800	»	»	1.90	14.0	26.0	590
Turquie	Mod. 1887..	9.5	4	500	4.250	»	1.25	»	4.50	18.4	36.0	536

L'Allemagne, la Belgique et la Suisse sont, avec la France, les seules puissances qui aient pu jusqu'ici adopter pour le chargement de leurs cartouches une poudre sans fumée; la question est à l'étude en Angleterre, en Autriche et en Italie, les autres puissances ont dû se contenter jusqu'ici de recourir à l'emploi de poudre comprimée.

Dans toutes les armes à répétition, neuves ou transformées, qui viennent d'être mises en service dans les différents pays, la fermeture de culasse est invariablement du système à verrou; le système à bloc a été définitivement éliminé comme étant contraire au bon fonctionnement du mécanisme à répétition quel qu'il fût. Le mécanisme de culasse du fusil français modèle 1886 diffère peu de celui du fusil modèle 1874, de même celui du fusil allemand modèle 1888 ressemble beaucoup à celui du fusil modèle 1871.

Toutefois dans l'un et l'autre, ainsi que dans le mécanisme de culasse du fusil belge modèle 1889, on a corrigé le défaut de symétrie qui est un des inconvénients les plus graves que l'on avait reproché jusqu'ici aux armes à verrou. La tête mobile porte deux tenons diamétralement opposés qui s'engagent dans des logements ménagés dans la boîte de culasse lorsqu'on rabat le levier; le recul est ainsi transmis symétriquement à l'axe au lieu de n'agir, comme précédemment, que sur le côté droit de la boîte de culasse.

Le mécanisme de fermeture du fusil autrichien système Mannlicher, ainsi que celui du fusil suisse, système Schmidt, se distinguent des autres systèmes à verrou en ce que la culasse s'ouvre et se ferme par un simple mouvement rectiligne de va-et-vient du cylindre sans qu'il soit nécessaire de rabattre sur le côté le levier de manœuvre. Ce nouveau perfectionnement, non seulement simplifie les mouvements de la charge, mais présente surtout le grand avantage de permettre au tireur de tirer toutes les cartouches du magasin sans que l'arme quitte l'épaule, supprimant ainsi l'un des mouvements de la charge, le plus fatigant, puisqu'il n'est plus nécessaire à chaque coup de ramener l'arme à la hanche, et de la reporter à l'épaule.

Au point de vue du mécanisme à répétition on peut diviser les armes nouvelles en deux classes suivant que le magasin est placé dans le fût ou sous la boîte de culasse; on a complètement renoncé à loger le magasin dans la crosse, comme on l'avait fait pour les premières armes à répéti-

tion, parce que le chargement du magasin, dans ce cas, n'est pas commode et le fonctionnement du mécanisme de culasse trop compliqué.

Au premier groupe appartiennent le fusil norvégien Jarmann modèle 1882, les fusils transformés allemands modèle 1871-84 et français modèle 1874-84 et 1874-85, le nouveau fusil français modèle 1886 (fig. 545), le fusil portugais modèle

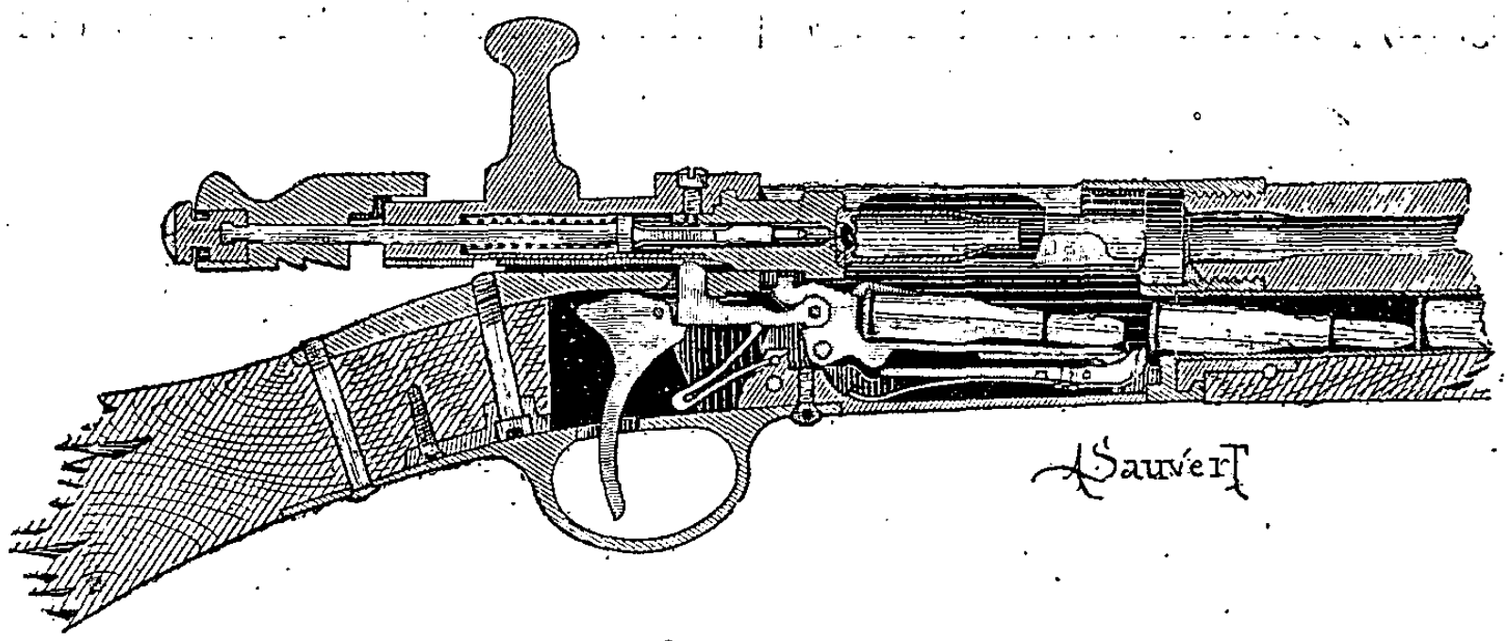


Fig. 545. — *Fusil français, modèle 1886. Vue du mécanisme au moment de l'extraction.*

1887 avec fermeture de culasse Mauser et système à répétition Kropatscheck, ainsi que le fusil turc modèle 1887 qui ne diffère que fort peu du fusil allemand modèle 1871-84. Dans toutes ces armes, comme dans le fusil Kropatscheck qui a été adopté en 1878 par la marine et que nous avons déjà décrit dans le *Dictionnaire*, le magasin se compose d'un tube logé dans le fût sous le canon

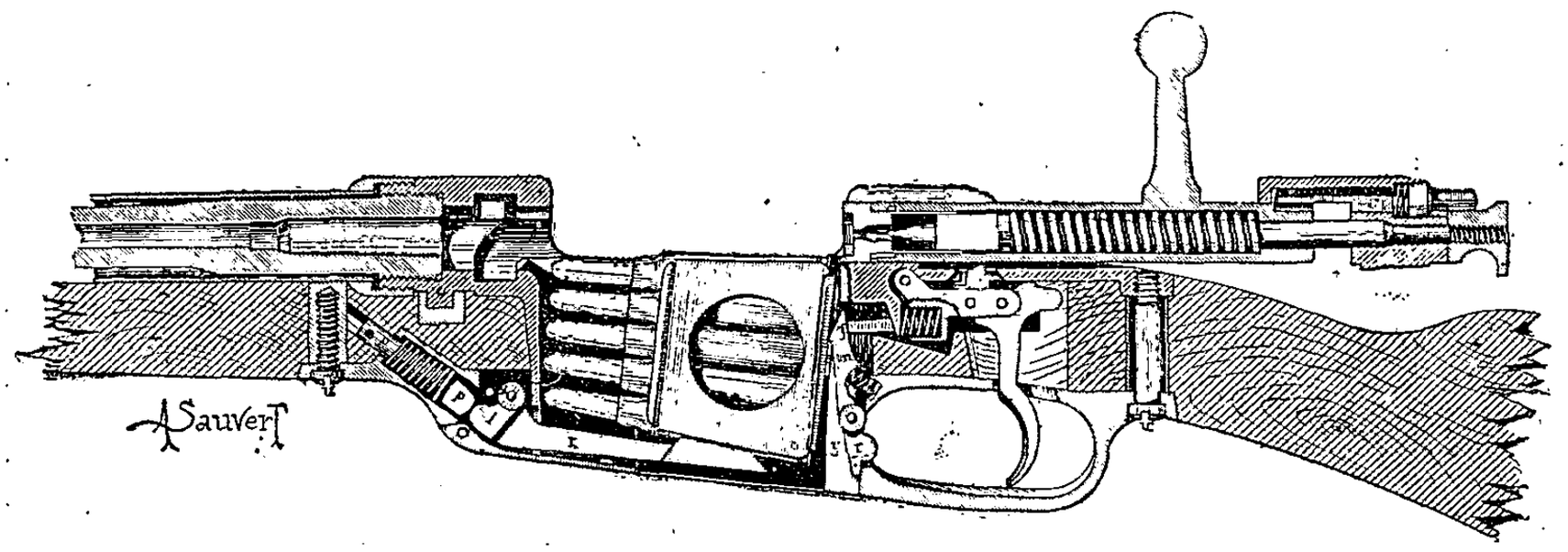


Fig. 546. — *Fusil allemand, modèle 1886, système Mannlicher. Coupe du mécanisme la culasse ouverte.*

et contenant de 8 à 10 cartouches placées à la suite les unes des autres. Un ressort à boudin logé au fond du tube tend à chasser les cartouches du magasin; un auget, que la culasse mobile fait basculer dans son mouvement de va-et-vient, amène successivement chaque cartouche en face de la chambre; une pièce spéciale dite *arrêt de cartouche* ne laisse sortir du magasin qu'une seule cartouche à la fois de façon à éviter tout enrayage du mécanisme. Toutes ces armes peuvent être utilisées pour le tir coup par coup, et sont pourvues à cet effet d'un dispositif permettant d'immobiliser l'auget qui sert alors de fond à la boîte de culasse.

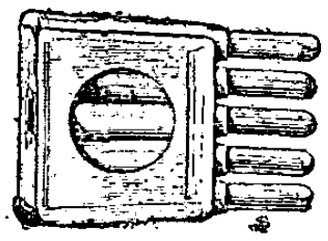


Fig. 547. — *Chargeur du fusil allemand.*

Le grand reproche que l'on fait aujourd'hui aux armes à magasin dans le fût c'est d'exiger beaucoup de temps pour recharger le magasin lorsqu'il est épuisé; aussi dans toutes les armes adoptées depuis 1887 a-t-on renoncé à ce dispositif et donné la préférence au magasin placé sous la boîte de culasse même. Ce magasin peut être fixe ou séparable; dans ce dernier cas il ne s'adapte sur le fusil qu'au moment du besoin, tel est le magasin du nouveau fusil anglais Lee-Metford qui n'est qu'un perfectionnement des chargeurs déjà décrits dans le *Dictionnaire*. Lorsque le magasin est fixe, le chargeur, c'est-à-dire la boîte contenant les cartouches prêtes à être introduites dans le magasin, peut rester dans le magasin pendant le tir, comme dans les fusils autrichiens ou allemands, ou bien ne servir que pour faciliter l'introduction des cartouches dans le magasin comme dans les derniers modèles adoptés en 1889 par le Danemark, la Belgique et la Suisse.

Dans les fusils autrichiens et allemands (fig. 546) le magasin fait corps avec le pontet, il est

placé sous la boîte de culasse et communique avec elle par une fente destinée à donner passage aux cartouches ; il est également ouvert à sa partie inférieure.

Ce magasin est organisé pour recevoir un chargeur (fig. 547) que l'on introduit verticalement par l'échancrure de la culasse lorsque celle-ci est ouverte. Ce chargeur, du système Mannlicher, analogue à celui du fusil Lee, contient cinq cartouches placées les unes au-dessus des autres ; il est ouvert sur trois côtés ; les bords de ses faces latérales en tôle légère d'acier sont recourbées de façon à

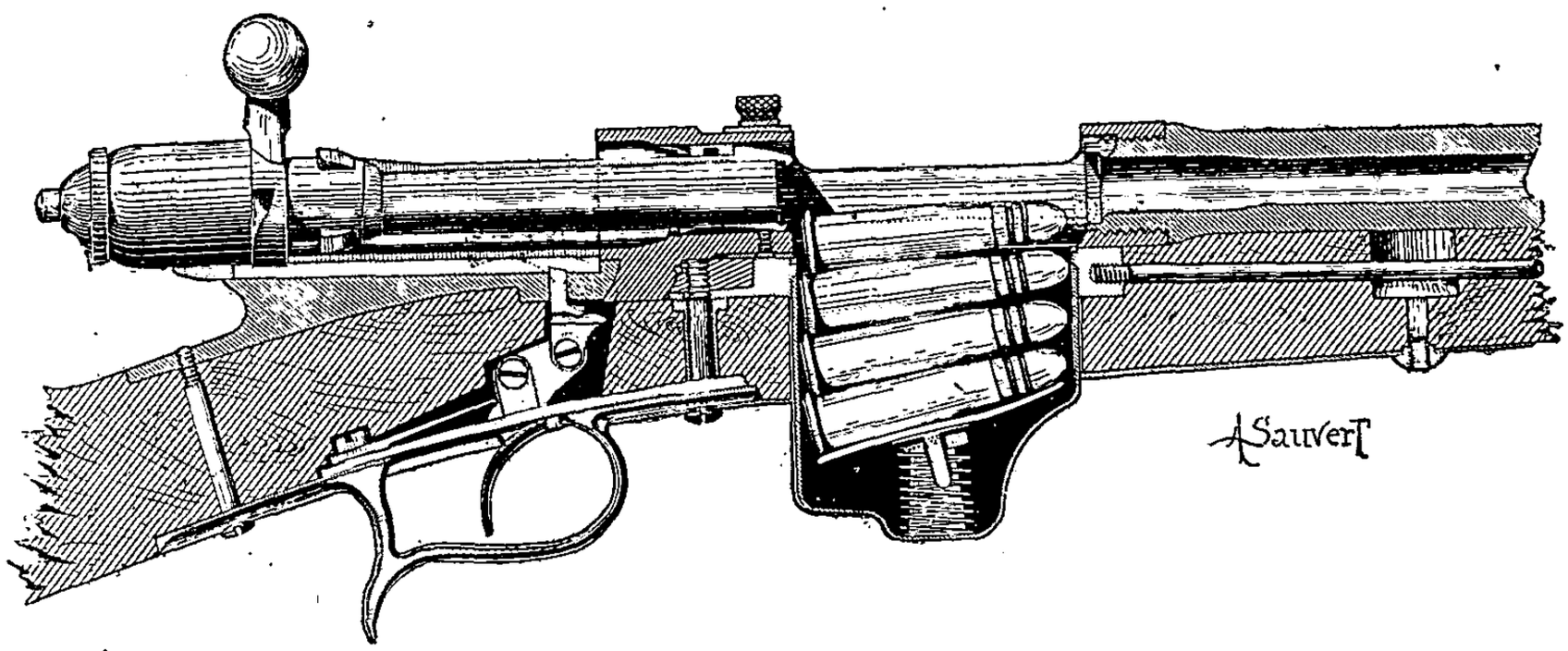


Fig. 548. — *Fusil italien, modèle 1870-1887, système Vetterli-Vitali. Coupe du mécanisme la culasse ouverte.*

empêcher les cartouches de sortir du chargeur par le haut ou par le bas, celles-ci ne peuvent donc sortir que d'arrière en avant ; des rainures ou nervures contre lesquelles viennent buter le bourrelet ou la gorge du culot empêchent les cartouches de tomber dans les transports.

Lorsque le chargeur est en place dans le magasin, et que l'on ferme la culasse, le verrou pousse devant lui la cartouche supérieure dans la chambre ; un transporteur articulé, sur lequel agit un ressort, pénètre par le bas dans le magasin et pousse les autres cartouches de bas en haut sans toucher les bords du chargeur ; au moment où la dernière cartouche est chassée du chargeur, celui-ci, qui n'est plus soutenu par l'appui d'une cartouche contre les bords supérieurs, tombe de lui-même à travers l'ouverture du fond ; on le remplace alors par un chargeur plein dans le même temps qu'il faudrait pour introduire une cartouche isolée. Si on veut retirer le chargeur du magasin avant que les munitions soient épuisées, il suffit d'ouvrir la culasse et de dégager le chargeur que la pression du transporteur tend à faire sortir du magasin. L'arme ne peut être tirée coup par coup lorsque le chargeur est en place, mais lorsque le magasin est vide

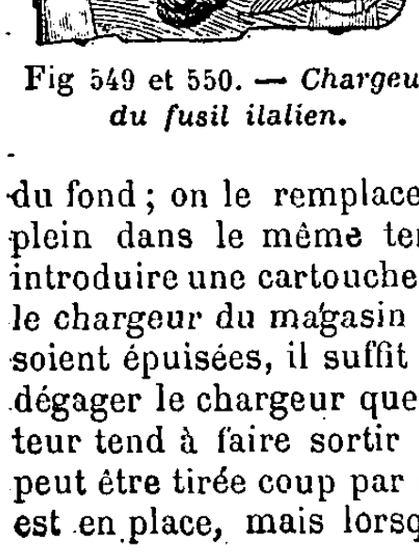


Fig 549 et 550. — *Chargeur du fusil italien.*

rien ne s'oppose à ce genre de tir ; il suffit de placer les cartouches directement dans la chambre ou simplement sur le transporteur qui sert alors de fond à la boîte de culasse. Lorsque le chargeur doit ainsi rester dans le magasin pendant le tir, il faut apporter dans la fabrication des chargeurs, aussi bien que dans celle des fusils, le plus grand soin à l'exactitude des dimensions afin d'arriver à avoir des boîtes interchangeables sans difficulté. C'est pourquoi dans les derniers modèles adoptés, on a généralement renoncé à laisser le chargeur dans le magasin pendant le tir et disposé le magasin de telle sorte qu'il puisse être chargé sans avoir recours aux chargeurs qui constituent un poids mort à transporter en plus, 15 à 17 grammes par chargeur.

Parmi ceux-là nous citerons le fusil danois modèle 1889, qui offre, en outre, une autre particularité intéressante. Le magasin, au lieu d'être vertical, est disposé horizontalement sous la boîte de culasse ; son ouverture est fermée par une porte à charnière, les cartouches sont placées les unes à côté des autres. Le chargeur, ou plutôt l'enveloppe du paquet de cartouches, est une sorte de boîte plate en tôle légère renfermant comme les précédents cinq cartouches ; cette boîte est incomplètement fermée sur l'un de ses côtés, mais les cartouches sont retenues en place par les griffes d'un fil de fer recourbé en T que l'on arrache au moment de s'en servir. La paroi latérale se trouve alors démasquée et il n'y a plus qu'à faire tomber les cinq cartouches dans le magasin, en inclinant l'arme légèrement.

Le magasin système Vitali (fig. 548), adopté par l'Italie et la Hollande, est une boîte rectangulaire en tôle insérée verticalement dans la monture dans le fond de laquelle se déplace un élévateur sous l'action d'un ressort à boudin. Ce magasin contient quatre cartouches ; on peut le charger soit

en y introduisant les cartouches une à une, soit en se servant d'un chargeur (fig. 549 et 550) composé d'un chapeau en bois et de bandelettes en acier. On introduit ce chargeur dans le magasin, puis, en tirant brusquement le chapeau, les bandelettes s'ouvrent et le chargeur est extrait laissant les cartouches dans le magasin. On n'a recours à l'emploi du chargeur que lorsque l'on veut accélérer le chargement.

Dans le fusil suisse, système Schmidt, modèle 1889, le magasin est une sorte de boîte en fer-blanc renfermant douze cartouches disposées sur deux colonnes chevauchant les unes sur les autres. Il est encastré dans un évidement rectangulaire pratiqué dans la boîte de culasse, et y est engagé par-dessous ; on peut l'abaisser ou le relever à volonté. Lorsqu'il est élevé l'arme marche à répétition, lorsqu'il est abaissé l'arme peut être employée, comme un fusil à un coup. On remplit le magasin soit à la main, soit au moyen d'un chargeur en carton.

Le magasin du fusil anglais Lee-Metford est une boîte en tôle d'acier contenant dix cartouches sur deux rangs de cinq; un élévateur à ressort placé au fond soulève alternativement en regard de la chambre les cartouches de l'un et l'autre rang.

Pour terminer ce qui concerne les armes nouveau modèle il nous reste à dire quelques mots des nouvelles dispositions adoptées par certaines puissances pour protéger le canon du fusil. Dans les fusils allemands, danois et belges, une chemise métallique entoure le canon sur presque toute sa longueur. Vissée par son extrémité postérieure sur la boîte de culasse, elle laisse un vide entre elle et le canon et se termine à la bouche par un étranglement dans lequel le canon passe à frottement de manière à pouvoir se dilater librement dans le sens de la longueur. Cette chemise a pour but de le protéger contre les chocs extérieurs, contre les déformations du fût et contre les flexions produites par les parades du sabre-baïonnette; elle permet, en outre, au canon de vibrer librement pendant le tir; c'est cette dernière condition, essentielle pour la précision du tir, qui aurait, paraît-il, amené l'Ecole de tir allemande à proposer l'adoption de cette chemise à la suite de recherches entreprises depuis une dizaine d'années.

En même temps, ce manchon protecteur garantit la main du tireur du contact du canon qui, pendant l'exécution des tirs rapides, est porté à une température très élevée; enfin il supprime les brasages sur le canon lui-même, la hausse, le guidon et les tenons étant fixés sur lui. Telles sont les raisons que mettent en avant les partisans de la chemise; ses adversaires, au contraire, font remarquer qu'avec un tube enveloppe le refroidissement du canon est considérablement gêné, car il est dans les tirs rapides constamment environné d'air surchauffé, si bien que le tube lui-même ne pourra être tenu à la main et que le canon se dégradera très rapidement. De plus, dans le vide compris entre la chemise et le canon, il se formera nécessairement de l'humidité qui amènera de la rouille; c'est un organe nouveau à entretenir, son démontage fréquent en vue du nettoyage sera une cause de détérioration. Enfin, ne pouvant augmenter outre mesure le poids de l'arme, on est conduit à donner à la chemise une très faible épaisseur, par suite les chocs extérieurs pourront aisément la fausser et la déformer. La hausse et le guidon fixés sur une pareille chemise pourront s'infléchir et se déplacer l'un par rapport à l'autre de manière à ne plus être utilisables pour le pointage de l'arme.

Les essais faits en Suisse avec une chemise métallique n'ayant pas donné de résultats satisfaisants, dans le nouveau fusil modèle 1889, le canon encastré dans le fût est simplement protégé sur toute sa longueur par un couvercle en bois qui, dans le tir rapide, garantit la main du tireur et a en outre pour but d'empêcher les couches d'air voisines de s'échauffer et de gêner la visée par leurs vibrations.

Enfin, dernier perfectionnement de détail que l'on remarque en particulier dans le fusil français modèle 1886, l'épée-baïonnette se fixe en-dessous du canon et non à droite comme autrefois le sabre-baïonnette, ce qui donne plus de justesse au tir, car l'œil du tireur était forcément distrait par la pointe divergente de l'ancienne baïonnette.

Fusil Giffard. Il nous reste à dire quelques mots d'une découverte qui a fait grand bruit au commencement de l'année 1890, mais ne paraît pas encore destinée à révolutionner la fabrication et l'emploi des armes de tir comme on avait pu le supposer tout d'abord. L'inventeur, M. Paul Giffard, a présenté à la Chambre de commerce de Saint-Etienne un nouveau fusil dans lequel il a supprimé l'emploi de la poudre. Un réservoir en acier, de très petites dimensions, placé sous le canon contient 300 gouttes d'un gaz liquéfié et réduit par conséquent à son volume minimum. Chaque fois que la détente fonctionne elle fait ouvrir une soupape qui laisse tomber dans le tonnerre une goutte de liquide. Cette goutte en apparaissant à l'air libre se volatilise instantanément avec une force d'expansion qui égale et dépasse même celle de la poudre et chasse devant elle la balle placée dans le canon.

De l'aveu même de la Société stéphanoise qui s'est constituée pour l'exploitation exclusive, en France, des brevets de M. Giffard, cette découverte n'est applicable jusqu'ici qu'aux carabines de tir et de salon et aux pistolets de toute nature. Elle ne peut convenir pour des armes de guerre, la pression des gaz obtenue jusqu'ici étant insuffisante pour des fusils tirant avec des vitesses initiales de 600 mètres.

G

GABON. — V. Colonies françaises.

GAMBINE. *T. de chim.* La gambine est le nom commercial de deux matières colorantes, l'α-nitroso-β-naphtol et le β-nitroso-α-naphtol. Leur application à la teinture a été brevetée par MM. Read Holliday et fils. Ces deux corps se vendent sous forme de pâte, et se distinguent commercialement par les noms de *gambine G* (nuance jaune ou verte) et *gambine R* (nuance rouge).

Avec les mordants de fer, on obtient de splendides verts olive. Le pyrolignite de fer, est celui qui convient le mieux. Les mordants de chrome donnent un joli brun. Les teintures ne résistent que modérément au savon et très peu à la lumière, mais la matière colorante a l'avantage d'être très peu coûteuse. De jolies nuances de brun s'obtiennent en en apprêtant avec une manière tannante (le cachou, par exemple), fixant au bichromate, lavant et appliquant la gambine. L'alizarine peut être employée concurremment afin de rougir les nuances. Une propriété intéressante de la gambine est le manque complet d'affinité pour elle des mordants d'alumine.

Imprimée avec l'acétate de fer, elle donne de jolis olives ; avec l'acétate de chrome, des bruns semblables aux couleurs teintes. Un grand inconvénient pour l'application de la gambine à l'impression, c'est qu'elle se volatilise beaucoup au vaporisage. Elle s'imprime moins bien sur un tissu apprêté à l'huile que sur un tissu non apprêté. Les couleurs perdent toutes beaucoup au savonnage. On obtient des chocolats en imprimant en même temps l'alizarine.

La gambine est un bel exemple de matière colorante polygénétique. — A. R.

GAZAGE. Nous avons, dans le *Dictionnaire*, indiqué la différence essentielle qui existe entre le mot *gazage*, plus spécialement employé pour désigner l'opération qui consiste à faire passer les fils au travers d'une flamme pour en consumer les villosités et rendre ces fils propres à la fabrication des cotonnades de luxe, et le mot *grillage* qui indique la même opération que l'on fait subir aux tissus. Mais si nous avons, au mot Grillage, donné différents types de machines à flamber les étoffes, nous avons omis à l'article Gazage de donner à nos lecteurs le type d'une machine exclusivement employée pour les fils.

Nous représentons (fig. 551) l'une de ces machines, du système de M. A. Villain, en coupe longitudinale. On peut voir le fil *x* traverser la flamme du brûleur A, et passer dans les guides *a a* qui le maintiennent soulevé lorsque la bobine H est en marche. Le brûleur se compose d'un tube A, le grand diamètre servant de réservoir d'air et de gaz; le haut de ce tube est formé de deux plans inclinés se dirigeant l'un vers l'autre et laissant entre eux une fente ou ouverture longitudinale recouverte d'une toile métallique; le bas est fermé par une culasse C, livrant passage à deux tubes concentriques, l'un B pour le gaz, l'autre D pour l'air comprimé, et munis chacun d'un robinet de débit. Les tubes A, B, D, sont indépendants pour faciliter le réglage de leur position respective.

Toutes les machines à gazer sont munies d'un appareil de débrayage en prévision de la rupture du fil. Dans la machine que nous représentons ici, le fil passe dans un anneau qui fait corps avec une aiguille I ; si le fil casse, cette aiguille tombe et rencontre l'arbre triangulaire T qui, en tournant, fait basculer la boîte E. Celle-ci abandonne le petit levier G qui s'appuyait sur la broche *b* et lui laisse la faculté de s'abaisser. Or, comme ce levier est relié par une bielle K au grand levier de débrayage L muni d'un contrepoids, tout le système se déplace de la façon que nous-l'indiquons par le tracé ponctué, et soulève la bobine H montée sur un support V articulé en O' sur le bâti. Le soulèvement de la bobine a pour effet de l'éloigner de son tambour d'entraînement et par suite de suspendre sa rotation. Le fil *x* se trouve donc arrêté. D'un autre côté, le support R des guides S S, qui s'appuie sur le grand levier L, n'étant plus soutenu, oscille sur son axe M, et éloigne ces guides de la flamme pour permettre et faciliter le rattachage du fil. Une fois le fil rattaché, il suffit d'appuyer le bout *l* du levier L

pour que tous les organes qui ont été déplacés reviennent dans leur position primitive.

Les hygiénistes se sont souvent occupés de l'insalubrité des ateliers de gazage annexés aux filatures de coton qui, bien qu'elle ne soit pas très grave, est d'autant plus fâcheuse que l'opération par elle-même redoute le courant d'air et, par conséquent, est antipathique au renouvellement et au rafraîchissement de l'air intérieur. L'atmosphère des chantiers est altérée par trois causes : 1° la présence de la poussière des filaments grillés; 2° le mélange des gaz irrespirables qui se composent d'une petite proportion de gaz non brûlé, de l'azote rendu libre par la consommation de l'oxygène de l'air, de quelques proportions d'oxyde de carbone et de vapeur; 3° l'élévation de température. Un mètre cube de gaz d'éclairage produit au bas mot 6 millions de calories par sa combustion et il suffit de 7 à 8 minutes à un atelier de gazage pour consommer un mètre cube de gaz; l'observation directe prouve du reste que la température s'élève facilement à 40° et au-delà à 15 ou 20 centimètres des flammes, c'est-à-dire dans la zone de l'atmosphère où les ouvrières portent la tête en s'inclinant en avant pour leur besogne; l'atmosphère moyenne de l'atelier, dans tous les cas, est une température bien supérieure non seulement à celle du dehors, mais encore à celle des ateliers voisins où l'on entretient à dessein 15 à 18°. Quelques mesures sont généralement prises par les industriels pour assainir ce genre de travail : les unes palliatives (boissons rafraîchissantes ou stimulantes, interruption du travail isolément ou d'ensemble), les autres directes (ouverture de la partie supérieure des fenêtres quand l'atmosphère est calme, tuyaux d'aspiration sur le toit, baies d'aspiration sous l'origine du toit, pavillons très élevés sans étages, etc.). — A. R.

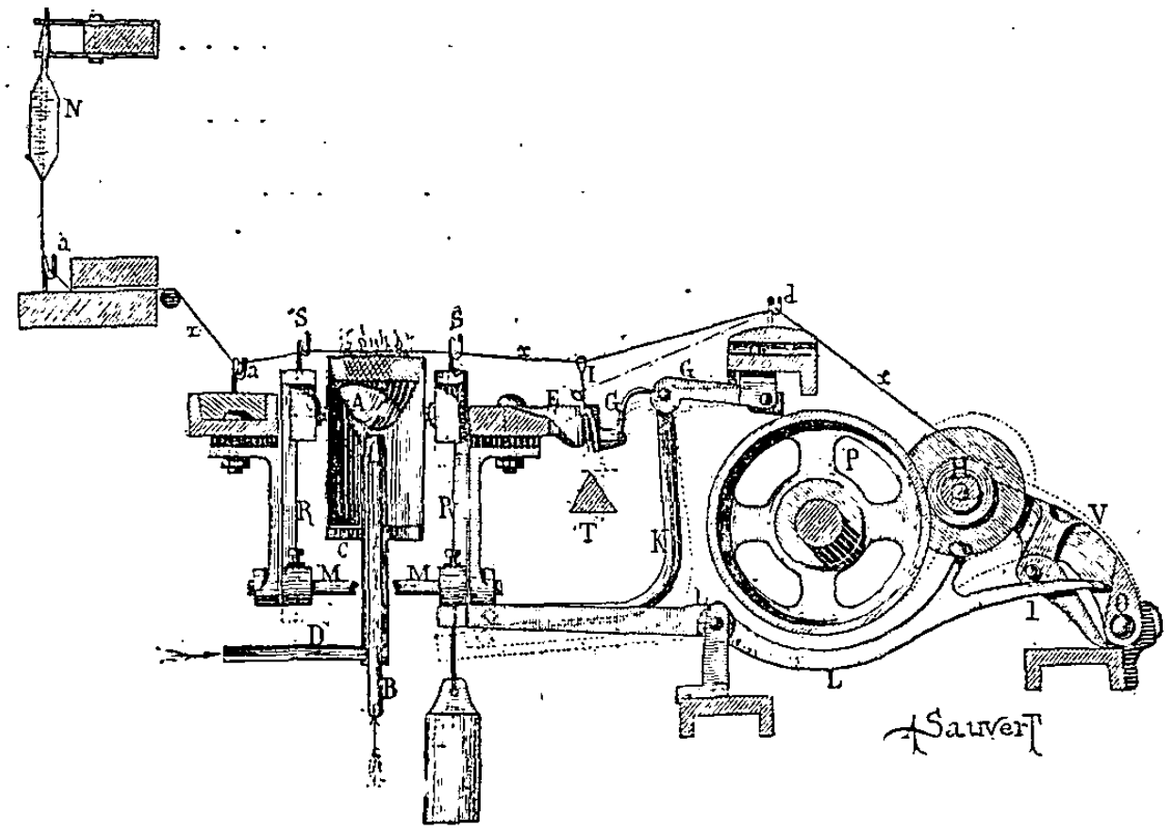


Fig. 551. — *Métier à gazer les fils. Coupe longitudinale.*

GAZ D'ÉCLAIRAGE (Fabrication du). Depuis que nous avons décrit cette industrie importante dans le *Dictionnaire* (V. Gaz), il s'est produit peu de perfectionnements qui méritent d'être signalés. L'Exposition universelle de 1889 n'a présenté rien de bien saillant ni de bien nouveau, et la confirmation de ce fait se trouve aussi dans les conclusions du Rapport officiel qui a été déposé, le 22 novembre 1890, par la commission ministérielle qui, en vertu de l'article 48 du traité entre la Ville de Paris et la Compagnie Parisienne du gaz, a été chargée d'étudier les progrès réalisés dans la fabrication du gaz pendant la période des cinq dernières années. Cette commission conclut de l'étude à laquelle elle s'est livrée :

« Que, l'analyse attentive des éléments du prix de revient du gaz démontre nettement l'influence prépondérante de la question commerciale sur celle du *procédé de fabrication*, et que, étant donné l'état auquel est arrivée l'industrie du gaz, un abaissement *notable* du prix de revient, ne saurait être rationnellement attendu que de faits indépendants du *procédé de fabrication* proprement dit. »

Cependant, quelques tentatives heureuses ont été faites pour améliorer cette fabrication, et parmi les documents que contient le rapport intéressant de la commission ministérielle, nous remarquons d'abord les renseignements relatifs au système de fours à cornues inclinées de M. A. Coze, et ceux relatifs au procédé Dinsmore. Nous signalerons aussi l'application de l'oxygène à la revivification des matières d'épuration. Nous aurons encore à parler de la fabrication du *gaz à l'eau* qui tend à prendre de jour en jour une extension plus considérable aux Etats-Unis et en Angleterre pour le chauffage industriel. Nous allons passer successivement en revue ces divers systèmes.

Four a cornues inclinées, *Syst. A. Coze.* Cette disposition, dont l'idée primitive remonte aux premières années de l'industrie du gaz, mais qui était tombée pour ainsi dire dans l'oubli, a été reprise et rendue pratique par M. A. Coze qui l'a d'abord appliquée à la construction d'un four à 9 cornues, avec gazogène, dans l'usine à gaz de Reims, dont il est directeur. Les cornues sont inclinées à 30°, pente qui a été reconnue la plus convenable pour assurer la répartition uniforme de la couche de houille sur la sole de chaque cornue. Le chargement s'effectue au moyen de vagonnets amenés à la partie supérieure des cornues, au-dessus du four, et se déchargeant automatiquement par un simple mouvement de bascule. Le coke produit par la distillation glisse facilement, grâce à l'inclinaison donnée, sur la paroi interne de la cornue, de sorte que le dé-

chargement s'effectue avec la plus grande facilité. Sous le rapport de la main-d'œuvre ce système peut présenter, pour les grandes usines, un intérêt sérieux; mais il n'en saurait être de même pour les usines de moyenne et de petite importance. L'obligation d'amener les charbons à la partie supérieure du four entraîne une certaine complication de matériel, ainsi que des frais de premier établissement et de manutention journalière qui peuvent bien n'être pas toujours compensés par l'avantage que le système présente pour le chargement et le déchargement.

Les extrémités des cornues sont en fonte, et leur raccordement avec le corps de la cornue, qui est en terre réfractaire, s'effectue par un joint à emboitement, placé à 25 centimètres environ au delà de la muraille de la chambre de chauffe du four.

Le système de fours à cornues inclinées est encore dans la période des essais, mais sur une échelle assez vaste pour que les essais puissent être considérés comme entièrement pratiques. Plusieurs usines, tant en France qu'à l'étranger, viennent d'installer des batteries de fours dont les résultats permettront d'apprécier définitivement dans quelles conditions et dans quelle mesure cette disposition peut être avantageuse.

Procédé Dinsmore. La première application de ce système date du 29 novembre 1888; elle a été faite à l'usine à gaz de Widnes, ville du comté de Lancashire (Angleterre); cette usine, appartenant à la municipalité, est placée sous la direction de M. Isaac Carr qui a lui-même apporté quelques perfectionnements au procédé Dinsmore.

Le principe fondamental de ce procédé, tel qu'il est appliqué maintenant dans un certain nombre d'usines à gaz d'Angleterre, consiste à soumettre les produits de la distillation du charbon, au moment même où ils s'échappent des cornues à l'état de mélange de gaz et de vapeurs goudronneuses, à une seconde distillation ayant pour effet de transformer les éléments constitutifs de ces vapeurs goudronneuses en gaz permanents, *en produisant simultanément une augmentation du volume total de gaz obtenu et une augmentation du pouvoir éclairant de ce gaz.*

Les résultats de cette application, constatés par les essais de M. Carr, à l'usine de Widnes, depuis le 29 novembre 1888 jusqu'au 1er avril 1889, donnaient les chiffres suivants :

Charbon distillé	353.140 kilogr.
Gaz produit	119.707m3,505
Gaz produit par tonne de charbon distillé	344m3,338
Pouvoir éclairant	22 boug. 17
Goudron consommé par tonne de charbon distillé	31,80 à 36,20 lit.

L'augmentation du pouvoir éclairant peut ne pas avoir d'intérêt direct, quand on emploie des charbons qui donnent d'eux-mêmes le pouvoir éclairant voulu par le cahier des charges; mais elle devient une source précieuse d'économie, si l'on peut employer des charbons d'une qualité notablement inférieure, et par conséquent à très bon marché. C'est ainsi qu'à l'usine de Widnes on a pu évaluer à 54,800 francs par an l'économie qu'on réaliserait par l'application du procédé Dinsmore, en employant des charbons de qualité médiocre. Il était intéressant de savoir si cette méthode de distillation n'entraînerait pas une moins-value sur la composition et sur la valeur vénale du goudron de houille. Il est clair qu'il doit y avoir et qu'il y a effectivement une réduction de quantité; mais il ne paraît pas y avoir diminution de la qualité. On peut en juger en examinant les résultats des analyses comparatives effectuées sur du goudron ordinaire, d'une part, et sur du goudron produit par la distillation suivant le procédé Dinsmore :

	Goudron résultant du procédé Dinsmore	Goudron ordinaire
	p. 100	p. 100
Eau	1.1	7.1
Huiles éclairantes légères	1.3	5.4
Huiles créosotées	16.5	17.8
Huiles anthracéniques	12.1	8.6
Brai	69.0	61.1
Densité respective	1.157	1.150

L'examen de ces chiffres confirme bien l'opinion, exprimée précédemment, que c'est la décomposition *de la majeure partie des huiles légères* du goudron, qui, dans la seconde distillation, se décompose en gaz permanents, augmentant ainsi le volume total du gaz produit par tonne en même temps que son pouvoir éclairant. La disposition qui a été adoptée en dernier lieu, après divers essais en vue d'arriver à la forme la plus pratique, consiste à placer au-dessus de la voûte de chaque four, ou entre les extrados de deux voûtes contiguës, une cornue secondaire, en fonte, divisée par un diaphragme en deux compartiments horizontalement superposés, dans lesquels circule la totalité du gaz produit par la distillation des cornues contenues dans le four. Cette cornue secondaire (*The Duct*, comme l'appelle l'auteur du procédé) ne doit pas être chauffée à une température moindre de 400° ni supérieure à 600°. Une sorte de caisse rectangulaire, en fonte, placée devant le four, remplit l'office de collecteur, et recevant le gaz qui s'élève dans les colonnes montantes, avec lesquelles elle est reliée, elle le conduit au *Duct* où s'effectue le complément de distillation qui décompose les parties les plus légères des vapeurs goudronneuses. Cette disposition s'applique donc aisément, par une transformation simple et peu coûteuse, aux fours existant actuellement.

Un certain nombre d'usines ont déjà installé des fours du système Dinsmore et parmi elles, il s'en trouve plusieurs qui ayant commencé par un ou deux fours, en ont fait installer une plus grande quantité après constatation des résultats obtenus. Ce système paraît donc mériter réellement l'attention des usines à gaz; ses frais d'installation, évalués à environ 175 francs par cornue, seraient bientôt couverts par l'augmenta-

tion du rendement en volume de gaz, et notamment aussi par la possibilité d'employer des charbons de qualité médiocre, ce qui n'est pas une des moindres considérations, au point de vue économique, en faveur de ce procédé.

Emploi de l'oxygène pour la revivification des matières épurantes. Depuis que le procédé Brin pour la fabrication de l'oxygène est entré dans la voie pratique, on a eu l'idée d'appliquer ce gaz à la revivification de l'oxyde de fer employé pour l'épuration du gaz. Cette revivification s'est faite jusqu'à présent par une simple exposition à l'air des matières épurantes épuisées, que l'oxygène de l'air ramenait en quelques jours à l'état d'oxyde pouvant être réemployé à nouveau. L'utilisation directe de l'oxygène produit nécessairement une réaction beaucoup plus intense et plus rapide que l'action de l'air, l'emplacement nécessaire pour effectuer cette revivification est réduit de moitié et le pouvoir épurant des matières ainsi traitées est notablement augmenté. Mais la production de l'oxygène nécessite des frais d'installation et de fabrication qui ne peuvent se faire que dans certaines usines importantes; il ne paraît pas probable que cette application, en admettant qu'elle soit réellement avantageuse au point de vue économique, ce qu'il faut encore démontrer, puisse se répandre dans la plus grande partie des usines à gaz.

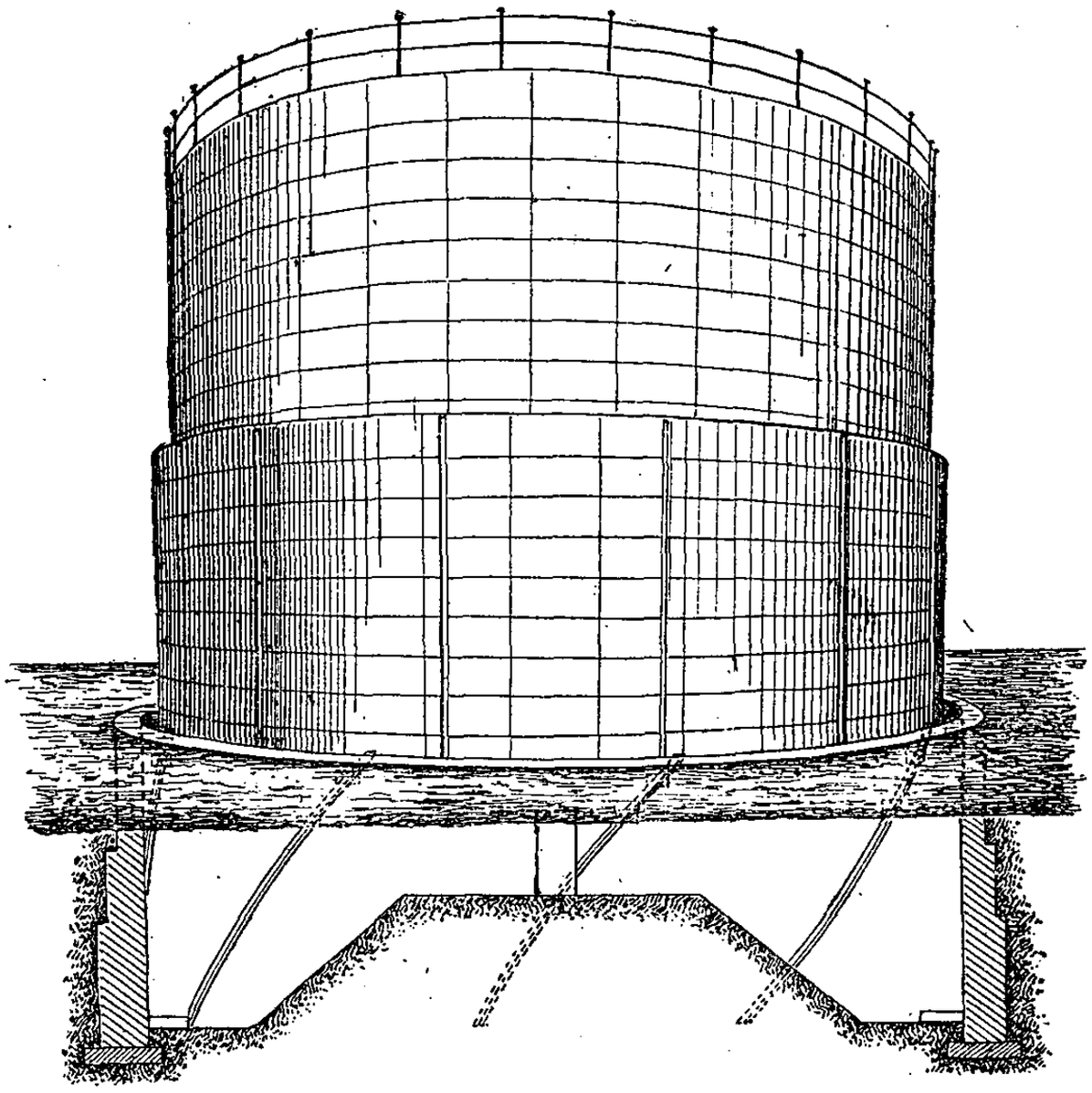


Fig. 552. — *Gazomètre télescopique, sans colonnes ni charpente extérieure de guidage, système W. Gadd.*

Gazomètres sans colonnes ni charpente extérieure (*Système W. Gadd et Mason*). Nous avons décrit avec détails, dans le *Dictionnaire* la construction des gazomètres, avec cuve en maçonnerie et avec cuves métalliques. Le nouveau système de construction que nous allons signaler ici diffère essentiellement de tout ce qui avait été fait jusqu'à ce jour ; c'est une idée hardie et nouvelle, mise en pratique depuis le mois de janvier 1890, et confirmée par l'expérience concluante de neuf mois consécutifs d'une marche irréprochable et d'un excellent fonctionnement. Ce gazomètre, construit à l'usine à gaz de Nortwich, d'après le système de MM. W. Gadd et Mason, est représenté par la figure 552. La cloche, élevée en haut de sa course, est vue en perspective et la cuve en coupe verticale. Comme l'indique le dessin, ce gazomètre n'a ni colonnes, ni charpente de guidage extérieur. Pour mieux démontrer la stabilité du système, il a été disposé suivant le type dit *télescopique*, à deux levées, ayant chacune $6^m,10$ de hauteur. Le diamètre de la cloche extérieure est de $18^m,29$ et celui de la cloche intérieure ou supérieure est de $17^m,68$. La hauteur de la course, quand le gazomètre est complètement rempli, est d'environ $11^m,58$, la hauteur totale de $12^m,20$, étant réduite par la gorge hydraulique qui fait la jonction des deux cloches et par la portion plongeante de la cloche inférieure. La charpente de la calotte, disposée suivant le mode de construction ordinaire, se compose d'une série de poutrelles principales en fer arquées suivant la courbure, fixées à la circonférence de la cloche par l'une de leurs extrémités et par l'autre extrémité à la couronne placée au sommet de la partie centrale du dôme. Des traverses secondaires en fer plat complètent cette armature. Il y a 16 contreforts verticaux, formés chacun de deux cornières de

$$0,076 \times 0,076 \times 0,009,$$

avec une bande de fer plat de 0,009 d'épaisseur, rivées entre elles, à l'intérieur de la cloche supérieure.

La gorge hydraulique est disposée comme à l'ordinaire. Les contreforts verticaux de la cloche extérieure sont également au nombre de 16, dont moitié d'entre eux, correspondant aux emplacements des galets, sont plus forts que l'autre moitié ; ils sont disposés à l'extérieur du pourtour de la cloche, de façon à permettre de placer sur la

paroi interne les rails de guidage qui doivent servir à diriger et maintenir la cloche supérieure. La partie vraiment nouvelle et caractéristique de ce gazomètre consiste dans le mode de guidage, dont les dispositions sont d'ailleurs d'une grande simplicité.

Ce guidage est composé, pour la cloche extérieure, de huit rails d'acier, dont la section est en forme de H (de 0,102×0,076×0,012), placés contre la paroi interne de la cuve suivant une inclinaison de 45°, et fixés en plusieurs points de leur longueur, par des boulons scellés dans des pierres de taille intercalées dans la maçonnerie en briques du mur circulaire.

Les rails servant de guidage à la cloche supérieure sont aussi au nombre de huit et d'une section à peu près égale aux premiers, placés suivant la même inclinaison, et rivés en dedans de la cloche extérieure sur les feuilles de tôle, sur les contreforts et, à leurs extrémités en haut et en bas, sur la cornière d'angle de la calotte et sur la virole de la gorge hydraulique.

Les galets de guidage, placés sur chaque face de chacun des rails, sont en acier ; ils ont 0m,254 de diamètre et tournent sur des axes en fer forgé, de 0m,051 de diamètre, montés sur des supports en fonte boulonnés au bas de la virole de la cloche extérieure, et au pourtour de la gorge de la cloche supérieure. Les galets de cette dernière roulent dans le creux des guides fixés contre la paroi interne; ceux de l'autre cloche roulent sur la nervure extérieure des rails.

On conçoit nécessairement que le gazomètre, par suite de cette disposition de guidage en spirale, ne peut monter ou descendre sans décrire un mouvement hélicoïdal, et depuis le point de départ jusqu'à la limite supérieure de sa course, il tourne d'environ un cinquième de sa circonférence.

La réduction de poids obtenue sur l'ensemble de la construction, comparativement à ce qu'aurait été le poids d'un gazomètre ordinaire avec colonnes et charpente de guidage extérieur, a été de 36,556 kilogrammes et comme on peut estimer à environ 15,000 francs la dépense qu'aurait coûté le guidage ordinaire avec colonnes, ce chiffre représente par conséquent l'économie qu'on a réalisée avec le système de MM. Gadd et Mason.

Il est bon d'ajouter aussi que la construction de la cuve devient plus économique, par la suppression des pierres de fondation destinées à recevoir les colonnes ou pilastres des charpentes ordinaires.

Les caractères principaux de ce nouveau mode de construction peuvent se résumer comme suit:

1° Le poids total de l'ensemble du gazomètre est réduit de 30 à 50 0/0, et la dépense de transport et d'installation est réduite dans les mêmes proportions;

2° La construction de la cuve est simplifiée; le mur circulaire n'a plus besoin de piles, ni de pierres de fondation comme il en faut pour recevoir les bases des colonnes ou pilastres des charpentes ordinaires ;

3° La suppression du poids des supports et des galets au sommet des cloches abaisse notablement le centre de gravité de l'ensemble, et dispense des contre-plaques ou autres moyens habituellement employés pour renforcer les points d'attache de ces galets supérieurs ;

4° Comme il y a moins de pièces de guidage, il y a aussi moins de risques de dérangement, et le mode de construction se prête d'ailleurs à tous les moyens qu'on voudra employer pour consolider le gazomètre avec la moindre augmentation de poids;

5° Le déraillement d'un gazomètre devient *absolument impossible;*

6° Quand le gazomètre est vide et entièrement descendu dans sa cuve, rien n'apparaît au-dessus du sol ;

7° La stabilité du gazomètre et sa résistance à la pression du vent est au moins égale à celle d'un gazomètre monté avec le système ordinaire de charpente et de guidage.

8° Enfin, ce nouveau système s'applique aussi bien aux gazomètres télescopiques qu'à ceux à levée simple, et il permet d'obtenir une grande stabilité avec une faible hauteur de course.

Gaz à l'eau. Le gaz produit par la décomposition de l'eau a été l'objet de nombreuses tentatives, dont les premières qu'il y ait lieu de signaler remontent à 1816, et furent faites par Gingembre, en France; puis ce gaz fut étudié en Angleterre par Ibbetson. Plus tard, en 1834, Selligue montait, avec le concours de M. Jobard, une usine de gaz à l'eau aux Batignolles, et M. Le Prince, à Liège, essayait un procédé qui consistait à injecter de la vapeur d'eau sur du coke incandescent. Ebelmen, en 1838, étudiait la production du gaz à l'eau au point de vue de ses applications calorifiques ; en 1846, Gillard, qui avait installé une usine de démonstration aux Invalides, appliquait le gaz à l'eau à l'éclairage en portant à l'incandescence une spirale de platine, et en 1854 une Compagnie s'organisait sur ce même système pour l'éclairage de la ville de Narbonne par le gaz à l'eau. Cette installation a fonctionné pendant un certain nombre d'années, mais on a fini par lui substituer le gaz de houille dont la supériorité et les avantages restent toujours incontestables. Nous ne parlerions donc pas des essais qui ont été faits depuis lors, et qui ne paraissent pas avoir supprimé les principales objections qu'on énonce contre l'emploi du gaz à l'eau, si de récentes applications, qui se multiplient en Amérique et en Angleterre, ne ramenaient sur ce gaz l'attention du monde industriel.

Ce qu'on reproche surtout au gaz à l'eau, c'est: 1° qu'il est inodore et qu'il ne signale pas sa présence comme le fait le gaz de houille par une odeur qui décèle immédiatement les moindres fuites ; 2° qu'il est au moins cinq fois plus toxique que le gaz ordinaire, à cause de la grande proportion d'oxyde de carbone qu'il contient. Les statistiques constatent, en effet, que depuis l'extension des applications du gaz à l'eau en Amérique, les accidents mortels se sont considé-

rablement multipliés. C'est ainsi qu'à New-York, de 1880 à 1887, on a relevé 184 morts d'hommes causées par le gaz à l'eau, contre 9 seulement par le gaz de houille, et d'après une statistique qui comprend, en outre de New-York, les villes de Boston, Baltimore et Chicago, le nombre des morts occasionnées par le gaz à l'eau s'élève à 295 contre 12 par le gaz de houille. C'est qu'en effet le gaz à l'eau est un mélange, presque par moitié, d'oxyde de carbone et d'hydrogène ; il est par conséquent très combustible et d'une grande puissance calorifique, mais il est très peu éclairant, et par surcroît, très toxique à cause de sa teneur considérable en oxyde de carbone. On ne pourrait l'appliquer à l'éclairage qu'en le carburant, ce qui élève alors le prix de revient et détruit en partie l'économie du système. Mais il convient parfaitement pour le chauffage industriel, et c'est surtout à ce point de vue que son utilisation peut présenter de l'intérêt.

Nous ne décrirons pas les divers appareils qui ont été imaginés, dans ces dernières années, pour la fabrication du gaz à l'eau. Nous nous bornerons seulement à en faire connaître les données générales, d'après un extrait d'une relation communiquée au *Journal of Gas Lighting* par un ingénieur anglais à son retour d'un voyage en Amérique :

« Je trouvai ce gaz beaucoup plus employé que je ne l'aurais cru et qu'on ne le pense généralement ici. Les conditions sont favorables pour lui aux Etats-Unis : l'anthracite, le coke et l'huile minérale sont à bas prix, tandis que la main-d'œuvre nécessaire pour le gaz de houille est très chère.

« Les procédés de fabrication sont nombreux ; mais en principe l'installation comprend toujours essentiellement : un *générateur* et un *surchauffeur*, ordinairement cylindriques et garnis de briques réfractaires. Le générateur est rempli de charbon maigre ou de coke de fours, sur une hauteur de 1 mètre à 1m,50, quelquefois jusqu'à 3 mètres. Le surchauffeur a une hauteur de 3m,50 à 7 mètres. Une voûte ajourée établie à quelques pieds au-dessus du sol supporte la charge de morceaux de brique grossièrement empilés jusqu'au sommet. Un carneau réunit le sommet du générateur au pied du surchauffeur.

« Un ventilateur souffle de l'air à travers le combustible et les flammes traversent le surchauffeur avant d'aller à la cheminée. Lorsque les briques sont au rouge-blanc et que le combustible est lui-même incandescent, on arrête cette première phase du travail. De la vapeur d'eau est injectée alors sous le générateur, se décompose en le traversant et produit le gaz à l'eau, c'est-à-dire un mélange d'hydrogène, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique.

« De l'huile minérale légère est introduite en même temps au sommet du générateur, se vaporise, se mêle au gaz d'eau, et son passage dans le surchauffeur transforme cette vapeur en gaz fixes. Le tout traverse ensuite des laveurs, condenseurs, épurateurs et compteur.

« Après dix ou quinze minutes, le générateur s'est refroidi et la composition des gaz produits est devenue trop différente. On recommence alors pendant six à huit minutes la première opération qui fournit à nouveau de la chaleur. C'est donc un travail intermittent, et pour réaliser une production continue, on a ordinairement un double jeu d'appareils alternants.

« Il y a aussi un autre procédé qui consiste à fabriquer d'abord le gaz d'eau et à l'enrichir ensuite dans des carburateurs. Le mélange passe dans des surchauffeurs analogues à nos cornues et chauffés séparément.

« L'anthracite et le coke de fours sont plus volontiers employés que le coke de gaz qui contient trop de soufre. Beaucoup d'usines font moitié gaz de houille et moitié gaz d'eau, et c'est ce que j'ai trouvé dans une grande installation récente. Un ingénieur pratiquant les deux fabrications en grand m'a donné les chiffres suivants comme prix de revient :

Gaz de houille à 19 bougies revenant à 8 cent. le mètre³.
Gaz à l'eau à 24 — — 5 — —

« La main-d'œuvre est quatre fois moindre avec le gaz d'eau, ce qui est à considérer dans un pays où les salaires de chauffeurs sont de 10 à 15 francs. Le matériel occupe un espace restreint et demande peu d'entretien.

« *Mais les propriétés très toxiques du gaz à l'eau, à cause de sa grande proportion d'oxyde de carbone, en font un perpétuel danger.* ».

Dans un Mémoire publié par M. A. Humphreys sur *le gaz à l'eau aux Etats-Unis*, l'auteur a décrit les appareils Lowe, Granger-Collins, Hanlon-Ledley, basés sur le principe qui a été énoncé précédemment. Dans ces appareils l'huile brute de pétrole est employée pour carburer le gaz à l'eau et en faire, si on le désire, du gaz propre à l'éclairage. Cette application, toutefois, ne paraît pas aussi intéressante que l'emploi de ce gaz pour les chauffages industriels, auxquels il convient spécialement et pour lesquels il peut rendre des services qu'on ne saurait méconnaître. — G. J.

GAZOGÈNE. Nous avons expliqué, dans le *Dictionnaire*, le perfectionnement qu'avait subi le

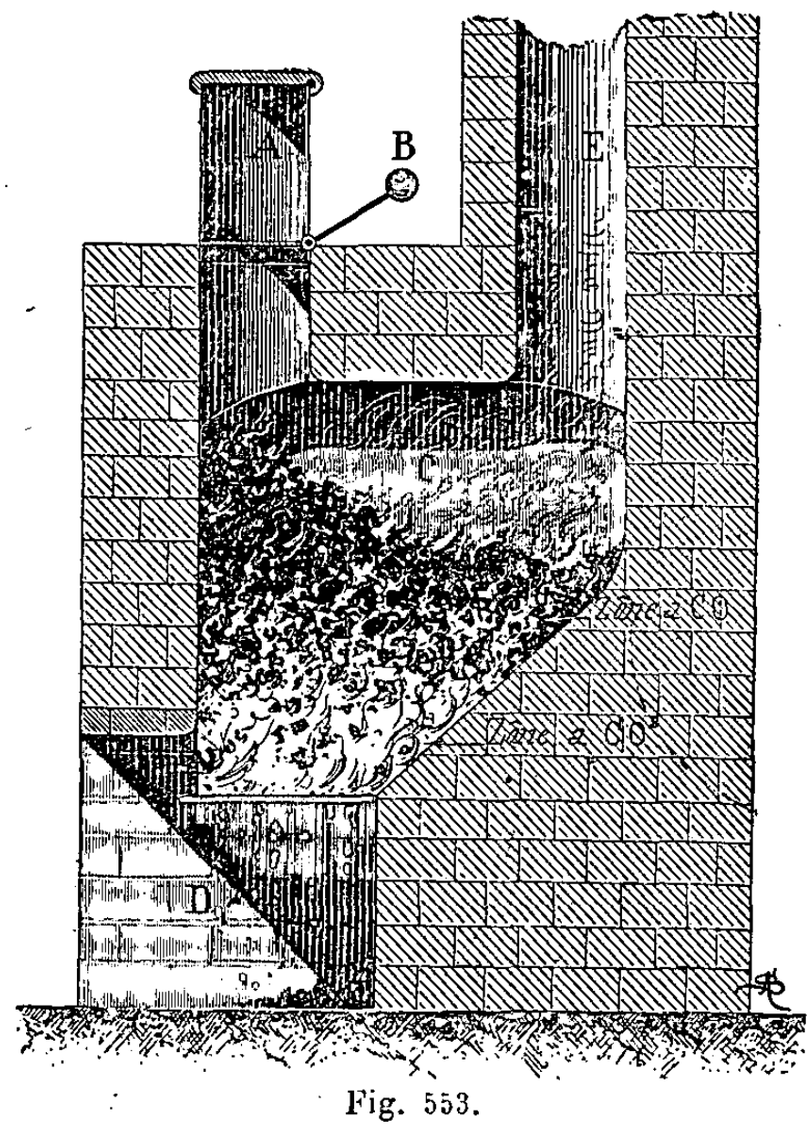


Fig. 553.

chauffage industriel, par l'introduction des *combustibles gazeux* ; et, comment on obtenait, sous cette forme, les *combustibles solides*, par une demi-combustion accompagnée de distillation des matières volatiles, dans le *gazogène*.

La première idée du gazogène et ses premières applications sont dues au français Ebelmen. Cet appareil est d'une capacité profonde, de forme prismatique ou cylindrique, en maçonnerie de briques ou en tôle et qui permet d'y entasser une couche très épaisse de combustible.

La combustion a lieu, soit par tirage direct, et, dans ce cas, la partie inférieure est terminée par une grille, soit par soufflage forcé, et alors le cendrier est fermé; il ne s'ouvre que pour le décrassage. Quoi qu'il en soit, on sait que le carbone se combine avec l'oxygène en deux proportions différentes, l'oxyde de carbone,

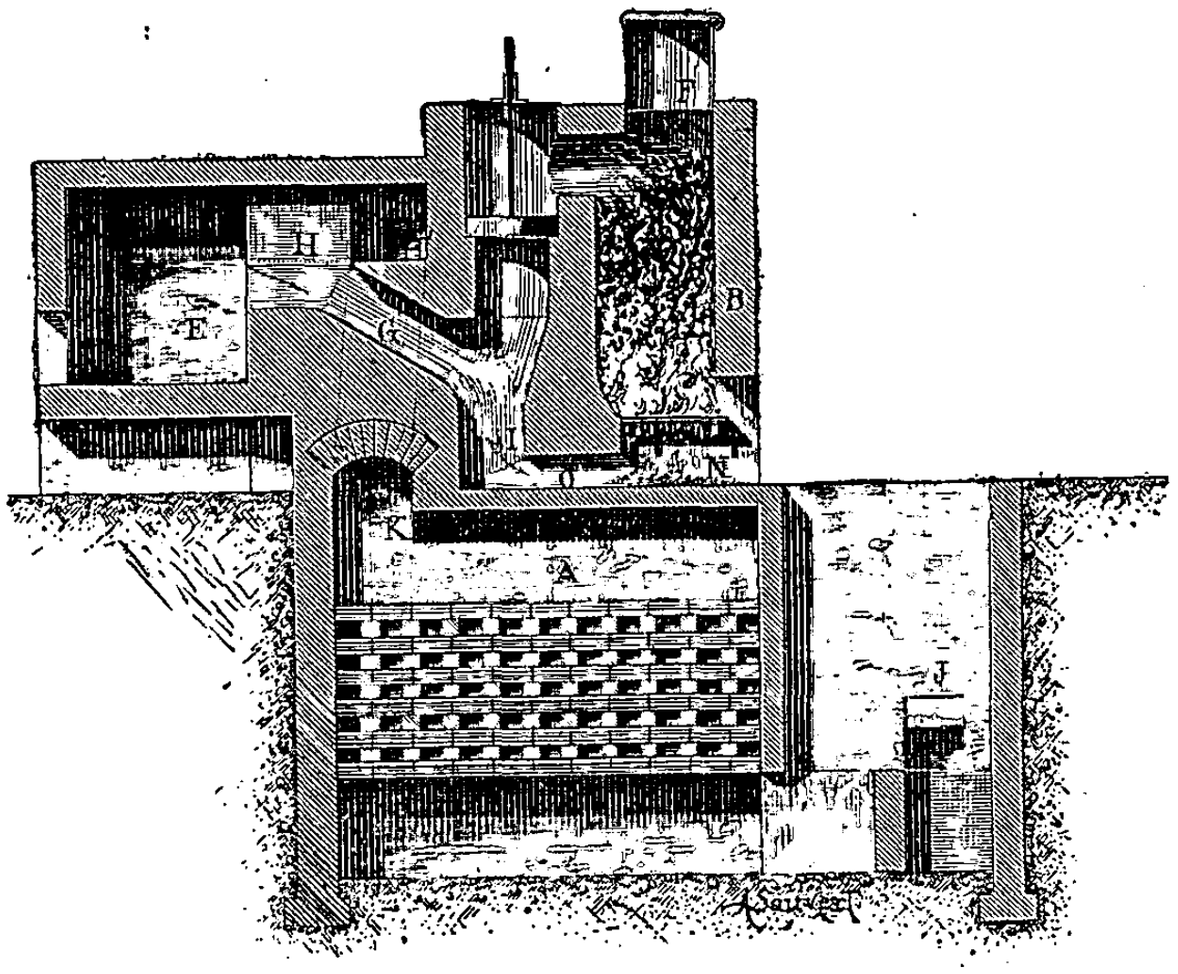


Fig. 554.

$$C+O=CO$$

et l'acide carbonique

$$C+2O=CO^2.$$

La production de l'oxyde de carbone ou de l'acide carbonique dépend des conditions dans lesquelles s'effectue la combustion.

L'acide carbonique se forme lorsque l'oxygène en présence est en excès et que la couche de combustible est en couche mince. L'oxyde de carbone, au contraire, se produit quand le carbone est en excès et que la couche de combustible est épaisse.

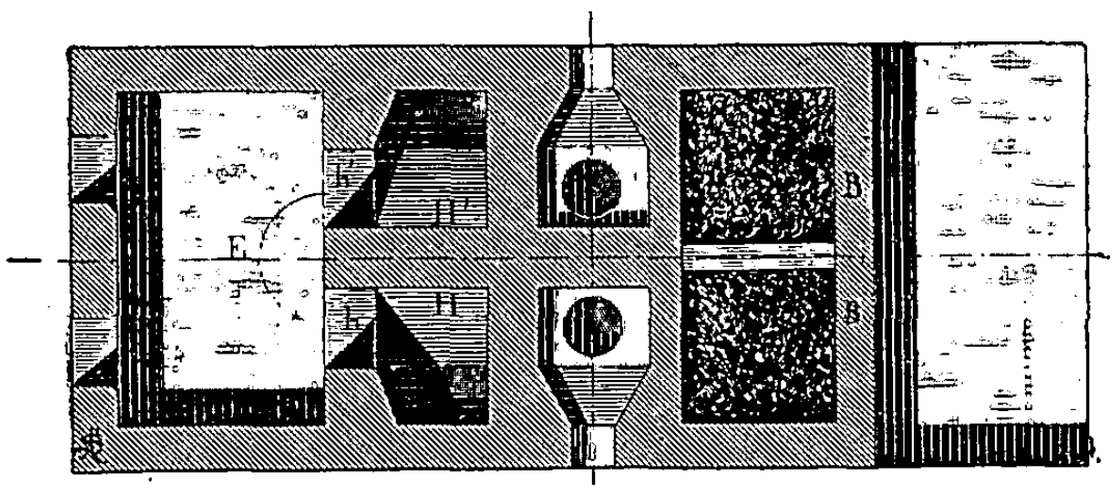


Fig. 555.

Le passage de l'oxyde de carbone à l'acide carbonique se fait par la combustion et est la base du chauffage par le combustible gazeux.

$$CO+O=CO^2$$

Inversement, l'acide carbonique peut se transformer en oxyde de carbone, par le contact avec le carbone incandescent.

$$CO^2+C=2CO$$

Il était nécessaire de rappeler toutes ces réactions, car elles s'enchaînent dans la production du gaz par les *gazogènes*.

La figure 553 montre une coupe théorique d'un gazogène. En A, se trouve la trémie de chargement, par laquelle on introduit le combustible, et dont la manœuvre est faite au moyen du levier B. Le combustible reposant sur la grille D, s'accumule en tas épais et la combustion y produit deux zones : la zone inférieure, en présence de l'excès d'air et où *domine* l'acide carbonique et la quantité de chaleur, qui se produit, a pour effet de porter à l'incandescence toute la masse du combustible. Mais alors, à la partie supérieure, l'acide carbonique venant en contact avec le carbone porté au rouge, il se forme de l'oxyde de carbone comme nous l'avons montré plus haut et l'acide carbonique disparaît complètement, si la couche de combustible est suffisamment épaisse. C'est donc presque uniquement un mélange d'azote et d'oxyde de carbone qui passe par l'orifice E et se rend dans le four, où la transformation nouvelle de l'oxyde de carbone en acide carbonique se fait avec développement de chaleur.

On comprend facilement que, si la transformation de l'oxyde de carbone en acide carbonique, se fait avec production de chaleur, la transformation inverse de l'acide carbonique en oxyde de carbone a lieu avec la même absorption de chaleur, et que la réaction secondaire, qui se passe dans les gazogènes, empêche que les gaz n'y soient portés à une température trop élevée, qui ne servirait qu'à fondre inutilement les parois de cette partie du four, sans profit pour les matières à chauffer.

Cette étude des réactions secondaires qui se passent dans les gazogènes a donné, à deux col-

laborateurs de M. Frédéric Siemens, l'idée de faire servir indéfiniment les gaz de la combustion résultant d'un chauffage quelconque. MM. Biederman et Harvey se sont proposés de faire repasser, dans le gazogène, une partie du mélange d'azote et d'acide carbonique qui sort d'un four et d'employer l'autre partie au chauffage préalable de l'air qui doit servir à la combustion de l'oxyde de carbone. De cette manière, toute la chaleur propre des produits de la combustion est ntilisée, soit à élever la température des chambres que doit traverser l'air, soit à échauffer le gazogène qui se refroidirait par l'action de l'acide carbonique sur le charbon.

En pratique, la moitié des produits de la combustion peut repasser par le gazogène et économiser, ainsi, la moitié de carbone consommé

$$CO^2+C=2CO$$
$$2CO+2O=2CO^2$$

et le gazogène peut fonctionner sans accès d'air, dès qu'il a été bien allumé, grâce à la chaleur apportée par les produits de la combustion, tant par l'azote que par l'acide carbonique. Ces résultats très remarquables ont été obtenus pratiquement, en Angleterre, avec une disposition de four que nous allons décrire et qui a été surtout appliquée au réchauffage du fer. Nous ne pensons pas que l'on ait obtenu, avec un four de ce genre, la fusion de l'acier sur sole, ni celle du verre, qui demandent des températures plus élevées que le réchauffage du fer.

Les figures 554 et 555 représentent un four à réchauffer avec la disposition nouvelle de régénération des gaz de la combustion.

E est le four à deux portes ; H H' sont les orifices par lesquels, alternativement, entre l'air chauffé au contact des chambres A, ou bien passe la moitié des produits de la combustion.

L'autre moitié des produits de la combustion passe par G et vient sous la grille N du gazogène B. Cet appel est fait par un injecteur à vapeur placé en O.

Il y a deux chambres de chauffage, telles que A, qui communiquent avec les conduits H par les carneaux K. Le gazogène est chargé par la trémie F et les gaz brûlés ayant traversé les chambres sont évacués dans la cheminée par la valve J. Cette disposition, qui semble complexe au premier abord, n'est pas aussi coûteuse à réaliser que la forme ordinaire des fours Siemens, à cause de la suppression de deux chambres et de l'accolement du gazogène au four.

L'économie réalisée en pratique semble dépasser 50 0/0, à cause de la bonne utilisation de la chaleur propre des gaz brûlés ; mais il faut une certaine quantité de vapeur pour forcer les gaz à traverser le combustible du gazogène.

On constate, de plus, une diminution dans le déchet de fer au réchauffage.

Voici quelques résultats numériques : si on ne tient pas compte de la vapeur d'eau, qui se rencontre toujours dans les gaz brûlés et qui provient de la combustion de l'hydrogène, on trouve, par exemple, la composition suivante aux gaz de la cheminée d'un four ordinaire :

Acide carbonique	17
Oxygène libre	2
Azote	81

La composition des gaz obtenus, en repassant dans le gazogène la moitié des produits de la combustion, a donné, dans deux usines :

Acide carbonique	4.6	et	4.5
Oxygène libre	0.0		0.0
Oxyde de carbone	23.0		22.5
Vapeur de carbone	1.5		2.6
Hydrogène	17.4		10.3
Azote	53.5		54.1
	100.0		100.0

On voit que la transformation en gaz combustibles des produits de la combustion au contact de la houille incandescente est aussi complète que possible.

Les inventeurs prétendent que pour un four réchauffant 110 tonnes de fer par semaine, on fait une économie de 27 tonnes 1/2 de houille et de 5 tonnes 1/2 de déchet. — F. G.

• * **GÉLATINOGRAPHIE.** Ce mot désigne un procédé ayant pour objet l'impression à l'encre grasse sur une surface continue de gélatine, préalablement sensibilisée au bichromate de potasse et impressionnée par la lumière sous un cliché photographique ou artificiel. Ce mot est l'abrégé de *photogélatinographie*, lequel a été remplacé au Congrès international de photographie de 1889 par *photocollographie*. — V. ce mot.

• * **GIFFARD** (Henri), ingénieur et aéronaute, né à Paris en 1825, mort dans la même ville en 1882. Dès ses débuts dans la carrière d'ingénieur, il se consacra à l'étude si difficile de la direction des ballons, et essaya de résoudre le problème de la navigation aérienne, en adaptant à un ballon de forme allongée un moteur à vapeur. Ce système, bien que défectueux, n'a pas encore trouvé d'autre rival que celui de MM. Krebs et Renard, qui ne semblent pas être maîtres de leur ballon davantage que Giffard, avec les faibles moyens que l'art de l'ingénieur mettait alors à sa disposition, ne l'avait été en 1852. En 1867, Giffard installa dans l'enceinte de l'exposition universelle un ballon captif qui fut une des curiosités d'alors, et cette idée, exploitée par lui à deux reprises, avec un succès au moins égal, en 1868 à Londres, et en 1878 à Paris, rendit son nom populaire. Le ballon captif de 1878 était de proportions colossales, il cubait 26,000 mètres cubes, et enleva dans les airs, en moins de six mois, plus de 30,000 personnes. — V. *Dictionnaire*, Aérostation.

Mais l'invention de Giffard, la plus remarquable et en même temps la plus pratique, fut l'injecteur auquel l'Académie des sciences décernait en 1859 le prix de mécanique (V. *Dictionnaire*, Injecteur). Cet appareil qui condense en eau la vapeur perdue jusqu'alors, et qui réalisait ainsi une économie considérable dans le fonctionnement des machines, avait été porté du premier coup, par son créateur, à son plus haut point de

perfection; il n'a subi depuis que des modifications sans importance.

On doit encore à Giffard, un système de suspension des vagons, supprimant la trépidation, et qu'il s'occupait, au moment de sa mort, d'appliquer aux paquebots pour éviter aux passagers le mal de mer. Ces heureuses inventions lui avaient apporté la gloire et la richesse; chevalier de la Légion d'honneur depuis 1863, il était plusieurs fois millionnaire; mais dans les derniers temps de sa vie son caractère s'était aigri, sa famille et ses amis s'éloignaient de lui, et ne pouvant supporter la solitude et l'oubli, il s'est tué, laissant des legs importants pour certaines institutions philanthropiques et l'encouragement des sciences.

GLUCOSE. Nous ne reviendrons pas sur les propriétés et caractères chimiques des glucoses en général, suffisamment décrits dans le *Dictionnaire*. Quant à la fabrication industrielle des glucoses, elle a subi depuis quelques années des changements et des perfectionnements que nous allons rapidement passer en revue.

Etude commerciale sur les glucoses. Tout d'abord les désignations des produits fabriqués ont changé; ainsi on ne dit plus *sirop de fécule* ou de *froment*, mais *sirop de cristal* pour désigner le glucose liquide incolore et transparent qui est employé concurremment avec le sucre dans la fabrication des sirops, liqueurs et confiseries à bon marché. Ce sirop de cristal est très dense (44° Baumé) et cependant sa saveur sucrée est à peine égale au tiers de celle du sucre. La proportion de dextrine y est considérable, environ 50 0/0; c'est ce qui lui donne son aspect gommeux et l'empêche de cristalliser. Son emploi dans les bonbons empêche également le sucre de se granuler et leur conserve leur transparence. L'autre sorte de glucose fabriquée commercialement est le *glucose massé*, dans lequel la proportion de dextrine est beaucoup moindre (de 25 à 30 0/0), c'est ce qui fait que ce glucose se prend *en masse* par suite d'une cristallisation confuse, bien que son degré commercial ne soit que de 40° Baumé. Le glucose massé est généralement employé dans la fabrication des bières à bon marché et des petites bières dont la classe ouvrière serait privée sans lui. Quant au glucose granulé, ou en petits cristaux, sa fabrication n'existe plus depuis longtemps; des mesures fiscales sont venues frapper ce produit dont on pouvait craindre le mélange frauduleux aux sucres bruts ou cassonades.

Le marché français est protégé contre l'entrée des glucoses étrangers par des droits élevés; mais par contre l'exportation des glucoses français est très faible, étant donnés les bas prix des glucoses américains et allemands offerts sur les marchés européens; de sorte que presque toute la production française est consommée en France. La production totale annuelle est en moyenne de 35,000,000 de kilogrammes, et n'augmente pas sensiblement. Les glucoses sont frappés actuellement d'un impôt de 13 fr. 50 par 100 kilogrammes, mais la brasserie peut bénéficier de l'exemption de ce droit.

Comme cette industrie s'alimente principalement avec les fécules de pommes de terre (surtout depuis l'application du droit de 3 francs sur les maïs étrangers), on peut ajouter que c'est une industrie véritablement agricole et digne d'intérêt malgré son importance modeste. A ce propos nous ne saurions trop nous élever contre certains préjugés sur l'emploi des glucoses; quand ceux-ci sont bien fabriqués (ce qui doit être la règle en industrie) ils sont absolument neutres et aussi hygiéniques que le sucre.

Ils n'ont d'ailleurs nullement la prétention de remplacer ce dernier, mais ils en facilitent au contraire l'emploi en permettant la fabrication de confiseries à bon marché. Ils rendent aussi des services bien différents de ceux du sucre par suite de la présence de la dextrine et de leur nature spéciale. Du reste un préjugé semblable existait autrefois contre le sucre extrait de la betterave, par opposition à celui extrait de la canne à sucre; aujourd'hui encore bien que tous les sucres raffinés soient faits indifféremment avec les deux sortes (d'ailleurs identiques) certaines personnes méticuleuses prétendent n'acheter chez leur épicier que du sucre de canne.

Question de mots que tout cela.

Fabrication. L'ancien procédé classique de la saccharification de la fécule dans de grandes cuves tel que nous l'avons décrit dans notre première édition, a l'inconvénient d'exiger plusieurs heures pour la saccharification de la fécule, d'où perte de temps, de vapeur et en outre coloration notable des jus saccharifiés.

Saccharification en vases clos sous pression. Mais si au lieu d'opérer dans des cuves à la pression atmosphérique, on opère dans des vases clos où la pression et par suite la température de cuisson puissent être élevées notablement, on remarque une rapidité de saccharification d'autant plus grande que la pression est plus élevée et avec une dose moindre d'acide, c'est-à-dire qu'on peut obtenir à volonté le sirop de cristal, le sirop massé et même le glucose fortement saccharifié pour la fabrication des caramels, en réglant convenablement la pression de vapeur, tout en opérant rapidement et en obtenant ainsi des jus moins colorés et moins amers.

Ce perfectionnement est le plus important qui soit survenu dans la fabrication des glucoses. En pratique, on se sert d'un récipient en cuivre ou appareil autoclave de la forme des monte-jus de sucrerie et dont la capacité varie entre 20 et 50 hectolitres (fig. 556). La vapeur arrive par un tube en cuivre qui se termine au fond et à l'intérieur de l'appareil par un serpentin percé de trous. A la partie supérieure se trouve un tube d'échappement avec robinet, un tube de niveau à robinet et un manomètre indicateur de la pression. L'introduction de la matière amylacée préalablement délayée se fait par une ouverture que l'on ferme après l'introduction par un tampon à vis, et la vidange des jus saccharifiés se fait à la partie inférieure par une forte tubulure à robinet à laquelle fait suite un tube extérieur recourbé qui

remonte le long de l'appareil pour se rendre dans la cuve à saturation.

Il est à remarquer, en effet, que la vidange s'opère rapidement sous l'influence de la pression intérieure, laquelle permet de faire remonter les jus à un niveau supérieur à celui du dessus de l'appareil, ce qui permet d'économiser la place et d'éviter l'emploi de pompes, enfin l'appareil est muni d'un trou d'homme à fermeture autoclave et d'une tubulure-éprouvette pour prendre des épreuves du jus. Pendant l'introduction on opère comme s'il s'agissait d'une cuve ordinaire et on établit la pression après cette introduction. L'opération dure de 20 minutes à 1 heure suivant les qualités à obtenir et avec des doses d'acide moitié de celles employées dans le procédé ancien.

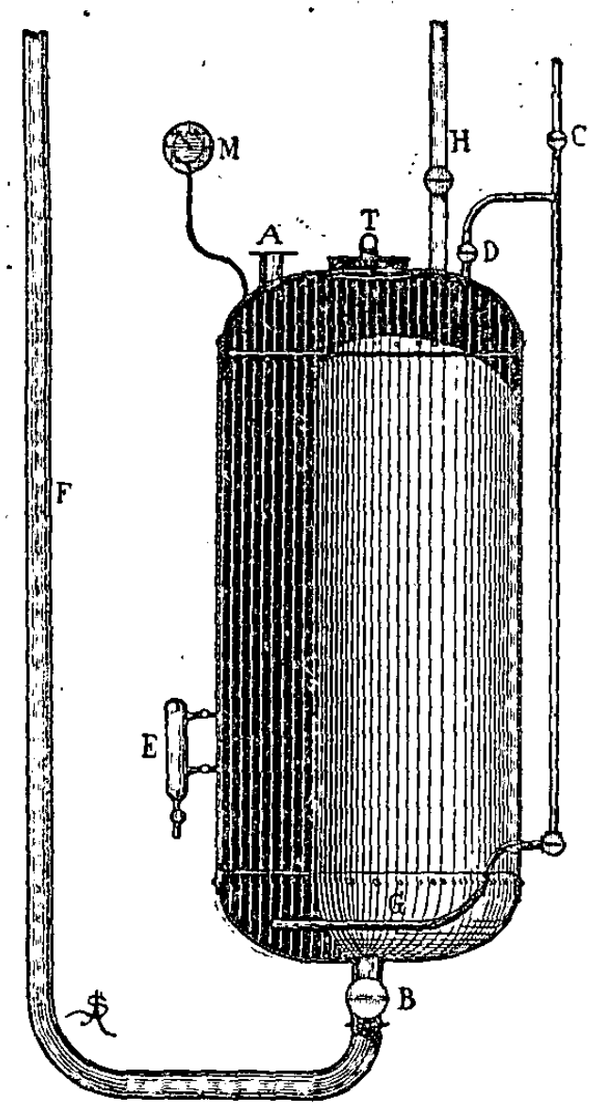


Fig. 556. — *Appareil autoclave pour saccharifier sous pression les matières amylacées.*

A Tubulure d'introduction. — *B* Tubulure de vidange à robinet. — *C* Prise de vapeur pour le serpentin perforé. — *D* Prise de vapeur pour vider l'appareil en cas d'insuffisance de pression intérieure. — *E* Eprouvette de prise d'épreuve. — *F* Tuyau de refoulement dans les cuves à saturer. — *G* Serpentin perforé. — *H* Tuyau d'échappement ouvert pendant l'introduction. — *M* Manomètre. — *T* Trou d'homme.

Le reste des opérations est le même que dans l'ancien procédé.

Sur ce mode général de saccharification sous pression sont venus se greffer nombre de procédés plus ou moins brevetés ou brevetables, les uns caractérisés par la forme des appareils munis parfois d'agitateurs intérieurs, les autres par la nature des acides employés et leur mode d'emploi (acides chlorhydrique, oxalique, phosphorique, etc.).

Saccharification par le malt. Mais il existe un autre mode général de saccharification qui a fait aussi l'objet de plusieurs brevets en France ou à l'étranger, c'est la saccharification naturelle des matières amylacées par la diastase du malt qui a le grand avantage de permettre l'emploi direct du grain (maïs ou autre) réduit en farine grossière et en outre de donner un glucose spécial (maltose) sans amertume et exempt de sels calcaires ou autres. Malheureusement jusqu'ici on n'est pas parvenu à éviter au glucose produit un certain goût de mélasse ou de cuit, ce qui en limite beaucoup l'emploi. Cette saccharification par le malt exige la liquéfaction préalable de la matière amylacée dans un appareil clos sous pression comme ci-dessus avec une dose excessivement faible d'un acide quelconque pour éviter la formation d'empois.

La saccharification proprement dite s'opère ensuite avec le malt dans un autre appareil clos à double enveloppe permettant de chauffer extérieurement et avec agitateurs intérieurs, en se rapprochant des conditions de température et de temps usitées dans la fabrication de la bière (opération du brassage).

La saccharification terminée on élève la pression dans l'appareil pour en opérer la vidange dans des cuves filtrantes ou dans des bacs alimentant des filtres-presses qui séparent la drèche des jus saccharifiés.

Ces jus sont ensuite concentrés, filtrés sur le noir, etc.

Il est à remarquer que ce procédé donne des jus qui ne pèsent que 6 à 8° Baumé, tandis que les procédés ordinaires par les acides donnent des jus de 1er jet pesant de 15 à 20° Baumé. Il en résulte pour la saccharification par le malt une dépense beaucoup plus grande pour l'évaporation, soit qu'on l'opère dans des bassines ordinaires, soit qu'on se serve des appareils coûteux (à triple effet) employés en sucrerie.

Un dernier mode faisant également l'objet de plusieurs brevets, tant en vue de faire des dextrines de toute nature ainsi que des glucoses, consiste à saccharifier l'amidon ou la fécule par l'acide sulfureux à l'abri de l'air, à haute température et sous une très forte pression dans un appareil autoclave horizontal avec agitateur intérieur.

La faible action de l'acide sulfureux et son évaporation rapide, malgré les fermetures étanches, rendent l'opération difficile à conduire, surtout avec des appareils d'une contenance dépassant 8 à 10 hectolitres.

Aussi ce procédé est-il encore à l'état d'essai. Ce qui avait conduit à l'emploi de l'acide sulfureux c'est son action décolorante, antifermentescible et sa disparition à la fin de l'opération par la simple ouverture du tuyau d'échappement, donc pas de saturation, ni de filtration au noir. Il est vrai que cet acide n'attend pas la fin de l'opération pour s'en aller; aussi arrive-t-on difficilement à une saccharification suffisante.

Enfin il existe des combinaisons variées de ce dernier procédé avec tous ceux qui précèdent, soit en vue du traitement direct des grains, soit en vue de la production de glucoses contenant peu de dextrine. Les preuves industrielles de ces procédés mixtes ne sont pas encore suffisamment établies. — A. N.

° * **GLYCOL.** *T. de chim.* C'est le type et le premier des alcools diatomiques connus. Il a été découvert par Wurtz en 1856, en traitant le bibromure d'éthylène par l'acétate d'argent. Aujourd'hui on le prépare plus simplement de la manière suivante. On chauffe pendant dix heures au réfrigérant ascendant un mélange de 5 parties bro-

mure d'éthylène $C^2H^4Br^2$; 4 parties carbonate de potasse ; 16 parties eau.

La formule de la réaction est la suivante :

$$C^2H^4Br^2 + CO^3K + H^2O = 2KBr + CO^2 + \underbrace{C^2H^4\begin{cases}OH\\OH\end{cases}}_{\text{Glycol}}$$

On laisse cristalliser le bromure de potassium, on évapore ensuite d'abord à l'air libre, puis on distille en recueillant ce qui se passe entre 140 et 200°. On rectifie le produit obtenu dans un appareil à distillation fractionnée et on recueille le glycol pur bouillant à 197° 5. C'est un liquide sirupeux, incolore, d'une odeur alcoolique et dont la densité est de 1.125.

Le glycol n'a pas d'application industrielle.

• * **GODIN** (JEAN-BAPTISTE-ANDRÉ), industriel et philanthrope, fondateur du *Familistère de Guise*, né à Esquéhéries (Aisne), en 1817, mort à Guise, en 1888; était fils d'un ouvrier, et reçut une instruction primaire très insuffisante, dont, sur les bancs même de l'école, dans sa logique d'enfant, il reconnut les inconvénients, et il se promit d'améliorer cette instruction, et plus tard, pendant son *tour de France*, qu'il fit comme la plupart des ouvriers d'alors, en se rendant compte des surcharges de travail imposées à l'ouvrier, et des excès de production qui compromettaient la bonne direction des affaires pour les patrons, il comprit aussi qu'il y avait quelque chose à faire pour sortir les classes travailleuses d'une ornière où tant d'efforts produits ne servaient à personne. Revenu à Esquehéries, marié et chef d'usine à son tour, il employa une grande partie des bénéfices que lui donnait son usine d'appareils de chauffage en fonte, alors une nouveauté, à l'accomplissement de ses projets ; il avait perfectionné son instruction, il s'était imbu des théories très répandues du saint-simonisme, qu'il lui fallait mettre en pratique, et dès 1846, il créa, à Guise, où il venait de transférer ses ateliers, les diverses institutions sociales, d'où devait bientôt sortir le Familistère; mode spécial de salaires, caisse de secours mutuels, alimentée en partie par des retenues faites aux ouvriers, et en partie de subventions patronales, etc., toutes choses qui préparaient son personnel à l'accomplissement de la grande idée de l'association du capital et du travail.

C'est en 1859 que Godin posa la première pierre du Familistère, en 1865 le pavillon central était inauguré, et autour de lui, les bâtiments annexes fonctionnaient, magasins, écoles, nourriceries, la totalité du Familistère ne fut achevée qu'en 1879. Par acte de 1880, Godin donna à l'association qu'il avait créée, la propriété des bâtiments et des mines, tant à Guise, qu'à Laeken (Belgique), cadeau magnifique, fait à ses collaborateurs, et dont les résultats, tant financiers que moraux, sont dignes de la plus grande attention des économistes et des hommes politiques.

Godin a joui, après 1848, d'une réputation universelle, et son œuvre rencontra à l'étranger, avec des succès divers, de nombreux imitateurs. C'était un homme excellent et doué d'un grand esprit pratique. Le département de l'Aisne l'envoya siéger à la Chambre 1871, et en 1882, il avait été nommé chevalier de la Légion d'honneur. On lui doit de petits traités populaires de science sociale, et la fondation d'un journal destiné à la classe ouvrière : le *Devoir*.

• * **GRAMME**. Machine dynamo-électrique du système de Gramme ; on dit souvent, par abréviation, une *gramme*. — V. *Dictionnaire* et *Supplément*, MACHINES ÉLECTRIQUES.

• * **GRANDE-BRETAGNE**. — V. ANGLETERRE.

• * **GRAPHIQUE**. On appelle *graphique* ou *diagramme*, tout tracé composé de lignes droites ou courbes, ou d'espaces teintés ou recouverts de hachures, destiné à représenter dans son ensemble la marche d'un phénomène scientifique, industriel, économique, commercial, etc. Les graphiques les plus simples sont ceux qui ont pour objet de représenter les variations d'une quantité susceptible de mesure, reliée d'une manière quelconque à une autre quantité. La première quantité est dite *fonction* de la seconde, et le diagramme qui la représente s'appelle en mathématiques la *courbe figurative de la fonction*. Pour expliquer la construction de cette courbe, désignons par y la fonction, et par x la variable dont elle dépend. On trace dans un plan (fig. 557), une droite OX, nommée *axe des abscisses*, sur laquelle on porte, à partir du point O, des longueurs OM_1, OM_2, etc., nommées *abscisses*, proportionnelles à diverses valeurs de la variable x, et en chacun des points M_1, M_2, etc., on élève des perpendiculaires M_1N_1, M_2N_2, etc., nommées *ordonnées*, proportionnelles aux valeurs correspondantes de la fonction y ; puis, on relie tous les points N_1, N_2, etc., par un trait continu. La courbe ainsi obtenue qui est, comme on dit, le lieu des points N, est la courbe figurative de la fonction ; elle s'éloigne ou s'approche de l'axe Ox, suivant que la fonction y grandit ou diminue. On conçoit que cette courbe tracée sur le papier permette de déterminer facilement la valeur de y qui correspond à une valeur déterminée de x, ou inversement. Dans le premier cas, on prendra, sur la droite Ox, une longueur OM égale, suivant l'échelle du graphique, à la valeur de x, et l'on élèvera à Ox la perpendiculaire MN, jusqu'à sa rencontre avec la courbe. La longueur de cette perpendiculaire, mesurée à l'échelle du dessin, donnera la valeur de la fonction y. Pour le problème inverse, on mènera une parallèle à Ox à une distance égale à y, et par le point N où cette parallèle rencontre la courbe, on abaissera la perpendiculaire NM sur Ox, OM sera la valeur de x. On voit ainsi que le tracé du diagramme équivaut

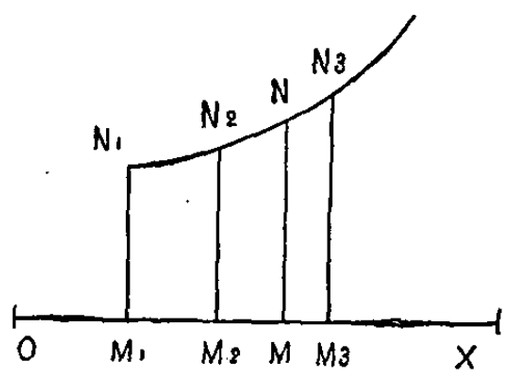


Fig. 557.

à une formule algébrique établie entre x et y et permettant de calculer l'une de ces deux quantités, quand on connaît l'autre. Lorsque la relation qui existe entre x et y est susceptible d'être exprimée à l'aide des signes de l'algèbre, il est souvent possible de donner une définition géométrique de la courbe figurative. C'est ainsi que la fonction du premier degré $y = ax + b$ est représentée par une ligne droite, la fonction du deuxième degré $y = ax^2 + bx$ et, par une parabole, la fraction :

$$y = \frac{1}{ax + b}$$

par une hyperbole, etc. Inversement, toute courbe définie géométriquement est susceptible d'être représentée par une équation entre x et y, et cette sorte de correspondance entre les courbes et les équations, est la base de la *géométrie analytique*. — V. *Dictionnaire,* COORDONNÉES.

Mais c'est surtout pour la représentation des fonctions fournies par les phénomènes naturels, et non susceptibles de définition algébrique, que l'emploi du diagramme rend de précieux services. C'est ainsi que Regnault a représenté par une courbe les résultats de ses célèbres expériences sur la tension maximum de la vapeur d'eau aux diverses températures. Il avait effectué plus de mille observations dont les résultats ont été relevés sur une planche de cuivre, en prenant pour abscisses les températures, et pour ordonnées les tensions maximum correspondantes. Les longueurs données par les expériences étaient reportées sur la planche de cuivre à l'aide d'une machine à diviser qui marquait à la distance correspondante un petit trait ; chaque point se trouvait ainsi déterminé par l'intersection de deux petits traits, l'un perpendiculaire et l'autre parallèle à l'axe Ox. Tous ces points ont été reliés par une courbe continue ; mais, comme il y avait nécessairement des erreurs d'observations très faibles, il est vrai, la ligne qui aurait joint tous les points n'aurait pas été très régulière ; Regnault l'a rectifiée lui-même, et en se laissant guider par le sentiment de la continuité, il a tracé une courbe définitive qui ne passe pas exactement par tous les points marqués, mais qui laisse ceux-ci tantôt au-dessous, tantôt au-dessus, à une très petite distance. Il est certain qu'en opérant de cette manière, on établit une sorte de compensation entre les erreurs inévitables de mesure. La courbe a été ensuite gravée par un graveur qui lui a donné la largeur et l'épaisseur convenable pour le tirage des épreuves. Cette courbe tient lieu des observations qu'elle représente et remplace une table des tensions maximum. C'est, d'ailleurs, en effectuant sur elle les mesures des ordonnées correspondant à certaines abscisses, qu'on a calculé la table des tensions maximum qu'on trouve aujourd'hui reproduite dans tous les ouvrages spéciaux. Depuis Regnault, les physiciens et les chimistes ont construit, avec les mêmes précautions, une foule de courbes représentant les variations d'un grand nombre de phénomènes qui dépendent de la température, tels que dilatation des corps, tension de diverses vapeurs, dissolution des sels, tension et dissociation de divers corps composés, etc.

En thermodynamique, l'emploi des diagrammes est également d'un grand secours ; il constitue le point de départ de la théorie des cycles (V. *Dictionnaire*, CHALEUR, § *Equivalent mécanique*), et le tracé graphique de ces cycles rend de grands services à l'industrie, en facilitant les calculs relatifs aux propriétés des moteurs à feu. Dans les études de météorologie, on fait un grand usage de graphiques pour représenter les variations de la température, de la hauteur barométrique, de l'intensité du vent, etc., avec le temps. On prend pour abscisse le temps, et pour ordonnée la quantité qu'on se propose de représenter. Souvent, on trace sur un même graphique plusieurs courbes qui représentent chacune un phénomène particulier et qu'on distingue par la forme des traits ; on y ajoute aussi de petites flèches qui indiquent la direction du vent (fig. 558).

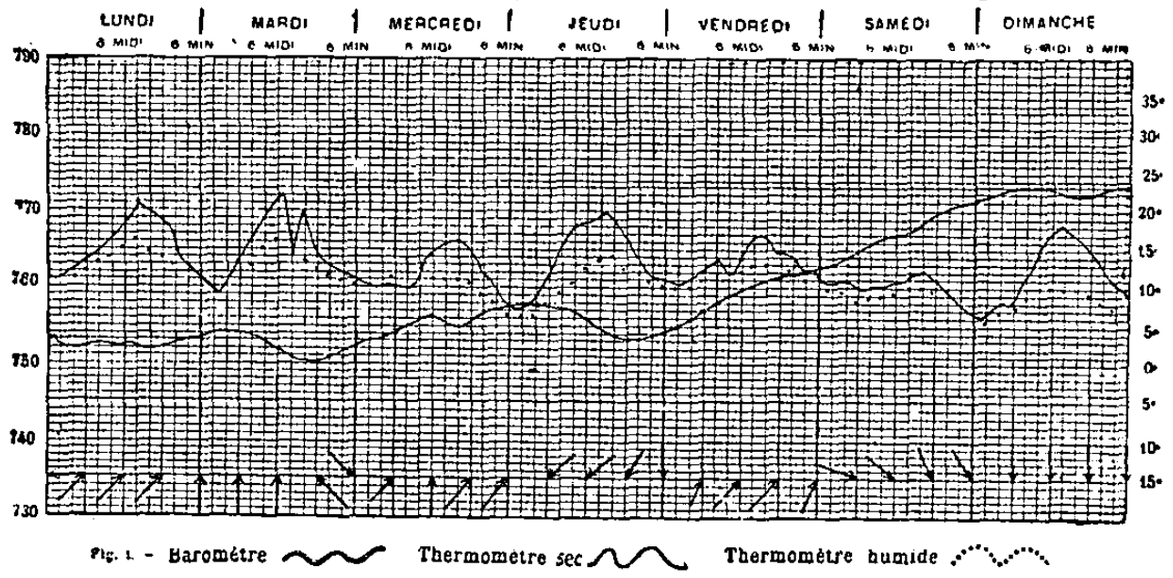


Fig. 558. — *Graphique barométrique.*

Les graphiques se prêtent admirablement à la représentation du mouvement d'un mobile : on porte en abscisse le temps, et en ordonnée les chemins parcourus. C'est ainsi que sont construits les graphiques des chemins de fer qui figurent la marche des trains et qui ont été décrits dans le *Dictionnaire,* au mot CINÉMATIQUE, ainsi que les graphiques de la marche des omnibus dans Paris.

A côté des graphiques tracés à la main pour relier des observations isolées, il y a toute une classe de diagrammes qui présentent un grand intérêt : ce sont ceux qui sont tracés directement par les instruments enregistreurs. Ceux-ci observent d'une façon continue et inscrivent automatiquement leurs indications sur une bande de papier qui se déroule uniformément, de manière à tra-

cer une courbe ayant pour abscisse le temps, et pour ordonnée les valeurs de la quantité qu'il s'agit de déterminer. Ces appareils enregistreurs sont aujourd'hui universellement appliqués à une foule d'observations de toutes sortes.— V. *Dictionnaire* et *Supplément*, ENREGISTREUR.

Les météorologistes ont des baromètres, des thermomètres enregistreurs, etc. On a pu admirer à l'Exposition universelle de 1889, les beaux appareils des frères Richard qui, grâce à une communication électrique, enregistraient dans la salle de la classe XV, au pavillon des Arts libéraux, les observations faites automatiquement au sommet de la Tour Eiffel. Les physiologistes ont des *sphygmographes* qui enregistrent la pression du sang dans les artères ; les industriels ont, depuis longtemps, l'*indicateur de Watt* qui inscrit la pression de la vapeur dans le cylindre d'une machine à vapeur.

La méthode des graphiques se prête parfaitement à toutes les opérations que les mathématiciens désignent sous le nom d'*intégration*. L'une des applications les plus importantes de ces opérations qu'on rencontre dans l'industrie consiste dans la détermination du *travail* fourni par une machine motrice (V. *Dictionnaire*, TRAVAIL). Supposons, par exemple, qu'on veuille déterminer le travail fourni par une machine à vapeur pendant chaque coup de piston. L'indicateur de Watt donne une courbe qui a pour abscisse la distance du piston à l'une des bases du corps de pompe, et pour ordonnée la tension de la vapeur. Pendant un temps très court, le travail est égal au produit de la force qui agit sur le piston par le déplacement de celui-ci. Or, cette force est égale au produit de la tension de la vapeur par la surface du piston, et par conséquent proportionnelle à l'ordonnée de la courbe. Le travail pendant un temps très court sera donc proportionnel au petit rectangle MNN'M' (fig. 559), compris entre la courbe et l'axe Ox d'une part, et les deux ordonnées correspondant à l'origine et à la fin du temps. En faisant la somme pour tous les intervalles de temps, on voit que le travail total sera représenté, à une certaine échelle, qu'il est facile de déterminer, une fois pour toutes, par l'aire comprise entre l'axe Ox, la courbe et les ordonnées extrêmes M_1N_1 M_2N_2. Or cette aire se détermine facilement par les formules de quaduature en mesurant plusieurs ordonnées consécutives, ou plus simplement à l'aide du *planimètre* (V. ce mot au *Dictionnaire*). On peut même, si le papier est bien homogène, obtenir une détermination suffisamment approchée en découpant le diagramme et en le pesant. D'une manière générale, si l'on a une courbe représentant la fonction :

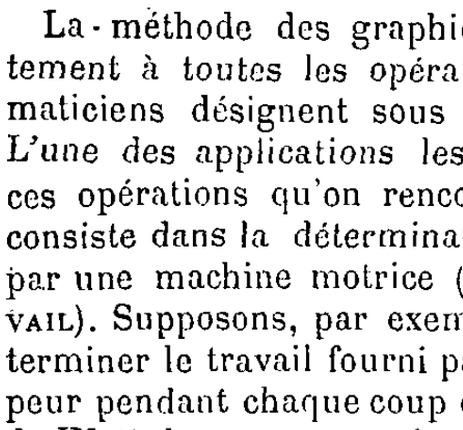


Fig. 559.

$$y = (x),$$

on aura la valeur de l'intégrale définie :

$$\int_{x_0}^{x_1} f(x)\,dx,$$

en mesurant sur le papier l'aire comprise entre l'axe, la courbe et les ordonnées correspondant aux abscisses x_1 et x_2.

Le même procédé est encore applicable à la détermination des moyennes. La définition mathématique de la valeur moyenne d'une fonction $f(x)$ entre $x = x_0$ et $x = x_1$ est donnée par la formule :

$$\frac{1}{x_1 - x_0}\int_{x_0}^{x_1} f(x)\,dx.$$

C'est la hauteur d'un rectangle qui aurait même base et même surface que le segment de la courbe représentative compris entre les ordonnées correspondant à x_0 et x_1. Il suffira donc, pour l'obtenir, de diviser par $x_1 - x_0$ l'aire déterminée comme nous venons de l'indiquer. Si par exemple, on veut, à l'aide du diagramme fourni par un thermomètre enregistreur, déterminer la température moyenne d'un jour, on mesurera l'aire du segment compris entre les ordonnées de minuit à minuit, et on divisera le résultat par la longueur qu'occupe sur le papier la distance des deux minuits. Le quotient donnera la longueur qui, à l'échelle du diagramme, représente la température moyenne.

Lorsqu'il s'agit de représenter des phénomènes qui varient d'une manière discontinue, la courbe se compose d'une série de droites parallèles à Ox situées à diverses distances de l'axe, et formant avec les ordonnées de leurs extrémités une série de rectangles de même base, dont chacun correspond à une unité indivisible de l'abscisse, et dont la hauteur figure la quantité correspondante. Le plus souvent, pour rendre le graphique plus clair, on recouvre ces rectangles de hachures : c'est ainsi qu'on construit les graphiques représentant pour chaque année, le chiffre du budget, la température moyenne, la valeur des importations et exportations, etc.

Si l'on veut représenter une fonction qui dépend d'un angle, il est plus avantageux, au lieu de porter les angles en abscisses, de les construire directement à partir d'une droite et d'un sommet fixe, et de porter sur le côté variable une longueur égale à la fonction : c'est le principe des *coordonnées polaires* (V. *Dictionnaire*, COORDONNÉE). Par exemple, le contour d'une excentrique est un véritable graphique qui indique, pour chaque position de la pièce tournante, la distance au centre de la came qui s'appuie sur l'excentrique.

Enfin, il convient de rattacher à la méthode des graphiques, les cartes de géographie où l'on recouvre les provinces ou départements de teintes plus ou moins foncées indiquant par leur valeur la population, le degré d'instruction, le chiffre des affaires commerciales ou industrielles, ou tel autre élément numérique correspondant à chacun d'eux. — M. F.

* **GRAPHOPHONE.** *T. de phys.* Sorte de phonographe perfectionné qui enregistre et reproduit

la parole avec plus de force que le phonographe ordinaire.

GRAVURE (à l'aide de la photographie). *Procédé de photogravure mécanique au burin, de M. M. Sartirana.* Ce procédé permet de traduire la photographie directe par des entailles plus ou moins larges, plus ou moins profondes, faites par un burin, dans une planche en métal. Les traits du burin ne s'entrecroisent jamais; les lignes, souvent équidistantes, sont seulement plus ou moins renflées, suivant les ombres et les clairs.

Le modèle est donc formé par l'incessante variation dans la largeur du trait.

Le principe de ce procédé repose sur l'emploi d'une machine à graver des lignes parallèles. Sur la règle transversale du plateau, sont posés à des distances calculées, un burin et un butoir, ou touche. Si l'on fait marcher la règle, le burin portant sur une planche de métal à graver, une raie, ou mieux, un trait uniforme, sera tracé tout le long de la course de la règle. Mais si, sous la touche se trouve une sorte de relief, le fléau, qui, sur la règle porte le burin, remontera ou descendra chaque fois que la touche rencontrera un relief ou une dépression, il en résultera que le burin taillé en forme de V entrera plus ou moins profondément dans le métal, et tracera par conséquent des traits plus ou moins larges. Ceci dit, il suffit que le butoir rencontre des reliefs et des creux dont l'ensemble représente les noirs et les clairs d'une image, ainsi que cela existe dans les lithophanies, pour que cette image soit gravée sur la planche, par des tailles plus ou moins larges.

Cette image, en relief ou en creux, peut être obtenue facilement par des procédés photographiques connus, et basés sur les propriétés de la gélatine bichromatée. Cette image obtenue, on la fixe sur la table de la machine à graver, et symétriquement, on place la planche de métal de manière à faire correspondre les mêmes parties de chaque planche sous chacun des burin et butoir, puis, on met la machine en mouvement.

Lorsque la règle a parcouru la longueur des plaques, et que le burin a tracé sa série d'entailles équidistantes, mais de largeur variable, la planche est gravée; suivant que l'image photographique en relief est positive ou négative, la planche obtenue sera gravée pour l'impression typographique ou en creux.

Cependant un même relief, négatif ou positif, peut donner à volonté l'une ou l'autre gravure; il suffit de déplacer le burin tranchant qui, fixé entre la touche et le point de suspension du fléau, traduit les creux par des creux, tandis que si on le reporte sur le prolongement du fléau, au delà du point de suspension, à une distance égale à la première, il traduit les reliefs par des creux, et réciproquement, en vertu du mouvement de bascule qui renverse le travail.

On peut, grâce à ce procédé très rationnel, transformer dans les vingt-quatre heures un cliché photographique en une planche gravée, prête, après un léger polissage au charbon, à être mise sous presse. Ce procédé donne aux gravures un tout autre aspect que celui des gravures par morsure chimique.

Sa mise en pratique est peut-être plus longue à cause du temps nécessaire au développement de la gélatine bichromatée et à la dessiccation du relief; néanmoins, sauf dans des cas où il faut aller très vite, le procédé conduit encore assez rapidement à des résultats vraiment intéressants. — V. PHOTOGRAPHIE. — L. V.

* **GRÈCE.** Déjà, à la suite de l'Exposition de 1878, nous avons pu signaler le développement remarquable pris par la Grèce pendant les dix années précédentes, nous rappelions qu'elle avait une population de 1,600,000 habitants; que cent usines mues par la vapeur s'étaient installées, réunissant la force relativement considérable de 3,000 chevaux; dix-huit filatures possédaient 35,000 broches, le Pirée, qui, en 1867, n'avait qu'une population infime, contenait en 1878 plus de trente fabriques, qui lui apportaient une activité extraordinaire.

La population dépasse actuellement 2,100,000 habitants. La capitale, Athènes, a 85,000 habitants, et son port, le Pirée, 21,000. Les autres villes importantes sont: Patras 21,000 habitants, Corfou 16,500, Zante 17,000, Argos 10,000.

Le budget est fixé en recettes à 95 millions, en dépenses à 92, laissant donc un excédent d'environ 3 millions, malgré la lourde charge d'une dette tant extérieure qu'intérieure, de 400 millions en capital, de 37,739,000 francs en intérêts. L'armée exige aussi des sacrifices hors de proportion avec les ressources normales du pays: près de 20 millions. Il est vrai que la Grèce se maintient à ce point de vue sur un pied très supérieur avec l'idée de profiter à un moment donné du bouleversement toujours imminent dans la presqu'île des Balkans. et qui pourrait bien, étant donné les idées générales de l'Europe à ce sujet, se faire un jour à son avantage.

Le mouvement du commerce général a atteint, en 1887, 254 millions, dont 144 millions pour les importations; il n'était, en 1881, que de 188 millions et l'exportation avait passé, en six ans, de 76 millions à 102. Les chiffres de 1888 sont un peu moins favorables à cause de remaniements des conventions commerciales. L'agriculture, par suite de l'incurie où la domination turque a laissé la terre, de l'ignorance et de l'indolence des habitants, est dans une situation très peu prospère; aussi les céréales fournissent-elles le plus considérable article d'importation, pour près de 54 millions, et les animaux pour 13 millions. Les tissus et filés, malgré l'accroissement des fabriques, ont atteint encore 27 millions à l'importation, mais cette infériorité tend à s'atténuer. Viennent ensuite, avec le chiffre à peu près égal de 7 millions, les métaux, les denrées coloniales, les bois de construction; puis les machines pour 3,700,000 francs, les huiles et résines, les drogueries et couleurs, etc.

A l'exportation, figure en première ligne, un produit tout spécial qui est à peu près la seule richesse du pays, c'est le raisin de Corinthe, dont il est sorti, en 1887, 54,500,000 francs, sans compter plus de 7 millions d'autres fruits; viennent ensuite les divers minerais pour 17,500,000 francs; les vins pour 5 millions, le plomb pour 4,500,000 francs, l'huile d'olive pour 4 millions, les drogueries et couleurs pour 3,500,000 francs, le tabac, les peaux, etc.

L'importation des objets manufacturés se fait surtout par les navires de la Grande-Bretagne pour un total de 31 millions, la France venant ensuite avec environ 10 millions.

Les céréales proviennent surtout de la Russie pour 34 millions, de la Turquie et de l'Egypte, les animaux de la Hongrie. A l'exportation la Grande-Bretagne figure pour

42 millions; la France au second rang avec 22,500,000 francs, où les raisins de Corinthe constituent la plus grande part : 19,500,000 francs en 1887, en diminution très sensible d'ailleurs, et les vins pour 4 millions en 1888, en augmentation.

Le mouvement maritime entre la Grèce et l'étranger a atteint 12,700 navires, tant à voile qu'à vapeur, pour 4,725,000 tonneaux ; 604 kilomètres de chemin de fer seulement sont en exploitation.

En résumé, ce petit pays fait les efforts les plus dignes d'attention pour se relever de ses ruines, tant matérielles qu'intellectuelles ; si la paix lui permet de développer ses facultés, le moment est prochain où il se suffira à lui-même, fermant ainsi au commerce français un de ses débouchés. Déjà, en ce qui concerne notre commerce spécial, les bimbeloteries et boutons ont passé de 900,000 francs, en 1883, à 400,000 francs, en 1888 ; les chapeaux de 300,000 francs en 1882, à 100,000 en 1888 ; les outils de 1,700,000 francs en 1885, à 600,000 en 1888 ; la passementerie de laine de 2 millions en 1883, à 1 million en 1888 ; les vêtements de 11 millions en 1881, de 5 millions en 1886, à presque rien en 1887, à 300,000 francs en 1888 ; seuls les tissus de soie et les machines sont en augmentation insignifiante. Voilà des chiffres qui témoignent éloquemment de la situation très prospère de la Grèce.

La Grèce à l'Exposition de 1889. La Grèce a adhéré officiellement à l'Exposition universelle ; les chambres ont voté une subvention de 200,000 et le transport gratuit des produits jusqu'à Marseille; de plus, le comité d'organisation d'une exposition nationale qui venait d'avoir lieu à Athènes, comité composé de sommités commerciales du pays, a donné un complément de 100,000 francs, qui permit à ce petit Etat de faire bonne figure sur les 600 mètres qui lui avaient été accordés dans l'aile gauche du palais, entre Saint-Marin et l'Espagne. La façade extérieure de la section, ornée d'une copie de la belle statue de Minerve, par Drussis, était du plus pur style grec ancien. Sur l'un des panneaux, la Grèce ancienne était représentée par l'Acropole, sur l'autre, la Grèce moderne, par une vue des mines de Laurium, une des richesses du pays ; sur le fond, quatre noms de villes anciennes : Athènes, Corinthe, Sparte, Thèbes, et autant de noms nouveaux : Le Pyrée, Syracuse, Corfou et Patras ; de même pour les grandes batailles : les Thermopyles, Marathon, Platée, Salamine, d'une part ; et de l'autre : Souli, Missolonghi, Navarin, Ipsara. La porte donnant accès à l'intérieur, aux galeries de la section, était ornée des armes et d'un trophée de drapeaux nationaux.

L'ensemble de la section comprenait environ 300 installations, dont plusieurs collectives, pour environ mille exposants ; il dénotait dans ce pays, relativement neuf, un extraordinaire développement, que son bel envoi en 1878 faisait déjà prévoir, dans toutes les branches de l'industrie et du commerce. Des tableaux graphiques, tracés sur les murs, donnaient en chiffres, le résumé de tous les progrès réalisés pendant les dix dernières années ; en ce qui concerne l'instruction publique, notamment, les plus louables efforts ont été faits, et les résultats sont un gage de l'avenir. On compte actuellement dans ce pays 33 lycées, 300 écoles supérieures, 1,740 écoles primaires ; l'Université d'Athènes reçoit 2,500 étudiants, et diverses écoles spéciales ont des cours très suivis.

Passant ensuite aux produits exposés, nous rappellerons tout d'abord les divers ornements de la section : tissus brodés par les femmes d'Athènes et de Corinthe, où la soie marie ses plus riches couleurs et ses dessins les plus délicats, tapis tissés à la main, modèles de brillants costumes ; un paysan de Patras, un berger de Naxos, des femmes de la campagne d'Athènes, un groupe d'insulaires de Corfou, couverts des plus beaux atours du pays, un couple de Mégara, des femmes de Thessalie, un joli costume de l'Eubée.

Dans le groupe agricole, ce qui frappait surtout, c'était les vins, tous portant des noms ronflants, et dont les Grecs se montrent très fiers. Le célèbre clos de Marathon qui appartient à M. Paul Giouzez, avait les honneurs de ce coin, et à côté de lui les crus de Deulle et de Patras, celui-ci à la société Achaïa ; puis des spécimens de belles céréales, de tabac et des grandes productions du pays : les raisins de Corinthe, l'huile d'olive, le miel du mont Hymette, envoyés par MM. Messineri, Travelas, Cheratis, Palidès frères, Paschalidès Troai, Marerijaum, Stambouglo, Argyropoulo.

Les minerais et les marbres sont plus remarquables encore ; la commission olympique de l'exposition nationale avait choisi soixante-douze échantillons de marbres de toute beauté, dont l'un rouge, veiné de bleu et de noir, provenant de l'île de Chio, était unique, et beaucoup d'une grande rareté, tels les marbres verts semblables à ceux des colonnes de Sainte-Sophie à Constantinople ; tous ces marbres avaient été achetés à l'avance par un amateur anglais ; non loin on pouvait admirer un beau bloc de sulfure d'argent et de plomb, et l'exposition spéciale des mines de Laurium, exploitées par une compagnie française qui emploie 2,500 ouvriers. Les travaux de cette société sont d'un grand profit pour le pays ; en douze années elle a expédié 570,000 tonnes de métaux bruts, fer, plomb, cuivre, zinc et manganèse et c'est en grande partie à son action qu'on doit le développement industriel de la Grèce.

Cette industrie locale nous avait envoyé des spécimens fort intéressants de son activité. C'était des pâtes alimentaires, des gazes, dentelles et fichus, des tissus de coton, la chapellerie, la papeterie, les chaussures, les livres, les reliures qui ne laissent rien à désirer sous le rapport des formes et de la fabrication, il nous a paru qu'il y avait là un débouché assez important qui se ferme pour le commerce des nations occidentales. On a trouvé même dans ce groupe des instruments de musique excellents, quand bien des pays plus grands n'auraient pu en exposer de satisfaisants.

Des photographies de MM. Romaïdès et Moraïtès, représentant des vues, des monuments ou des morceaux de sculpture complétaient ce très remarquable ensemble et permettaient d'avoir une idée de tant de richesses naturelles et artistiques qui sont encore trop peu connues.

On n'a pas été peu surpris de trouver dans les salles spéciales des beaux-arts une section grecque véritablement intéressante, dénotant un réveil des sentiments de l'art ; réveil timide encore, à la vérité, mais plein de promesses. M. Théodore Ralli, qui habite Paris, méritait surtout l'attention pour ses petits tableaux de genre, joliment peints et composés avec intelligence ; ses scènes empruntées aux monastères du mont Athos, sont particulièrement remarquables. A côté de lui, M. E. Gillieron, un paysagiste qui ne manque pas de valeur ; M. Nicolas Xydias, un bon peintre de portraits ; A. Bramzos, N. Lytras. Dans la sculpture, nous avons noté MM. Bounanos, Lazare Sochos, G. Vroutos, Vitsaris et plusieurs noms de femmes ; l'émancipation a donc atteint aussi ces pays d'Orient ? C'est peut-être dommage ! — C. DE M.

GRÈVES. Le *Dictionnaire* a publié, avec une étude sur les grèves, l'historique des plus importantes, parmi celles qui ont éclaté en France et à l'étranger, jusqu'en 1884. Dans ce travail, auquel nous renvoyons nos lecteurs, la question a été examinée au point de vue économique et social. Laissant de côté la partie doctrinale, nous nous contenterons de compléter ici les renseignements statistiques déjà fournis. Nous trouverons, pour le faire, d'intéressantes et utiles indications dans

le dernier annuaire statistique, publié par le Ministère du commerce.

Les chiffres qui y figurent portent sur la période qui s'est écoulée de 1874 à 1887, l'année 1881 exceptée. Nous les compléterons, en ce qui concerne les années 1888 et 1889, par des renseignements particuliers.

— De 1874 à 1887 il y a eu en France 1,073 grèves ainsi réparties :

1874.	21 grèves.	1882.	182 grèves.
1875.	27 —	1883.	144 —
1876.	50 —	1884.	90 —
1877.	30 —	1885.	108 —
1878.	34 —	1886.	161 —
1879.	53 —	1887.	108 —
1880.	65 —		

En 1888, le nombre des grèves s'est élevé à 110, et, en 1889, il a atteint 321.

Ces chiffres sembleraient indiquer que les grèves suivent d'année en année une progression constante. Cela n'est peut-être pas absolument exact, car il faut tenir compte de ce fait que, depuis quelque temps, les pouvoirs publics suivent avec plus d'attention les conflits qui éclatent entre le capital et le travail, et qu'un grand nombre de grèves de faible importance qui, autrefois, passaient inaperçues, sont maintenant relevées avec soin.

Les causes les plus fréquentes des grèves sont les demandes d'augmentation de salaires, les diminutions de salaires et divers griefs des ouvriers relatifs aux conditions du travail. A elles seules, ces trois causes ont donné lieu à près des quatre cinquièmes des grèves signalées. D'autres ont été motivées par la réduction des heures de travail, par l'obligation de travailler tous les jours sans interruption le dimanche, par le renvoi ou le maintien de directeurs, ingénieurs, contre-maîtres ou surveillants. La mauvaise qualité des matières premières, l'établissement de retenues pour assurances contre les accidents, ou en vue d'une caisse de retraites, l'opposition des patrons à la formation de syndicats ouvriers, l'introduction dans les ateliers, de femmes payées moins cher, d'apprentis et même l'emploi de machines perfectionnées, ont causé plusieurs grèves importantes.

Cette simple énumération des causes des grèves suffit pour démontrer que si, parfois, les revendications des ouvriers sont justifiées, ils méconnaissent, dans d'autres cas, leurs propres intérêts. Leur opposition à la création d'œuvres de prévoyance, en particulier, n'est-elle pas profondément regrettable?

— Il n'est pas moins intéressant d'examiner quelle a été la durée des grèves. Chaque jour de chômage se traduit, en effet, par une perte souvent importante pour le producteur et pour l'ouvrier. Sur 918 grèves, dont la durée exacte a été connue, de 1874 à 1887, 568 ont duré moins de 10 jours ; 167 ont duré de 10 à 19 jours ; 57 de 20 à 29 jours ; 66 de 30 à 49 jours ; 45 de 50 à 100 jours ; enfin, 15 grèves ont duré plus de 100 jours. En définitive, 62 0/0 des grèves ont eu une durée inférieure à 10 jours et 80 0/0 une durée inférieure à 20 jours ; plus de la moitié ont duré moins de 6 jours.

Dans quelles industries les grèves sont-elles les plus fréquentes. Pour la période de 1874 a 1887, voici comment elles se répartissent :

Industries textiles.	425 grèves,	soit	40 0/0
Industries minérales et métallurgiques.	207 —		19
Vêtement.	59 —		6
Cuirs et peaux	67 —		6
Bâtiment, ameublement	134 —		12
Terrassiers	23 —		2
Autres industries.	158 —		15

En 1888 et en 1889, la proportion reste à peu près la même :

	1888	1889
Industries textiles.	54	187
Industries minérales et métallurgiques.	19	33
Vêtement.	5	7
Cuirs et peaux.	5	23
Bâtiment et ameublement.	15	25

On voit que c'est l'industrie textile qui supporte le plus grand nombre de grèves. Sur le total des grèves de 1874 à 1887 elle entrait pour 40 0/0 : en 1888 et 1889 la proportion atteint 50 0/0.

Quels résultats obtiennent les grévistes? Les renseignements statistiques publiés sur la période de 1874 à 1887 prouvent que, le plus souvent, ces résultats sont loin d'être favorables aux ouvriers. Si, dans certains cas, les patrons font droit, en totalité ou en partie, à leurs réclamations, souvent, après avoir attendu quelque temps, au milieu de privations, les grévistes se décident à reprendre leur travail aux anciennes conditions, parfois même, à des conditions pires.

De 1874 à 1887, sur 998 grèves dont les résultats ont été connus exactement, 247, soit 25 0/0, ont eu une issue favorable aux ouvriers; 170, soit 17 0/0, ont abouti à des concessions mutuelles; enfin, 581 grèves, soit 58 0/0, ont eu un résultat complètement défavorable aux ouvriers, soit que ceux-ci aient été remplacés dans l'usine, soit que, poussés par la nécessité, ils soient rentrés à l'atelier, sans conditions.

En 1888 et en 1889, les grèves n'ont guère été plus favorables aux ouvriers, les proportions ont été les suivantes :

	1888	1889
Résultats favorables aux ouvriers .	20 0/0	22 0/0
Transactions.	22	22
Résultats négatifs.	58	56

Les conclusions de ces chiffres se tirent d'elles-mêmes. Nous avons examiné au mot ARBITRAGE, les efforts qui sont faits dans le monde du travail et au parlement pour mettre fin à ces conflits désastreux le plus souvent pour les ouvriers, et toujours nuisibles à la production nationale.

Pas plus que la France, les pays étrangers ne sont exempts de grèves. Les faits encore récents qui se sont passés en Belgique, dans les bassins de Charleroi et de Mons, en Allemagne, dans certains bassins houillers, à Londres, lors de la grève des ouvriers des docks, montrent que dans ces divers pays, les manifestations ouvrières prennent des proportions au moins aussi inquiétantes que celles qui se produisent en France, où les actes de violences dans les grèves, sont heureusement très rares. — L. B.

○ * **GRUE D'ALIMENTATION.** — V. ALIMENTATION D'EAU.

● * **GRUNER** (LOUIS-EMMANUEL). Ingénieur français, né à Bernè (Suisse) en 1809, mort à Paris en 1882. Sorti de l'Ecole polytechnique pour entrer dans le corps des mines, il y devint successivement ingénieur ordinaire, ingénieur en chef, professeur de minéralogie à l'Ecole des mines, inspecteur général, vice-président du Conseil général. Il était commandeur de la Légion d'honneur. Il a publié plusieurs ouvrages sur la géologie, la minéralogie, sur la métallurgie du fer, la fabrication de l'acier, des études sur les hauts fourneaux, un traité de métallurgie. Il fit ensuite une étude des terrains phosphatés de Bellegrade et découvrit que pour 1,500 hectares de ces terrains il y avait un poids de phosphate d'environ 8 millions de tonnes. L'exploitation de ce riche dépôt fut un fait important pour l'agriculture française; car l'emploi des phosphates est aujourd'hui la base des engrais artificiels. Son dernier ouvrage, la *Métallurgie du cuivre*, a été publié en 1884, dans l'Encyclopédie chimique (Frémy). C'est son fils, M. E. Gruner, qui a achevé le Mémoire d'après les notes de son père, enlevé à la suite d'une courte maladie. — C. D.

○ * **GUADELOUPE.** — V. COLONIES FRANÇAISES.

● * **GUATÉMALA.** *Etat de l'Amérique centrale.* Superficie 120,000 kilomètres carrés. Population 1,500,000 habitants environ, capitale Guatémala, 60,000 habitants. Ce petit pays est dans une situation agricole assez prospère, grâce à ses grandes plantations de café qui ont très bien réussi, mais des troubles politiques ont beaucoup nui jusqu'ici à son développement général; récemment encore, dans les projets d'union des cinq petits États de l'Amérique centrale, l'ambition du Guatémala a été la principale cause de la non réussite de cette confédération, qui pourtant eût permis à l'Amérique centrale de jouer un rôle dans la politique générale.

La République comprend dix-sept départements; son budget est de 6,400,000 francs; la plus forte partie des recettes est fournie par les douanes, et la grosse dépense est celle de la dette publique, dont les arrérages se montent à 2,800,000 francs pour 12 millions de capital.

Le commerce est actif, en progression très notable, surtout en ce qui concerne les exportations, le tableau suivant en fera apprécier les diverses phases pendant ces dernières années; il n'existe pas de statistique exacte plus récente :

	1884	1886	1887
Importation . . .	3.829.651	3.537.399	4.241.408
Exportation . . .	4.938.941	6.719.503	9.039.391

Les principaux articles d'exportation ont été le café en première ligne, pour 8,200,000 pesos; sucre, 300,000 pesos; peaux, 250,000 pesos; toile cirée, 130,000 pesos, argent monnayé, 100,000 pesos, le tabac et les cigares, les bananes, les substances médicales et tinctoriales, principalement la cochenille, le cacao, les laines, les bois. 438 navires sont entrés et sortis dans les ports de l'Etat. Les chemins de fer ont une longueur de 116 kilomètres.

Guatémala à l'Exposition de 1889.

Le châlet en bois, imité des habitations de campagne du pays et destiné à contenir certains produits de la République de Guatémala se dressait sur le côté du Champ de Mars longé par l'avenue de Suffren, c'était une jolie construction tout en bois vernis, de couleurs jaunes et rouges bien assorties, relevées de faïences vives qui donnaient un air de gaîté à l'ensemble. M. Gridant, un français, en était l'architecte. Une Commission dirigée par le président Barillas avait choisi les produits à envoyer à Paris, confiés aux soins de M. Crisanti Médina, commissaire général. Les Chambres avaient voté un crédit très suffisant de 250,000 francs.

On pouvait voir que le côté pittoresque et coquet avait séduit les organisateurs, partout des terrasses, des vérandahs; un joli salon de lecture, avec des journaux américains; çà et là, dans des coins pleins d'ombre et de fraîcheur, des hamacs pour les causeries, enfin, dans une aile qui semblait former une annexe du pavillon, on servait de l'excellent café et du délicieux chocolat, qui ont été l'un et l'autre, très appréciés du public, si bien que depuis cette époque, le café surtout de Guatémala, paraît être entré pour une part notable dans la consommation parisienne.

Les curiosités du pavillon guatémalien, outre les produits ordinaires de ces États américains : cacao, sucre, cire, caoutchouc, cochenille, et surtout les cafés, étaient la belle collection d'oiseaux et d'insectes du pays réunie, on devine au prix de quelles fatigues, par M. Boucart, un français; pour compléter ce tableau des productions vivantes du Guatémala, M. Mangouat avait peint sur un grand panorama les fauves sauvages du pays : tigres, serpents, chacals et tapirs. A signaler encore les bois, très beaux et d'espèces très rares, dont on avait fait des meubles spécimens exposés dans le salon du deuxième étage; des chaussures en cuir du pays, et les produits envoyés par le président Barillas, qui était aussi exposant, et dont, à ce double titre, le portrait se trouvait à la place d'honneur, au seuil des salons du deuxième étage.

● * **GUYANE.** — V. COLONIES FRANÇAISES.

H

HABITATIONS A BON MARCHÉ. Depuis le jour où la réunion d'un certain nombre de familles a constitué une agglomération d'habitants vivant en société, et que les nécessités d'un même travail ou d'une défense commune ont resserré cette agglomération sur un terrain limité, que l'augmentation de la population a divisé et utilisé de plus en plus, certaines règles d'hygiène ont dû se poser, et on les retrouve à l'origine de toutes les constitutions, pour rendre salubres ces habitations ainsi rapprochées, et aussi certaines données économiques ont dû intervenir pour rendre ces habitations d'un prix accessible, au moins comme location, à leurs occupants. La question des habitations salubres et à bon marché, car il ne peut être possible à notre époque de séparer ces deux données, une bonne hygiène et un prix de revient modéré, est donc un problème toujours posé depuis l'origine même des grands centres de civilisation, mais dont la solution est rendue chaque jour plus urgente par les développements, de plus en plus considérables, de la population industrielle, soit des villes, soit des centres manufacturiers ou miniers.

— L'antiquité et le moyen-âge, avec leurs différentes formes de servage, ne semblent pas avoir examiné sérieusement la question, quoique à des époques bien différentes et depuis plus de quatre mille ans, on trouve successivement et parfois simultanément deux types bien distincts d'habitations pouvant servir à la résoudre : la maison à étages multiples occupée par de nombreux locataires et la petite maison à usage de la seule famille qui l'occupait, souvent à titre de propriétaire. Ainsi, dans un récent voyage en Egypte, entrepris aux frais de la British Association, M. Flinders Petrie a découvert deux villes ouvrières, aujourd'hui ruinées, réservées autrefois à l'industrie exclusive des constructions et élevées entre la vallée du Nil et le Fayoum, sous les règnes d'Ousertésen II et de Thouthmès III (xxv^e^ et xvi^e^ siècles avant notre ère), villes comprenant seulement des maisons formées de briques, élevées de plusieurs étages et qui ont été habitées jusqu'à l'époque de Menepthah (fin du xiii^e^ siècle) par les prisonniers de guerre ou les esclaves, peut-être les Hébreux, employés à la construction des pyramides, des temples, des digues et de tous les grands travaux poursuivis pendant plusieurs siècles dans cette région. Dans l'ancienne Athènes, au contraire, les petites maisons ruinées, découvertes il y a près de quarante années par M. Emile Burnouf, derrière le Pnyx, dans le faubourg compris autrefois entre les deux longs murs conduisant aux ports, maisons composées pour la plupart de deux pièces, une à rez-de-chaussée et l'autre au premier étage, avec, de place en place, des citernes communes et de petits enclos réservés aux sépultures, répondent bien par leur exiguité et leurs dispositions au programme restreint de petites maisons de famille, mais n'impliquent aucune conception générale d'un plan d'ensemble. La Rome des derniers temps de la République pouvait, en revanche, montrer les deux types comme côte à côte ; car si nous connaissons, par les fragments du plan antique conservé au Capitole, les petites maisons, imitées des maisons étrusques, habitées et possédées par les premiers Romains ; nous savons, par les auteurs latins que, dans certains quartiers, les étages supérieurs de maisons élevées à une grande hauteur recevaient, comme locataires, les citoyens pauvres ; qu'il en était de même dans certaines grandes cités de l'Empire telles que Carthage, Constantinople, Alexandrie et que, de plus, dans les provinces extrêmes et les colonies, de grands travaux publics, exécutés par les légions, donnèrent lieu à l'établissement de camps permanents dont quelques-uns devinrent par la suite des villes importantes offrant l'un et l'autre type d'habitations. Mais c'est surtout en France, au xii^e^ siècle de notre ère, avec la maison romane en pierre du type dit *de Cluny* ou avec les nombreux types de maisons de bois érigées dans les provinces de l'Ouest, que l'on peut retrouver, dans cette habitation à usage d'une seule famille et occupée par l'artisan aisé ou le riche marchand, d'intéressants éléments de la solution d'une partie du problème actuel, celle de la petite maison de famille. Malheureusement la maison à étages multiples, construite dans les villes pendant les trois derniers siècles, fit peu avancer la réalisation du problème ; cette maison à location ne présenta réellement d'autre avantage social que de réserver, à Paris surtout, un ou deux de ses derniers étages à des employés ou à des ouvriers, ce qui amenait, il est vrai, par la communauté d'escalier et surtout par le sentiment de sociabilité inné dans le caractère français, des relations souvent profitables pour les locataires des der-

niers étages auxquels s'intéressaient plus volontiers les locataires aisés des étages inférieurs ; mais cet avantage n'existe plus guère aujourd'hui, même à Paris, que dans les quartiers du centre réservés à la vente sur place des objets qui s'y fabriquent, les familles riches émigrant volontiers dans les quartiers du Sud-Ouest en laissant ceux du Nord-Est entièrement livrés à l'industrie et aux classes laborieuses.

Après cet historique trop rapide des deux types principaux qui peuvent convenir à la réalisation d'habitations à bon marché, le type de la maison à étages multiples et le type de la maisonnette de famille, types qui peuvent être modifiés l'un par l'autre ou combinés ensemble, il faut rappeler que, depuis le commencement de ce siècle, dans les grands centres de population et à cause de l'accroissement considérable d'habitants qu'y faisaient affluer les développements incessants de l'industrie, l'état d'exiguité et d'insalubrité des logements des classes pauvres, ainsi que l'excès de mortalité qui fut partout constaté dans ces logements, forcèrent le philanthrope et le législateur à s'occuper, dans toutes les nations qui souffraient de ce fâcheux état de choses, des moyens d'y porter remède.

Cependant, à diverses époques, depuis la Renaissance, on s'était occupé, dans plusieurs pays de l'Europe, d'édifier de véritables cités ouvrières composées de l'un et de l'autre type, mais consacrées exclusivement à certaines catégories d'habitants : c'est ainsi que, d'après M. le baron de Royer de Dour (*Les Habitations ouvrières en Belgique*), vers la fin du XVIe siècle, le roi Christian IV de Danemarck avait fait construire, pour les matelots et les employés de la flotte danoise, de nombreuses maisons contenant des logements de deux à quatre pièces avec cuisine et à chacun desquels était affecté un petit jardin; qu'après le grand tremblement de terre qui détruisit une grande partie de Lisbonne, en 1755, le marquis de Pombal avait fait édifier, sur l'une des collines dominant cette ville, une grande cité ouvrière à l'usage des tisseurs de soie, cité dont une partie subsiste encore et est habitée par une soixantaine de ménages, et qu'enfin, depuis la fin du siècle dernier et avec une sorte de réveil de la tradition romaine, la ville de Naples a vu s'élever un *Albergo di poveri* (Auberge des pauvres), pouvant recevoir plus de deux mille personnes.

Dans tous les cas, ce furent des tentatives isolées, non suivies de lendemain et qui, quoique produisant d'excellents résultats dans des conditions et pour une population déterminées, n'eurent que peu ou point d'influence sur l'ensemble de la question: aussi le mal que nous signalions plus haut ne fit-il que croître en intensité et il y a bientôt soixante années, il fallut aviser un peu partout et sérieusement.

Naturellement des enquêtes ordonnées par les gouvernements et suivies de rapports de Commissions officielles furent les premières tentatives faites; mais enquêtes et rapports produisirent leurs effets et à la suite des remarquables travaux du docteur Villermé en France (1835), du professeur Huber en Prusse (1838), et de l'hygiéniste Edwin Chadwick en Angleterre (1842), un considérable mouvement d'opinion se décida dans ces nations, ainsi qu'en Belgique et dans les divers Etats de la Confédération germanique, pour tenter la création, d'abord de maisonnettes isolées ou groupées, élevées aux abords des établissements industriels en faveur des familles des ouvriers de ces établissements, puis, de maisons collectives à étages pour recevoir les ouvriers célibataires ou mariés des grandes villes. Ce sont les phases diverses de ces deux types d'habitations à bon marché qu'il est intéressant d'étudier, surtout en France et en Angleterre, pendant ces cinquante-cinq dernières années, depuis 1835 jusqu'à 1890.

I. *Maisons de famille.* C'est à la ville, alors française de Mulhouse, et à André Kœchlin, grand industriel et maire de cette ville, qu'appartient l'honneur d'avoir tenté, dans des conditions très restreintes mais certaines et que devait sanctionner l'avenir, la construction de petites habitations avec jardin formant au début trente-six logements, mises à la disposition des ouvriers de son établissement industriel, lesquels, d'abord locataires au prix de 12 à 13 francs par mois, pouvaient espérer, grâce au paiement d'une annuité strictement calculée sur le prix de revient, devenir et sont devenus, en effet, propriétaires de leur habitation. Peu après, l'Ecosse et l'Angleterre entrèrent hardiment dans cette voie. Vers 1844, était construit à Deanstone-Works, près Stirling (Ecosse), un village ouvrier, fondé par M. James Smith, et formé de petites maisons bâties près de sa manufacture; puis, de semblables maisons étaient élevées à Birkenhead, sur la rive gauche de la Mersey, près Liverpool, maisons que l'on imita bientôt dans nombre de faubourgs des grandes villes industrielles anglaises et qui sont assez semblables à celles que l'on construit de nos jours, parfois alignées sur des rues de plusieurs centaines de mètres de longueur, aux abords de Londres et des principales villes du Royaume-Uni, ainsi que, mais avec moins de luxe, dans les districts industriels ou miniers du nord de la France et des contrées septentrionales de l'Europe.

Cependant, si certaines maisons du type anglais, non toujours destinées à des ouvriers ou à de petits employés, sont souvent des modèles d'agréable distribution, d'hygiène et de confortable bien entendu; c'est à Mulhouse qu'il faut plutôt remonter, pour étudier la réalisation pratique du type de la petite maison à l'usage de la famille de l'ouvrier et du petit employé.

En effet, quoique dans cette ville et dans nombre de cités de l'Alsace, de la France et de la Belgique, on n'ait obtenu que des résultats assez limités pour les besoins à satisfaire et que l'on ne puisse citer avec orgueil, comme dans les établissements de M. Krupp, à Essen, plus du quart de la population (18.000 personnes sur 66.000 environ), logé dans des maisons appartenant à la Société directrice des usines, il n'en est pas moins vrai que, à Mulhouse d'abord, en Alsace ensuite et, depuis, dans nombre de centres industriels de France, le problème de l'habitation salubre et à bon marché a été étudié et résolu à l'aide de la

petite maison de famille isolée ou groupée; de plus, il faut constater, dans les diverses solutions obtenues depuis cinquante années, une certaine variété due surtout à la nature des matériaux mais aussi, et c'est un élément intéressant du succès, aux habitudes et aux goûts des habitants.

La section XI de l'*Exposition du groupe de l'Economie sociale*, installée à l'Esplanade des Invalides lors de l'Exposition universelle internationale de Paris en 1889, et le *Congrès international des habitations à bon marché*, qui se tint pendant la durée de cette Exposition, ont donné occasion de réunir, soit à l'état de véritables reproductions, soit seulement à l'état de plans et de monographies, un certain nombre de types parmi lesquels nous citerons, pour la France : 1° les maisons groupées par deux de MM. Ménier frères à Noisiel (Seine-et-Marne); 2° la maison, la plus économique de toutes, élevée à Liliers (Pas-de-Calais), par M. Fanien; 3° les maisons groupées par deux de la Compagnie des mines d'Anzin; 4° les maisons ayant seulement un rez-de-chaussée, de l'impasse Boileau, à Paris, du Raincy (Seine), de Liancourt (Oise), de Bolbec et de Marseille; 5° les maisons avec étage de Mulhouse, du Havre, d'Orléans, de Reims, de l'imprimerie Mame, à Tours, de M. Naud, à Billancourt, de la Société Parïs-Auteuil, des mines de Blanzy, et enfin certains types mixtes créés par plusieurs grandes Compagnies de chemins de fer.

De ces types si divers, s'efforçant tous de rester dans un prix de revient relativement minime, s'élevant pour chaque maisonnette de famille (terrain compris) de 2,000 à 6,000 francs, suivant le prix du terrain, des matériaux, de la main-d'œuvre et suivant aussi l'importance et le groupement des habitations; un des derniers construits et celui qui a rallié peut-être le plus de suffrages pour tout l'ensemble économique de l'opération est le type fourni par les cent dix-sept maisons, divisées en deux groupes de soixante-dix-sept et de quarante maisons, élevées au Havre, rue de la cité Havraise et rue Desmaillières, par la Société havraise des cités ouvrières, type dont nous reproduisons (fig. 560 et 561) les plans de rez-de-chaussée et d'étage de deux maisons jointes.

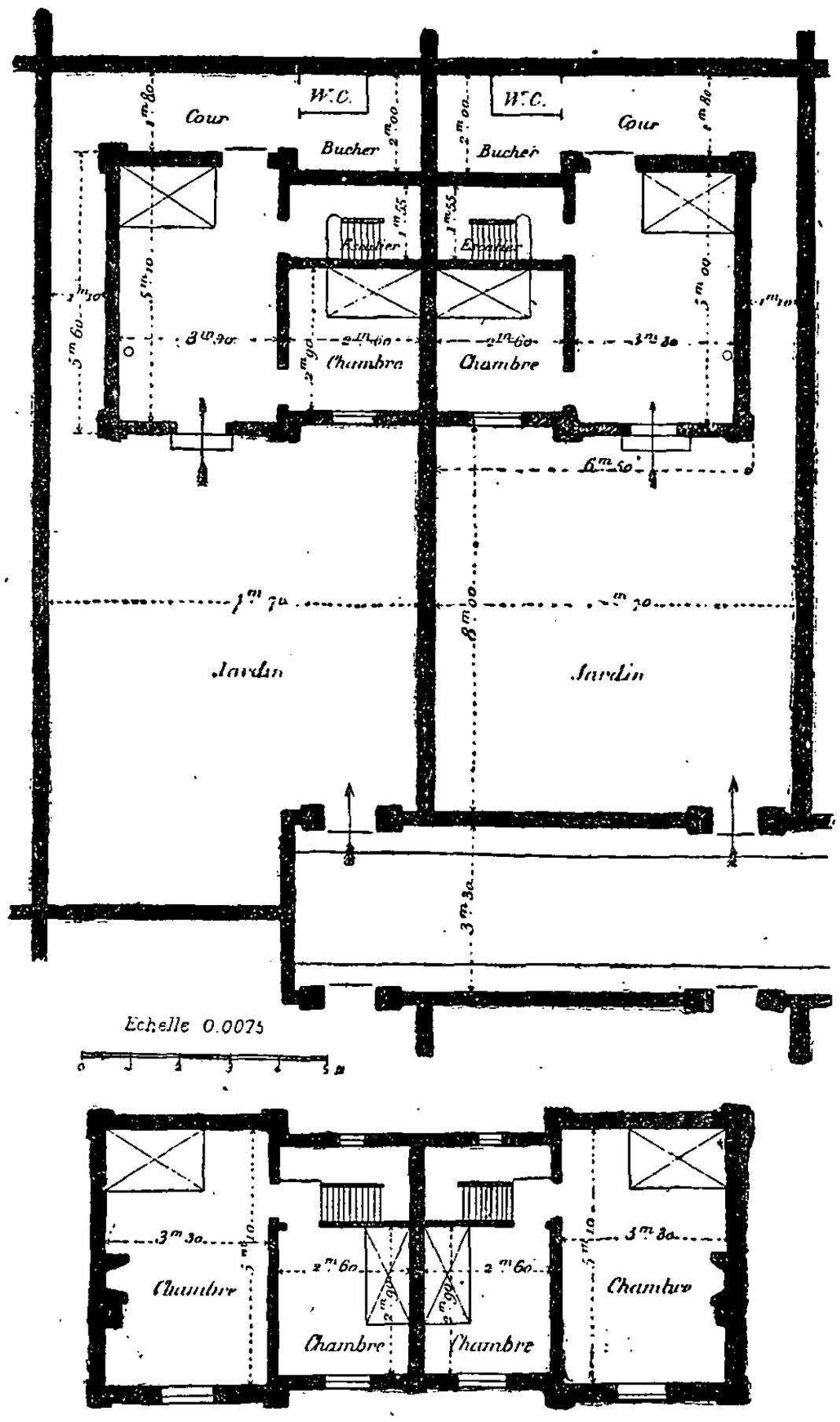


Fig. 560 et 561. — *Groupe de deux maisons de la Société havraise des cités ouvrières.*

Plan du rez-de-chaussée et plan de l'étage supérieur.

Le but de la Société havraise, qui est une société anonyme constituée en 1871, au capital de 200,000 francs divisés en 400 actions de 500 francs chacune, est de faciliter aux locataires des maisons qu'elle construit les moyens d'en devenir propriétaires. Pour cela, le loyer, amortissement compris, est calculé sur la base de 10 0/0 par an du prix de revient de chaque maison : aussi suffit-il de quatorze annuités environ pour effectuer la conversion du locataire en propriétaire. Il est vrai que celui-ci verse, en entrant dans la maison qui doit devenir sienne un jour, une somme variant de 300 à 500 francs comme garantie et que, sous certaines conditions d'intérêt, il peut, en plus du loyer qu'il paie mensuellement, faire des versements anticipés d'une somme de 50 francs et au-delà. La Société a dépensé jusqu'à présent 550,000

francs en acquisition de terrains et en constructions, et n'a reçu d'autre subvention de la ville du Havre qu'une diminution de 25,000 francs pour frais de premier établissement. Il faut ajouter que la Société a donné le terrain nécessaire pour les rues de division intérieure de ses groupes, mais que la Ville a fait l'empierrement, les trottoirs et l'installation des conduites d'eau et de gaz de ces rues.

Chaque maison occupe une surface moyenne d'environ 135 mètres, dont 35 mètres de construction et 100 mètres environ pour les jardins, isolement, clôture, cour et bûcher avec water-closet. Comme on le voit par les plans, chaque maison renferme quatre chambres, deux grandes et deux petites, et l'aspect des groupes de maisons est des plus engageants; en outre, la maçonnerie de briques et l'ensemble de la construction, convenablement établis, présagent peu de réparations d'entretien, lesquelles sont toujours si coûteuses et à la charge de l'occupant. En résumé, le prix de revient d'une maison de 5,000 à 6,000 francs, peut s'établir ainsi :

Construction de la maison.	3.050 fr.
Dépendances et murs de clôture.	650
Cave (toutes n'en ont pas)	700
Terrain (150 mètres environ) à 5 fr. . .	750
Ensemble.	5.150

auxquels 5,150 francs il faut ajouter de 10 à 15 0/0 de ce prix, ce qui fait 5,700 à 6,000 francs pour les maisons construites le plus récemment et qui ont une surépaisseur de murs ainsi que des trottoirs avec gargouilles pour l'écoulement des eaux pluviales et quelquefois un jardin plus grand de quelques mètres.

Détail à noter : les actionnaires ne doivent jamais recevoir un intérêt supérieur à 4 0/0 l'an; mais cet intérêt a toujours été régulièrement servi depuis dix-huit années, ce qui montre que la Société a pu faire face à ses frais généraux avec la différence d'intérêt produite par la location avec annuité de ses immeubles; de plus elle a aujourd'hui un commencement de fonds de réserve en attendant de nouvelles opérations à entreprendre et, grande amélioration qu'on ne peut nier, les locataires devenus propriétaires ou en cours de devenir propriétaires des cent dix-sept maisons de la Société, ont laissé libres cent dix-sept des meilleurs logements d'ouvriers de la ville du Havre et ainsi a pu s'améliorer la situation de cent dix-sept autres ménages havrais.

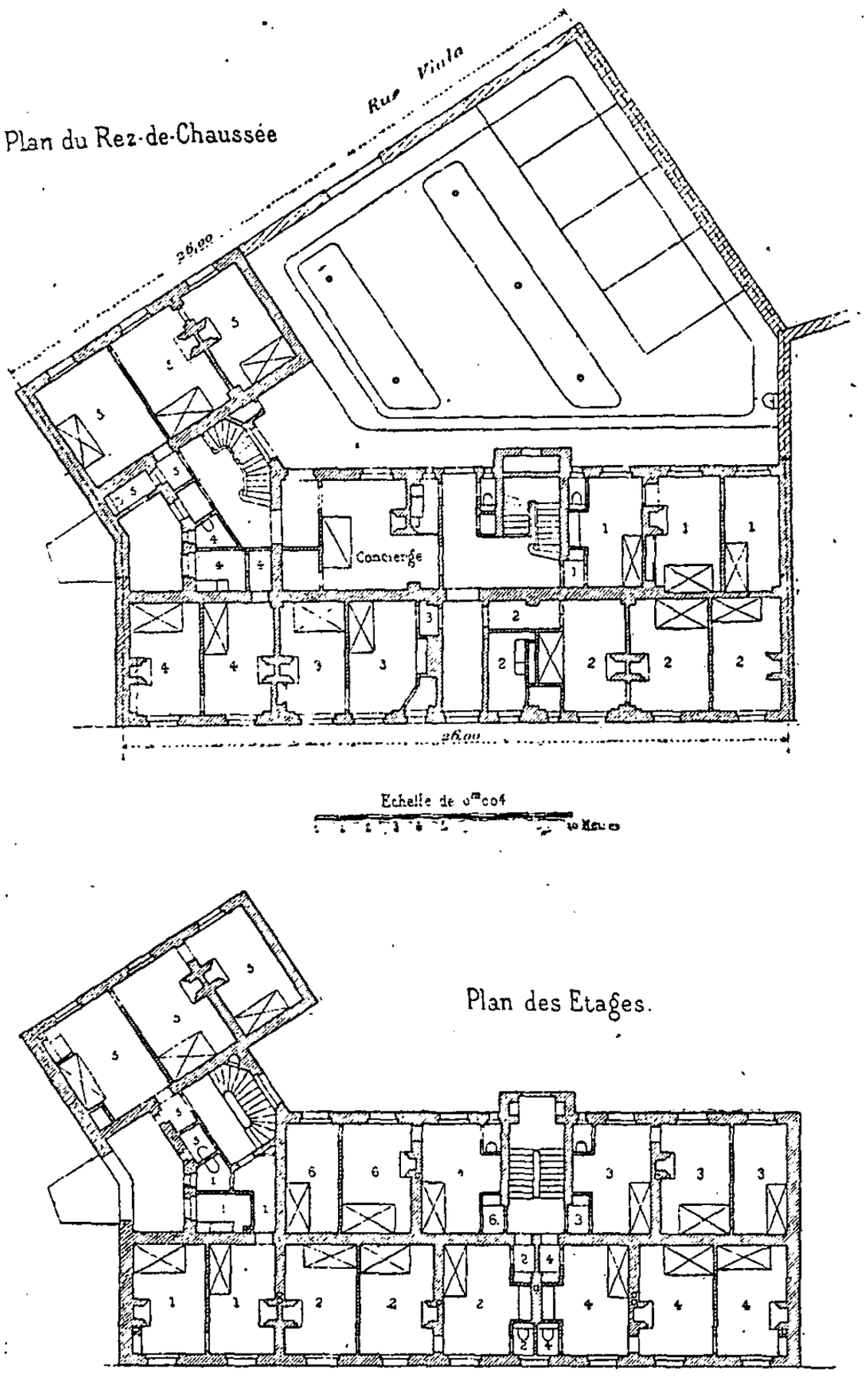


Fig. 562 et 563. — *Habitations économiques de la Société philanthropique de Paris (boulevard de Grenelle).*

Tel se présente aujourd'hui et considéré dans son ensemble un des résultats les plus probants de l'œuvre économique que l'on peut tenter, suivant les circonstances, pour l'amélioration des logements à bon marché, résultat qui montre bien qu'il n'y a pas à désespérer du succès, même dans le cas de la maison presque isolée et affectée à une seule famille, ce qui est la plus hygiénique et la plus désirable de toutes les solutions, mais aussi de toutes la plus dispendieuse.

II. Maisons à étages. On conçoit que, dans les grandes villes et surtout dans leurs quartiers in-

dustriels, il faut, à cause du prix trop élevé du terrain, non seulement renoncer au jardinet, mais encore aux maisons, même groupées, réservées à une seule famille. Il faut y accepter le type, de beaucoup plus économique, de la maison à étages; mais, là encore et surtout, certaines exigences sont à satisfaire et certaines promiscuités sont à éviter. Des escaliers spacieux, largement éclairés et en nombre suffisant, doivent desservir les logements qui, toujours approvisionnés d'eau potable, peuvent, suivant les quartiers et les ressources de la population à laquelle ils sont destinés, renfermer une petite entrée, toujours un water-closet bien aménagé, une salle commune à la fois cuisine et salle à manger ou une cuisine et salle à manger en communication directe, et une ou plusieurs chambres à coucher. En dehors de la voie publique sur laquelle s'ouvrent une partie des pièces ou des logements, les cours qui desservent les autres doivent être spacieuses, de façon à ne pas marchander le jour et l'air aux habitants et, autant que possible, la disposition des portes et fenêtres, tant sur la rue que sur la cour, doit permettre d'exercer, dans chaque logement, une ventilation directe et naturelle.



Fig. 564. — *Façade d'une habitation économique sur le boulevard de Grenelle.*

A part certains types isolés comme l'*Auberge des pauvres* de Naples et de vieilles maisons, mal distribuées et abandonnées, à Paris et dans d'autres capitales, au logement des classes peu aisées, maisons dans la construction desquelles on n'avait rien prévu de ce qui pouvait assurer l'hygiène et le confortable des habitants; c'est en Angleterre et à Londres, il y a près de quarante années, que fut fondée la première société pour l'amélioration du logement des classes ouvrières, la *Metropolitan Association for improving the industrious classes*, association qui, après de nombreuses difficultés pour se constituer, put enfin faire visiter au prince Albert, patron de l'œuvre, le 14 juillet 1848, la première maison, sorte de maison-caserne, réservée à un certain nombre de locataires soumis à des règlements spéciaux. Depuis cette époque, les sociétés de constructions spéciales se sont multipliées à Londres et en Angleterre et on peut, d'après M. Georges Picot (*Un Devoir social et les Logements d'ouvriers*), estimer à plus de 20.000 logements occupés par 100.000 habitants; les résultats obtenus seulement dans la capitale, par plusieurs sociétés, dont quelques-unes, comme celle relative à la *Donation Peabody*, doivent leur origine et leur développement à la philanthropie et dont d'autres, et elles sont également prospères, ont surtout pour but d'améliorer les logements existants. Résultat économique qui confirme l'excellence de l'administration de ces sociétés, quoique en Angleterre le taux de l'intérêt de l'argent soit moindre qu'en France, ces sociétés distribuent régulièrement un intérêt ou dividende annuel de 5 0/0 au capital engagé et les actions de quelques-unes d'entre elles ont dépassé le pair.

En France, l'essai le plus ancien semble dû au prince Louis-Napoléon qui, dès son arrivée à la présidence de la République, fondait à Paris la première maison, dite *cité ouvrière*, celle portant le n° 58 de la rue Rochechouart, grande maison, avec cour plantée, spécialement aménagée en vue des ouvriers célibataires. Mais la tentative réussit peu, les ouvriers craignirent une surveillance trop étroite et, après quelques autres essais plus ou moins déguisés, le gouvernement impérial, renonçant à toute initiative personnelle comme constructeur, se borna à favoriser, par des subventions, l'amélioration des logements ouvriers.

Depuis cette époque et surtout dans ces dernières années, la tentative a été reprise avec succès par l'initiative privée et, dans plusieurs villes, se sont formées des sociétés qui, dans des conditions d'emploi de matériaux et de prix de revient variables, avec quelques différences dans les distributions intérieures et l'aspect extérieur, ont réussi à élever des maisons à étages superposés, mais bien agencées et dans lesquelles les lois de l'hygiène et d'un certain confortable relatif sont de plus en plus observées. Parmi ces sociétés, il faut citer, à côté de celle si florissante fondée à Guise par

M. Godin, la Société anonyme immobilière des petits logements de Rouen, la Société des logements économiques de Lyon et la Société philanthropique de Paris. Cette dernière société, qui s'est attaquée au problème dans ce qu'il avait de plus ardu, a réussi à élever, à Paris même, rue Jeanne-d'Arc et boulevard de Grenelle, des maisons réservées aux ouvriers et aux petits employés et assurant un intérêt annuel de 4 0/0 net du capital engagé dans l'opération. Nous donnons (fig. 562 à 564) les plans du rez-de-chaussée et d'un étage ainsi que la façade de la maison élevée l'an dernier, boulevard de Grenelle, n° 65, sur les dessins de M. W. Chabrol, par la Société philanthropique de Paris. Considérant surtout le plan de l'étage, on remarque que chaque logement se compose d'une entrée, d'un cabinet d'aisances spécial et de trois pièces ou de deux pièces et d'une cuisine. La moyenne du prix du logement est de 316 francs, chiffre inférieur au prix de locations semblables établies dans de moindres conditions d'hygiène dans le quartier et encore ce chiffre, un peu élevé, tient-il au terrain dont une partie est réservée à une cour spacieuse, en bordure sur la rue Viala, et dont le prix atteint 92 francs le mètre.

Tel est aujourd'hui, bien sommairement résumé sous ses deux formes principales, *la maison de famille* et *la maison à étages*, l'état de cette question sociale par excellence des *habitations à bon marché en France*. On le voit, les tentatives faites depuis cinquante années ont abouti, pour l'une et l'autre des solutions, à en fixer les grandes lignes en indiquant les dispositions de plans et les données économiques qui peuvent servir de guides à tous ceux, individus ou sociétés, qui veulent, en dehors même de la philanthropie, travailler à l'amélioration du logement des ouvriers et des petits employés. Il reste à mentionner ici qu'une société, *la Société française des Habitations à bon marché*, aux bulletins de laquelle nous avons emprunté une partie des documents qui précèdent, Société qui s'est fondée à la suite du *Congrès international des habitations á bon marché* tenu à Paris en 1889, et qui s'est surtout recrutée parmi les adhérents de l'Exposition d'Economie sociale de 1889, s'est donnée pour mission « d'encourager, dans toute la France, la construction par les particuliers, les industriels ou les sociétés locales, de maisons salubres et à bon marché, et aussi l'amélioration des logements existants ». Quoique ayant à peine une année d'existence, cette Société, qui compte à sa tête MM. J. Siegfried, député; Georges Picot, Emile Cheysson, et le Dr Rochard, a déjà, pour répondre à son but, réuni dans ses archives, publié dans ses bulletins et communiqué aux intéressés, de nombreux documents tels que statuts de sociétés existantes et comptes-rendus de leurs travaux, modèles de plans et devis de constructions, formules de baux de location et de contrats d'acquisition par annuités, enfin elle a édicté deux concours, dont un spécial à la banlieue de Paris et l'autre à toute la France.

A la suite même du premier de ces concours demandant l'étude de logements de différents types et de petites maisons salubres avec cave et jardinet, à élever sur un terrain sis à Saint-Denis, s'est fondée, le 25 janvier 1891, la *Société des habitations économiques de Saint-Denis*, société au capital de 400,000 francs, divisé en 800 actions de 500 francs, et dont il peut être intéressant de transcrire l'article 2 des statuts, définissant ainsi l'objet de la société :

1° La construction, à Saint-Denis et dans son rayon, de maisons d'ouvriers ou employés, ayant chacune, autant que possible, une cour et un jardin à l'usage d'une seule famille, et en vue de permettre au locataire de devenir un jour propriétaire;

2° La construction de grandes maisons à plusieurs logements, ne donnant lieu qu'à de simples locations;

3° L'acquisition des terrains nécessaires aux constructions et à leurs dépendances, et à l'établissement, s'il est besoin, de rues, égouts, lavoirs et autres accessoires, qui pourront être reconnus utiles;

4° La location desdites maisons et dépendances à des prix modérés,

5° La vente successive des maisons de la première catégorie à toutes personnes et particulièrement à des contre-maitres, à des ouvriers et à des employés;

6° Et généralement toutes opérations et transactions, quoique non prévues, auxquelles lesdites constructions, acquisitions, locations et ventes pourront donner lieu.

La souscription des principaux industriels de Saint-Denis et d'Aubervilliers, parmi lesquels M. le sénateur Poirrier, qui composent le Conseil d'administration de la nouvelle société, en assure le succès et, après tout ce qui précède, on peut dire que ce n'est plus qu'une affaire de temps et surtout d'initiative de la part de toutes les bonnes volontés, pour voir réaliser en France, dans une mesure aussi large que possible, ce qui n'était, il y a cinquante années, que la tentative, parfois qualifiée de chimérique, de quelques bons esprits en avance sur leur époque; mais aujourd'hui, cette question des habitations à bon marché doit faire plus que jamais l'objet des préoccupations constantes de l'homme politique et du capitaliste, de l'architecte et de l'hygiéniste, et surtout des intéressés eux-mêmes : en effet, ces derniers aussi et leurs économies de chaque jour peuvent beaucoup pour la solution de ce problème, peut-être le premier de tous, au point de vue de l'affermissement de la paix sociale. — CH. L.

* **HAÏTI.** La République dominicaine est dans une situation économique assez prospère, il ne manque à ce pays, pour prendre son essor, qu'un peu plus de stabilité politique. La population totale atteignait, en 1887, 600,000 habitants. Port-aux-Princes, la capitale, en comptait environ 30,000.

Le budget avait été fixé en 1886 à 6,412,000 piastres (5 francs). Les plus fortes dépenses étaient exigées par la dette publique et par la guerre, car c'est un pays où les généraux, très nombreux, coûtent cher; les recettes sont fournies presque uniquement par les douanes. La dette s'élève à 13,500,000 piastres. Le commerce qui se fait surtout par le cap Haïtien et Port-aux-Princes, a atteint 17 millions de piastres en 1887, dont à l'exportation, 10 millions de piastres, balance très favorable à la production du pays. Les principaux articles ont été le café, 50 millions de livres, le bois de campêche, 227,000,000, le cacao, 3,630,000 livres, le coton, 225,500 livres, les peaux et les cuirs, le bois jaune, le gaïac, le miel, le coton, l'écaille, l'acajou, la cire, les os, les écorces

d'oranges, etc. Le mouvement de la navigation est d'environ 700 navires entrés et autant de sortis. Cap Haïtien est la principale escale pour les navires.

Haïti à l'Exposition de 1889. La République dominicaine a exposé officiellement; ce résultat et le succès réel remporté par ce petit pays, que nous avons vu alors pour la première fois, a été dû surtout à l'initiative de M. le baron d'Alméda, ministre à Paris et commissaire général. Le gouvernement, aidé de souscriptions particulières, avait fourni une subvention suffisante pour que le petit pavillon élevé sur les 200 mètres de concession ne laissât rien à désirer. Comme dans les expositions des autres républiques américaines, ce sont les productions agricoles qui occupent presque tout l'emplacement, café, cacao, sucre, tabac, les bois, très beaux, et quelques minerais; cependant, on pouvait voir aussi des produits manufacturés, bien qu'en petit nombre, qui témoignent d'un certain esprit d'initiative. A côté d'ailleurs des envois du pays, certaines maisons d'exportation de Paris et du Havre avaient garni des vitrines, et augmenté ainsi l'importance apparente de cette exposition spéciale à la petite République dominicaine.

• **HALAGE FUNICULAIRE.** Les dépenses considérables qu'ont entraînées les travaux d'amélioration du réseau navigable devaient conduire à l'étude des meilleurs moyens de l'exploiter, c'est-à-dire de faire circuler sur les canaux et les rivières canalisées le plus grand nombre possible de bateaux. Cette circulation dépend surtout de la durée des éclusages, durée d'après laquelle on doit régler la vitesse de locomotion des bateaux dans les biefs, puisqu'une vitesse exagérée ne ferait qu'amener l'encombrement près des écluses. Or, sur le temps consacré aux éclusages, on ne peut pas faire varier celui qui est nécessaire pour la manœuvre des portes et pour le remplissage ou la vidange des sas, que les dispositions prises par les constructeurs ont, en général, réduit au minimum ; ce n'est donc que celui qui est consacré à l'entrée et à la sortie des bateaux que l'on doit chercher à abréger. Ici encore il existe une limite pratique impossible à dépasser, de sorte qu'il ne reste pour arriver à la meilleure utilisation des écluses qu'à assurer la succession régulière des éclusages et à éviter les interruptions, c'est-à-dire qu'il convient d'assurer la locomotion des bateaux avec une vitesse et une régularité telles que l'écluse chôme le moins possible.

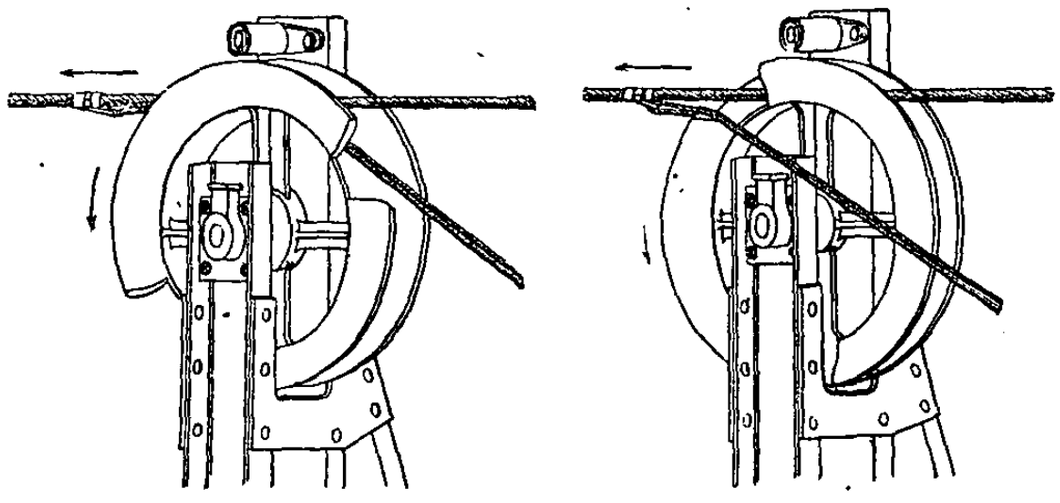


Fig. 565 et 566. — *Poulies de support du câble. Engagement et dégagement de l'amarre.*

Comme on l'a vu dans le *Dictionnaire*, les systèmes de locomotion les plus employés sont : le halage par des hommes ou des animaux; la propulsion ou la traction par machines à vapeur. La propulsion est avantageuse sur les rivières où la vitesse moyenne peut atteindre jusqu'à 12 kilomètres à l'heure ; elle ne l'est pas sur les canaux où la vitesse est limitée et s'abaisse souvent à 2 kilomètres au passage des ponts ou à la rencontre d'autres bateaux. La traction s'effectue par remorquage ou par touage. Le remorquage n'est employé que sur les rivières ; en 1887, sur 184 remorqueurs existant en France, 7 seulement fonctionnaient sur des canaux pour satisfaire à quelques cas particuliers. Le touage est également plus avantageux sur les rivières que sur les canaux où il n'est appliqué que dans des circonstances spéciales, passages étroits ou difficiles, biefs traversant des tunnels. Il implique la formation de convois qui ne trouvent facilement passage que dans les grandes écluses récentes des rivières canalisées, mais dont la décomposition et la recomposition font perdre du temps aux passages des écluses de canaux dont les dimensions sont forcément plus restreintes. Pour ces derniers, le principal système est le halage par chevaux (V. *Dictionnaire*, HALAGE). Or, l'expérience a démontré que l'industrie ne pourvoit que d'une manière insuffisante aux exigences du trafic.

Les prix de traction sont, en outre, extrêmement variables et sur quelques canaux dont le trafic approchait du maximum de capacité, l'administration s'est vue obligée d'organiser (1875) des services de traction dont l'exploitation est concédée périodiquement à des entrepreneurs par voie d'adjudication publique et dont l'emploi est rendu obligatoire pour les mariniers. Dans ces conditions, il devenait intéressant de rechercher s'il était possible de remplacer le halage par chevaux par un halage mécanique, remplissant mieux les conditions indiquées plus haut d'une bonne exploitation, tout en diminuant les frais de locomotion. Il était tout naturel de songer à faire entraîner les bateaux par un câble sans fin actionné par un moteur fixe et dont les deux brins, marchant le long des berges du canal dans un sens et dans l'autre, peuvent servir à la fois à la remonte et à la descente.

Ce problème avait déjà été étudié en 1862-1863 par MM. Troll et Mercier dont les brevets n'ont pas reçu d'application. D'autres essais, également infructueux, ont été exécutés en 1871 sur la Sambre canalisée, en 1882 sur le canal de la Meuse à l'Escault, et en 1883 sur le canal de Saint-Martin. Une tentative plus intéressante a été faite en 1884 sur le canal Saint-Quentin par M. Oriolle. Cet ingénieur établit son câble sur des poulies à gorge disposées pour osciller sur leurs supports de façon que la poulie se trouve toujours ramenée dans la direction de

l'effort et que le câble demeure au fond de la gorge. Un guide est fixé en avant de la poulie pour dégager l'amarre au moment de son passage. Ce système ne fonctionne pas bien lors des changements de direction, notamment au passage des angles concaves. L'attache des amarres se fait librement, en un point quelconque du câble, au moyen de menottes dans lesquelles le câble peut à la fois tourner et glisser. Cette menotte contient trois galets dont l'un, celui du milieu, peut être soulevé à l'aide d'un levier auquel est attachée une cordelle d'enclenchement. Le soulèvement de ce galet empêche le glissement du câble et provoque l'entraînement du bateau, qui redevient libre lorsqu'on laisse le galet retomber. Enfin un appareil spécial, à double tambour, installé sur chaque bateau, permet d'éviter les à-coups au moment du démarrage ou à la rencontre des obstacles. Ce système, encore à l'essai, n'a pas résolu pratiquement toutes les difficultés. Le glissement du câble dans les menottes peut provoquer son usure rapide; en outre, il n'assure pas l'espacement régulier des attaches, ce qui peut produire aux écluses les mêmes encombrements que le halage par chevaux.

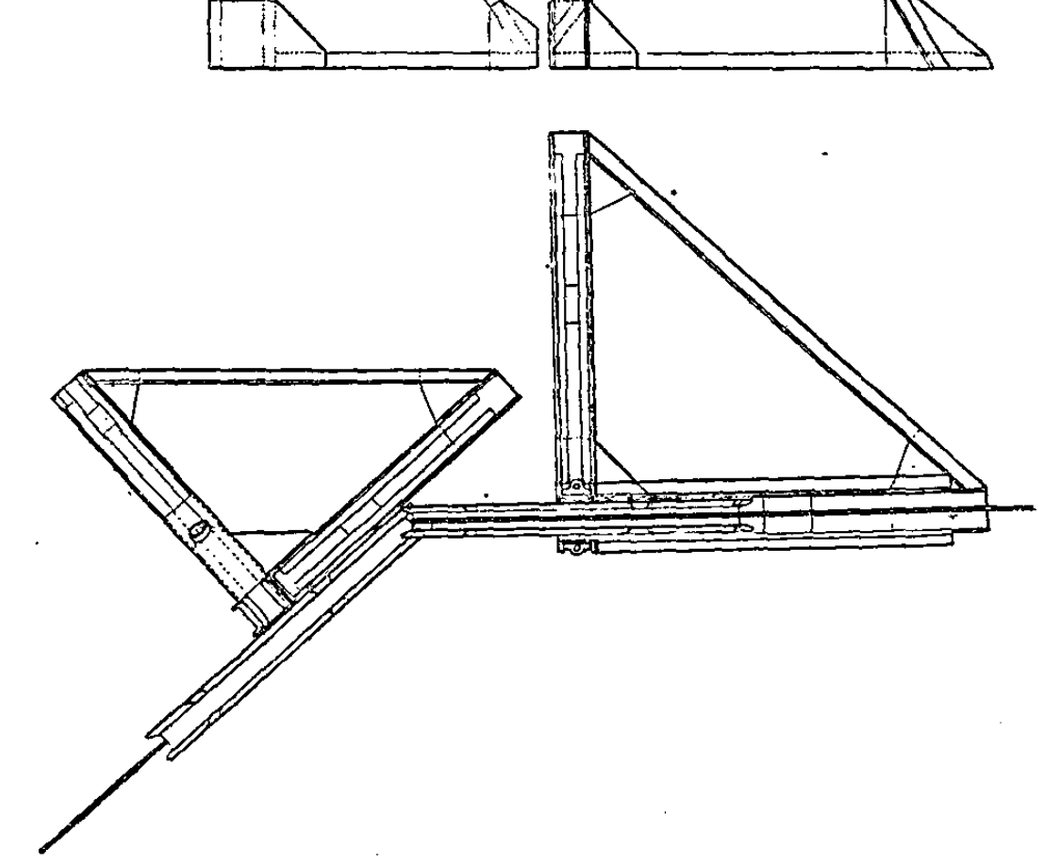


Fig. 567 et 568. — Elévation et plan d'une poulie double pour angle concave (dans l'élévation, la poulie inférieure est supposée rabattue dans le plan de la poulie supérieure).

La solution la plus complète est celle qui a été imaginée par M. Maurice Lévy, ingénieur en chef des ponts et chaussées, et qui est appliquée depuis 1888 sur toute l'étendue des canaux Saint-Maur et Saint-Maurice, soit environ 5 kilomètres.

Les principales difficultés d'un halage funiculaire consistent : à régulariser autant que possible le mouvement du câble ; à trouver un moyen certain permettant aux amarres de se dégager de la gorge des poulies sans entraîner le câble avec elles ; à empêcher ces mêmes amarres de s'enrouler autour du câble dont les mouvements de torsion sont inévitables ; à trouver un mode d'attache de l'amarre sur le câble facile à détacher à tout instant et sans quitter le bateau ; et enfin à empêcher les efforts brusques sur le câble et sur le bateau au moment du démarrage. Pour réaliser la première de ces conditions, on a donné au câble un poids assez considérable (environ 3 kilogrammes par mètre) et on l'a très fortement tendu, en tenant compte de sa longueur, de son poids ainsi que de la vitesse et du nombre des bateaux qu'il doit entraîner. Pour la seconde condition, on a pratiqué dans la joue de la gorge des poulies, du côté de l'eau, deux crans limités par des développantes de cercle, qui règnent sur toute la hauteur de la joue. L'amarre reste engagée avec le câble jusqu'à ce qu'elle soit atteinte par le premier cran qui la suit. Alors, grâce à l'obliquité de la traction, elle descend par le mouvement de rotation de la poulie le long de l'une des développantes limitant le cercle, puis remonte le long de l'autre et s'échappe. Les poulies de support sont verticales et ont 0,60 de diamètre au fond de la gorge et 0,80 au pourtour des joues. Elles sont surmontées d'une petite roulette qui empêche le câble de s'échapper (fig. 565 et 566).

Le passage des angles de rive convexes s'effectue sans difficulté au moyen d'une poulie horizontale ou plutôt légèrement inclinée, suivant les inclinaisons naturelles des deux brins du câble. Pour les courbes de 200 à 300 mètres de rayon, ces poulies ont $1^m,40$ de diamètre à fond de gorge; pour les rayons plus faibles, elles ont $1^m,20$; les gorges ont 10 centimètres de profondeur. Ces poulies n'ont pas de crans ; le câble les contourne du côté de l'eau de sorte que l'amarre s'échappe d'elle-même et la grande tension du câble l'empêche d'être arraché par la traction du bateau. Le

passage des angles concaves a présenté plus de difficultés parce que le câble contourne la poulie du côté de terre. Pour les courbes de faible rayon ou plus généralement pour les changements brusques de direction, comme à l'entrée des tunnels, on emploie deux poulies verticales ayant à fond de gorge une tangente verticale commune; l'une des poulies se trouve dans le plan du brin d'arrivée, l'autre dans celui du brin de départ. Le câble s'enroule sur la plus élevée, descend verticalement suivant la tangente commune, puis s'enroule sur la seconde. Ces poulies sont munies de crans en nombre proportionnel à leur diamètre, qui ne peut descendre au-dessous de 2 mètres afin que le câble ne soit pas fatigué par les flexions consécutives et à angle droit auxquelles il est soumis (fig. 567 et 568). Comme cette disposition est assez coûteuse, on se contente pour les déviations usuelles d'une grande poulie inclinée, de 1m,40 à 2 mètres de diamètre, suivant les cas, munie sur la joue supérieure de crans d'échappement avec une forte saillie intermédiaire (fig. 569).

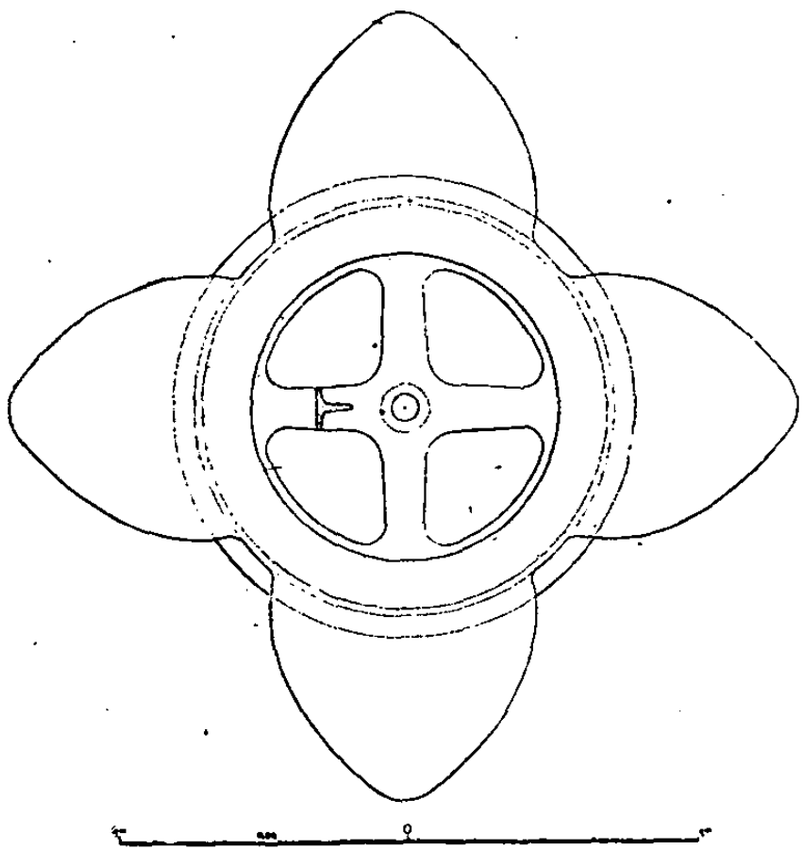


Fig. 569. — *Poulie simple des angles concaves*

Pour éviter l'enroulement des amarres, on a placé sur le câble, aux points d'amarrage répartis à égale distance, une bague fixe autour de laquelle tourne une bague mobile ; celle-ci porte deux petits tourillons sur lesquels pivote une manille en forme d'U (fig. 570). C'est à cette manille que l'amarre s'attache au moyen d'un petit appareil spécial de déclenchement, qui permet de la détacher à tout instant. L'appareil de déclenchement se compose d'un cylindre creux *cc* (fig. 571 et 572) dans lequel se meut un petit piston G dont la tige *pq* traverse le fond du cylindre. Un écrou à œil est vissé et goupillé sur l'extrémité de cette tige; un ressort-spirale, enroulé autour d'elle, s'appuie par une extrémité sur le fond du cylindre et par l'autre sur le piston qu'il ramène en arrière et force de sortir à moitié hors du cylindre. Cette partie saillante du piston est creusée d'une petite cavité cylindrique. Le cylindre est placé au milieu d'un cadre avec lequel il fait corps ; entre les branches de ce cadre se trouve un T mobile autour d'un axe D et dont la tige est ajustée pour pénétrer dans la cavité du piston G où la pression du ressort le maintient emprisonné; ce cadre est terminé par deux anneaux dont l'un, P, reçoit la corde d'amarre et l'autre, Q, une petite corde de 8 à 10 millimètres de diamètre que l'on nomme le *trait* ; l'autre bout du trait est muni d'un œil. Une troisième cordelle, dite *de déclenchement*, est fixée dans l'œil de l'écrou qui termine la tige *pq* du piston. Lorsque l'on tire sur cette cordelle, le piston recule en comprimant le ressort, et la tige D devient libre, c'est-à-dire qu'elle peut tourner autour de son axe.

Fig. 570. — *Bague et manille d'amarrage.*

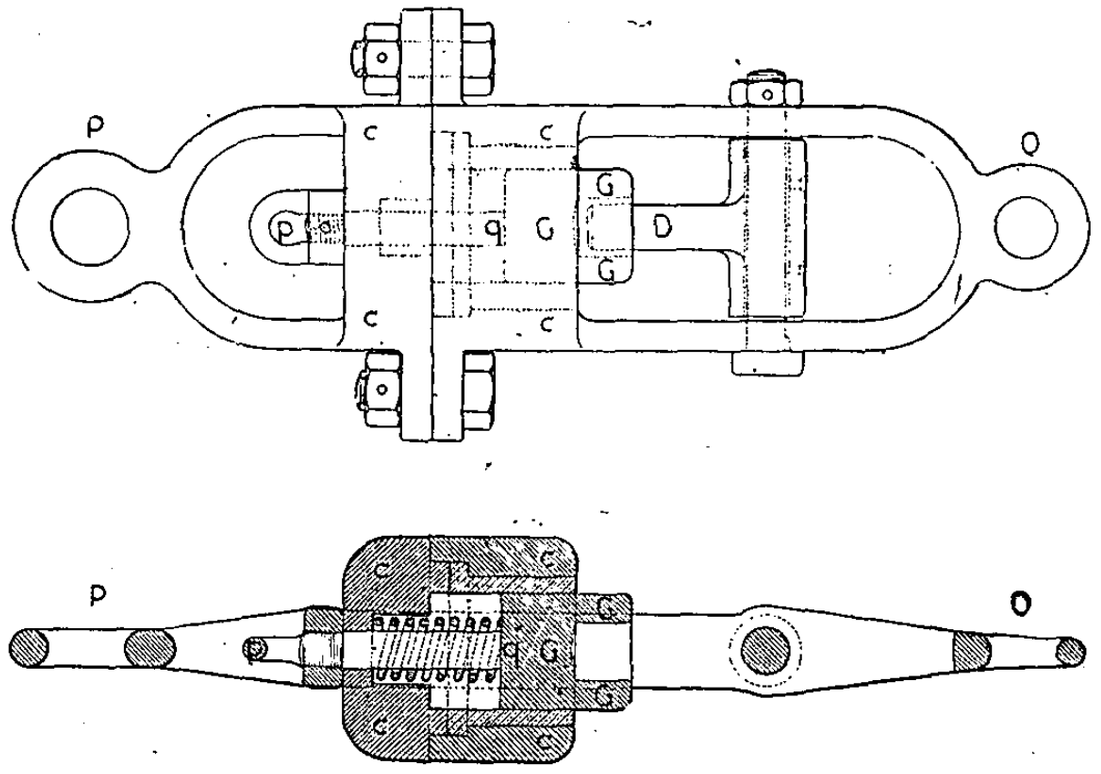


Fig. 571 et 572. — *Appareil de déclenchement. Elévation et coupe.*

Pour atteler un bateau l'appareil de déclenchement étant à terre, sur le chemin de halage, la tige D libre, un homme tient à la main le bout libre du trait et attend l'arrivée d'une manille, il y passe le trait dont il ramène ensuite l'œil dans la tige D, tire sur la cordelle pour ramener le piston en arrière et emprisonne cette même tige dans la cavité du piston, de sorte que l'attelage se trouve établi comme l'indique la figure 573. Ceci fait, il retourne au bateau qu'il a le temps de regagner avant que la corde de halage soit tendue et le démarrage opéré. La figure 574 montre le plan d'un bateau attelé en marche. Pour s'arrêter on fixe la

cordelle de déclenchement au bateau et on mollit un peu la corde d'amarre ; alors toute la traction se fait sur la cordelle, le ressort se comprime, la tige D se dégage du piston et tourne en laissant échapper le trait. Pour démarrer lentement, il suffit de lâcher de la corde sur une bitte ou mieux sur un treuil dont le levier de frein est disposé pour que le pilote n'ait qu'à appuyer le pied dessus pour serrer, sans quitter son gouvernail. Pour ralentir en route, on lâche de la corde que l'on reprend ensuite à l'aide du treuil. On peut ainsi rattraper immédiatement les ralentissements momentanés que peuvent exiger les rencontres d'autres bateaux ou les passages sous les ponts, de sorte que la marche est absolument régulière.

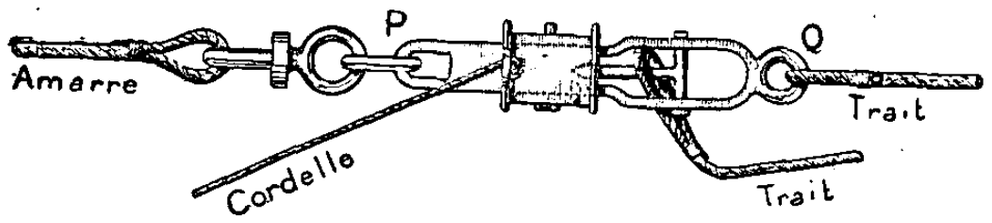


Fig. 573. — *Etablissement de l'attelage sur l'appareil de déclenchement.*

Dans une application étendue, les circuits peuvent sans difficulté occuper des longueurs de voie navigable de 15 à 18 kilomètres ; les deux machines de deux circuits consécutifs sont alors réunies dans le même bâtiment et sont espacées de 30 à 36 kilomètres ; cette disposition permet, en cas d'avarie à l'une des machines, de faire actionner par l'autre les deux circuits ; la vitesse des câbles serait un peu ralentie, mais le service ne serait pas arrêté.

Si l'on adopte la vitesse du hâlage par chevaux (0m,70 par seconde), il faut environ 2 chevaux-vapeur pour entraîner une grande péniche chargée à 350 tonnes et un cheval pour un bateau faiblement chargé ; à la vitesse de 1 mètre par seconde, il faudrait 4 chevaux 1/2 et 2 chevaux un quart.

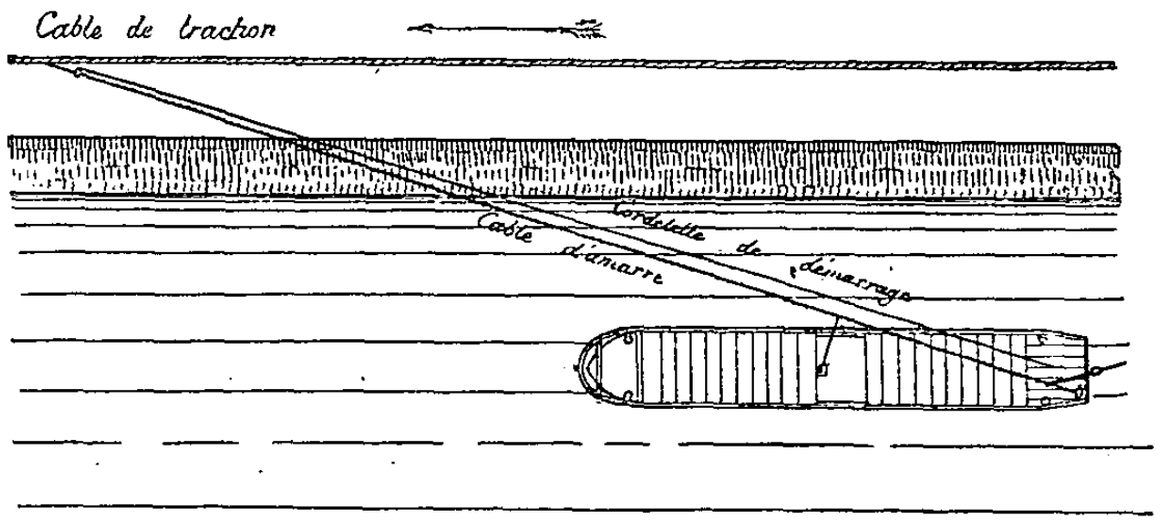


Fig. 574. — *Plan d'un bateau en marche.*

En ajoutant un demi-cheval par kilomètre de câble à vide, on arrive, pour un trafic de 1 million de tonnes marchant à 1 mètre par seconde, à deux machines de 45 à 50 chevaux tous les 30 kilomètres.

Dans ce cas, les frais d'établissement peuvent être évalués à 17 francs par mètre courant de voie et les frais d'exploitation, comprenant l'amortissement du capital, à 3 fr. 18. La dépense de traction est alors de 3 millimes par tonne et par kilomètre. Si le tonnage atteint 2 1/2 à 3 millions de tonnes, elle descend à 0 fr. 0012, soit une économie de plus de 50 0/0 sur les prix payés actuellement, sans compter celle qui serait réalisée sur le temps employé à effectuer le parcours. — J. B.ᵉ

* **HAWAÏ**. Les îles Hawaï ou Sandwich, situées dans le Pacifique, méritent une mention spéciale pour le développement qu'elles ont pris depuis peu d'années, au point de vue économique, et pour le court espace de temps que ses habitants ont mis à passer de l'état presque sauvage à une civilisation relativement avancée.

Ces îles, d'origine volcanique, sont très fertiles ; on y cultive avec succès le riz, le café, malgré une maladie parasitaire qui a détruit beaucoup de plantations; la canne à sucre, l'arbre à pain, le manguier, et le *taro (arum esculentum)* dont les indigènes se nourrissent; c'est la substance la plus alimentaire qu'on connaisse; un mille carré de taro suffit à nourrir 15,000 personnes pendant un an! La population indigène, autrefois très importante, environ 400,000 individus, lors de la découverte de Cook, est tombée à 40,000, l'immigration des ouvriers chinois fournit un complément à peu près égal. L'instruction est très avancée dans tout l'Archipel, on ne saurait y trouver un enfant ne sachant pas lire, écrire et compter ; aucun état européen ne pourrait actuellement montrer un pareil état d'instruction. Le jury de l'Exposition a décerné au ministère hawaïen de l'instruction publique deux médailles d'or bien méritées.

Le budget de l'État s'élève à environ 24 millions, et présente un excédent de recettes d'environ 500,000 francs. La dette comprend près de 50 millions de francs. Le commerce est très important eu égard à la population, et au peu d'étendue des îles Hawaï. Voici les chiffres, en dollars (voir le tableau p. 933).

La presque totalité de ce mouvement se fait par le port d'Honolulu, et à destination des Etats-Unis, surtout pour les exportations.

Les principaux articles d'exportation étaient en 1887: le sucre, le riz, les bananes, les peaux de bœuf, de veau et de chèvre, et les laines, celles-ci, dans une proportion d'ailleurs restreinte. 51 kilomètres de chemins de fer sont en exploitation.

Hawaï à l'Exposition de 1889. Le royaume d'Hawaï a été officiellement représenté, une subvention de 20,000 francs et des souscriptions privées ont permis de construire, sur les dessins de M. Bou, architecte, un joli pavillon en bois découpé, entouré d'une vérandah soutenue par des colonnettes légères ; le tout peint en rouge et bleu, et d'un fort joli effet. Cinquante exposants avaient envoyé surtout des produits agricoles, du café, du sucre, de la farine de leur fameux *taro*, du tabac, du riz, puis différents échantillons de laves, des nattes, des spécimens intéressants de ramie. L'exposition royale nous a montré des manteaux très curieux et très anciens, dont une sorte de pèlerine en plumes jaune vif, provenant d'une espèce d'oiseau très rare, et dont chaque individu ne possède que deux de ces plumes ; ce

Années	Importation	Exportation	
		totale	de produits indigènes
1887	4.944.080	9.529.000	9.435.000
1886	4.878.000	10.457.000	10.340.000
1885	3.831.000	9.069.000	8.959.000
1862	998.000	838.000	587.000

Entrés.

Années	Navires marchands		Baleiniers
	Nombre	Tonneaux	
1887	254	210.703	23
1886	310	222.372	20
1885	253	190.138	26
1882	113	48.687	73

manteau, paraît-il, représente les efforts de onze générations de chasseurs ; on pouvait voir là aussi une grande armoire en bois précieux du pays, modèle de meubles qui sont là l'objet d'un commerce assez actif. Sur les murs intérieurs du pavillon, on avait exposé des tableaux représentant la capitale, Honolulu, divers paysages hawaïens, très pittoresques, et les portraits du roi et de la reine ; sur une table, les nombreux hawaïens, officiels, gouvernementaux et de l'opposition, des photographies des principales maisons, qui paraissent très spacieuses et très confortables. N'oublions pas que les îles Hawaï ont partout, non seulement les chemins de fer et les tramways, mais la lumière électrique et le téléphone, à un bon marché qui renverse toutes nos idées européennes. Ce serait relativement un des pays les plus prospères du monde, sans une dépopulation réellement effrayante, dont l'immigration ne parvient pas à combler les vides.

● * **HEDOUIN** (Pierre-Edouard-Alexandre). Peintre et graveur, naquit en 1820, à Boulogne-sur-Mer et mourut à Paris, en 1889. Il s'est révélé comme décorateur par plusieurs peintures au foyer de la Comédie-Française ; comme graveur, il avait conquis une situation considérable ; on lui doit les belles illustrations du *Voyage de ma chambre*, des *Confessions de Jean-Jacques Rousseau*, celles d'une nouvelle édition de Molière.

En 1888, il a obtenu la médaille d'honneur au Salon.

● * **HÉLIOCHROMIE.** Ce mot sert à désigner un procédé d'obtention d'épreuves polychromes à l'aide de la photographie, il a été plus spécialement employé jusqu'ici pour indiquer les essais de reproduction directe des couleurs naturelles.

Cette expression fait double emploi avec photochromie dont le sens est le même sauf le mot φοτος lumière mis aux lieu et place de χελιος, soleil. Le Congrès international de photographie (à Paris 1889) a remplacé les mots *héliochromie* et *photochromie* par le mot *Photochromographie*. — V. Photochromie, Photochromographie.

● * **HIOLLE** (Ernest-Eugène). Sculpteur, né en 1834, est mort en 1886. C'était un artiste de grand talent et qui honore le statuaire français. On lui doit beaucoup d'œuvres remarquables. Parmi ses dernières, rappelons la statue du *Général Foy* au Havre ; celle de *La Fayette*, au Puy ; celle de *Nicolas Leblanc*, au Conservatoire des arts et métiers. Il était, à sa mort, professeur à l'Ecole des beaux-arts.

● * **HOLLANDE.** Le royaume de Hollande ou des Pays-Bas est situé entre la Belgique à l'ouest, l'Allemagne et la mer qui assure ses communications avec l'Angleterre, la Suède et le Danemark, devenus ainsi ses voisins, et en même temps avec les colonies qu'il a conquises de bonne heure ; ce pays était donc destiné à une extension avant tout commerciale, et cet avenir s'est entièrement réalisé ; les Hollandais ont été pendant plusieurs siècles les maîtres du commerce du Nord et de l'Inde, Amsterdam et Rotterdam sont les grands comptoirs et comme les entrepôts de toute l'Europe centrale et septentrionale. D'ailleurs, stimulé par la redoutable concurrence de Hambourg et d'Anvers, le gouvernement néerlandais a fait les plus louables sacrifices pour attirer dans ses ports le transit des produits germaniques. Amsterdam a été transformée. Le grand canal du Nord a été creusé pour donner accès aux bâtiments du plus fort tonnage, et une grande gare centrale au milieu du port sur l'Y, assure une grande facilité aux opérations de transbordement entre les navires, d'une part, et les chemins de fer de l'Etat, le chemin de fer hollandais et les lignes allemandes et rhénanes de l'autre. Ces efforts ont été couronnés de succès, et la Hollande est parvenue à se maintenir dans un état de prospérité encore digne d'envie, puisque le mouvement général du commerce est, pour environ dix fois moins d'habitants, équivalent à la moitié du commerce général de la France.

La superficie de la Hollande est de 3,300,000 hectares et la population en 1890 de 4,548,000 habitants, celle-ci était de 2,600,000 seulement en 1830, lors de la séparation des Pays-Bas, l'accroissement en soixante ans est donc très remarquable. Les villes les plus importantes sont : Amsterdam, 400,000 habitants ; Rotterdam, 200,000, et la capitale, Gravenhaye (La Haye), 156,000 ; il résulte de cette pléthore un mouvement d'émigration assez appréciable, 22,300 individus sont partis des ports néerlandais, principalement à destination de l'Amérique du Nord, et 10,000 environ, sur ce nombre, étaient certainement de nationalité hollandaise.

Le budget de la Hollande se solde ordinairement en déficit depuis une dizaine d'années. En 1888, par exemple, dernière statistique connue, les dépenses surpassaient les recettes d'environ 35 millions de francs. Cette situation résulte principalement des augmentations de besoins du service général et de la dette publique.

Le commerce du royaume des Pays-Bas est, comme nous l'avons dit, extrêmement important, il est à regretter que, faute d'initiative de la part de nos commerçants et industriels, notre pays ne tienne pas en Hollande le rang auquel il a droit, et pourtant nous avons la sympathie de la population davantage peut être que toute autre nation. La France est classée la neuvième pour le commerce spécial; viennent par ordre d'importance (en flor.).

	Importations	Exportations
Grande-Bretagne. . .	262.133.000	255.406.000
Zollverein.	295.318.000	396.768.000
Belgique.	157.960.000	137.589.000
Russie.	74.715.000	4.898.000
Etats-Unis.	66.973.000	45.756.000
Inde anglaise.	36.423.000	39.000
Villes hanséatiques. .	20.160.000	17.545.000
Pays d'Asie.	41.711.000	758.000
France.	17.975.000	10.311.000
Espagne.	10.894.000	7.766.000
Suède et Norwège. . .	4.875.000	10.364.000

Avec les possessions hollandaises d'Asie et d'Océanie, dont Java, à elle seule, a un commerce d'importations de 90 millions de florins, et d'exportations de 45 millions, le commerce total de la Hollande avec l'extérieur s'élève à 1,102 millions de florins aux importations, et 949 millions aux exportations.

Les principaux articles d'importations ont été : la houille au premier rang, dont la majeure partie provient d'Allemagne, malgré la proximité des riches bassins houillers de Belgique, puis les céréales, les métaux, les bois, les pierres, la contrée, presqu'entièrement d'alluvion, n'en produisant pas, les minerais, les tuiles, les poteries et porcelaines, les graines oléagineuses, le riz, la droguerie, le sucre, le café, etc.

A l'exportation, avec des chiffres bien moins importants, car le commerce s'étend sur un plus grand nombre d'articles, nous remarquons d'abord les céréales, la houille, à destination de Belgique, les métaux bruts, les minerais, les métaux ouvrés; les produits plus particuliers au pays atteignent à l'exportation : poissons, 51 millions; le beurre, 41 millions ; les fromages, 25 millions; les spiritueux dans lesquels figurent les liqueurs, 32 million. Les transports par voie fluviale représentent 40 0/0 du mouvement total. La marine hollandaise est en effet bien déchue de son ancienne splendeur, et ses ports voient surtout des pavillons étrangers, fournissant un transit assez important, malgré le voisinage de Hambourg et d'Anvers. Le mouvement de la navigation a été, en 1887, de 2,060 navires à voiles chargés à l'entrée, 1481 à la sortie, dont 6 à 700 hollandais, et 6,029 vapeurs entrés, 4,232 sortis, dont 1,500 à 1,600 hollandais. La marine marchande du royaume s'élevait en 1888, à 621 navires, jaugeant 725,000 mètres cubes. 2,627 kilomètres de chemins de fer étaient en exploitation en 1890.

Il paraîtra intéressant, en ce qui concerne les relations de la Hollande avec la France, de donner quelques renseignements statistiques sur notre commerce général.

La période la plus favorable est celle de 1879 à 1883, les importations se sont abaissées depuis de 42 millions de francs en 1879, à 34,900,000 en 1889; les exportations 45,800,000 en 1881, à 30 millions en 1888. La Hollande nous envoie 4,193,000 kilogrammes de fromages pour 6,289,000 francs, du café pour 2,100,000 francs, des peaux brutes pour 2,108,000 francs, des chevaux pour 2 millions passés; notons encore du beurre, du riz, du lin et de la bière ; on le voit, les colonies tiennent un rôle important dans ces importations par leurs produits exotiques ; d'autre part, la Hollande reçoit de nous, pour près de 9 millions de francs de vins, 3,600,000 d'huiles, 3 millions de cuivre, 2,100,000 de coton, autant de tissus de laine, et environ 1 million et demi de chacune des marchandises suivantes : peaux brutes, spiritueux, graisses et tissus de coton, soie et chanvre.

L'industrie hollandaise a une importance qu'on lui supposerait difficilement, dans ce pays essentiellement agricole; le royaume compte environ 3,400 fabriques ou usines importantes, occupant au moins 5 ouvriers, 125,000 patrons ou ouvriers en chef, dont 90,000 travaillant seuls, et environ 200,000 ouvriers salariés. Les petits ateliers sont la règle, et les grands établissements restent l'exception; le plus considérable est la fabrique de poterie et verrerie Regout à Maestricht.

A signaler, dans l'industrie particulière au pays : les tanneurs, 1,314 fabriques; poêliers, 1749 ; les constructeurs de navire, 914 ; tailleurs de diamants, 900; moulins à blé, 3,213; autres, 1,000; distilleries de genièvre, 84 ; de liqueurs fines, 144; brasseurs, 1,050, etc. ; le total des sociétés anonymes est de 726; la vapeur est d'un usage très étendu. D'un travail de M. de Ramaix, écrit en 1887, il résulte que Maestricht possède une importante manufacture d'armes; Schoonhoven, La Frise, Amsterdam, sont des centres pour l'orfèvrerie ; Schiedam, Gonda, Amsterdam, fabriquent en grand la bougie ; Haarlem, la carrosserie ; Delft et La Haye, la faïence fine; Maestricht, la faïence commune; Gouda, les pipes et les poêles, et aussi les toiles à voiles, qui est une industrie considérable ainsi que les filets. Un certain nombre de fabriques de chocolat et de conserves alimentaires, très prospères surtout à Leyde. Le chantier de l'Etat, à Amsterdam, pour les constructions navales, occupe plus de 1,000 ouvriers, cinq grandes sociétés particulières s'occupent également de constructions navales en même temps que de grosse chaudronnerie. Ce sont : à Amsterdam, la fabrique royale de machines à vapeur et l'*Atlas*, la Compagnie néerlandaise à Feyenoord, la Société de Maas à Delfshaven, et la Société de Scheelde à Flessingue. Les hauts fourneaux sont sans importance. Les navires en bois se construisent à Amsterdam surtout et dans tous les ports, une seule fabrique de Middelbourg occupe 800 ouvriers.

L'industrie du coton est très florissante, surtout dans le district de Twende (Overyssel). Amsterdam est le centre des tailleries de diamants, qui fournit du travail, le croirait-on ? à 6,000 ouvriers. Il est vrai que c'est un monopole, et que le procédé est long !

L'industrie lainière a son siège principal dans le Brabant, à Tilbourg surtout, et aussi à Leyde. Enfin, la fabrication du papier, si en renom, est une des richesses de Maestricht, d'Apeldoom et Amsterdam ; un seul établissement à Maestricht occupe 700 ouvriers.

La Hollande n'a qu'une houillère, dans le Limbourg, ses habitants emploient surtout la tourbe, qui est très abondante dans le sol, et dont l'extraction emploie 20,000 ouvriers.

Toutes les combinaisons de l'économie sociale sont très en faveur auprès de la population ouvrière instruite, intelligente et sobre de la Hollande : la réglementation du travail des femmes et des enfants, les institutions patronales, les associations ouvrières fort nombreuses, on en compte 24 à Rotterdam seule, les habitations ouvrières, les caisses de secours et d'enterrement, pour subvenir aux frais d'inhumation, et dont une seule a compté jusqu'à 150,000 membres, la participation aux bénéfices (Van Maken, à Delft), enfin la très particulière société de bienfaisance qui recueille les familles d'ouvriers indigents ou déclassés, pour les rendre au travail de la terre après un passage dans une colonie agricole. Il est juste d'ajouter que cette société se soutient difficilement, et que ses résultats ne sont pas toujours concluants; mais il y a peut-être là une idée féconde.

La Hollande n'a plus guère, comme colonies, que Java et Sumatra, mais ce sont des joyaux inestimables de sa couronne ; l'exportation des Indes néerlandaises dépasse 374 millions, et se trouve supérieure aux importations de près de 100 millions, situation très favorable due, d'un côté à la fertilité du sol, et de l'autre à l'état social peu avancé des habitants, qui limitent leurs besoins aux seuls objets de première nécessité ; l'importation européenne n'a donc que peu de débouchés dans ces îles.

La culture la plus répandue est celle du riz, dont la population se nourrit exclusivement. La quantité récoltée permet, en outre, une exportation qui n'est pas négligeable (71,000 tonnes, d'une valeur de 6 millions de francs en 1885), et qui s'adresse surtout aux pays d'Extrême-Orient. Le sucre de canne vient après, c'est le principal article d'exportation, 168 millions de francs par an, dont 11 millions environ pour la France ; les colonies exportent environ 49 millions de tabacs, 83 millions de café, dont 5 pour la France ; 9 millions de caoutchouc, 4 millions de bois de teinture, 8 millions de poivre, 6 millions de rotin, 6 millions de girofles et muscades, 3 millions de thé et 7 millions d'indigo, dont la France fait une consommation assez importante ainsi que de résines. Notre pays demande encore aux colonies hollandaises pour plus de 1 million de francs de sésame et 5,500,000 francs d'étain, sur une exportation totale de

8 millions pour ce produit. Le mouvement spécial avec la France est de 25 millions à l'exportation et de 2 millions seulement à l'importation, ce qui s'explique par cette circonstance, que les besoins des indigènes étant nuls, comme nous l'avons dit, les colons seuls entretiennent une importation, et, étant presque tous Hollandais, ils la demandent à leur mère-patrie.

Hollande à l'Exposition de 1889. La Hollande était représentée à l'Exposition par un comité privé, à la tête duquel nous trouvons MM. Willy Martens, Van der Vliet et le docteur Thyssen ; le résultat des souscriptions a été assez important pour assurer au royaume des Pays-Bas, malgré l'abstention de son gouvernement, une représentation digne de lui ; on voit que le pays est riche et l'industrie prospère. L'exposition hollandaise dans les nombreuses sections où elle se trouvait disséminée, industries diverses, produits alimentaires, arts libéraux, beaux-arts, architecture, colonies, village indien, occupait une superficie totale de 8,500 mètres carrés. M. Edouard Niermans, architecte, avait été chargé de l'organisation et de la décoration, et il s'était acquitté de cette tâche avec infiniment de talent et de goût. La façade de la section, aux industries diverses, située à côté de celle de la Belgique, sur l'avenue de La Bourdonnais, rappelait le style de la renaissance hollandaise, avec une grande porte et quatre ouvertures symétriques en plein cintre, ornées de draperies. Dans des niches réservées sur les deux côtés, on avait placé des vases en céramique, et le président du Comité des Beaux-Arts, M. Willy Martens, avait peint à la partie supérieure de grands panneaux décoratifs d'un bel effet.

Le cadre était donc aussi attrayant que possible, et en convenance parfaite avec les produits qu'il accompagnait. Quant à l'exposition industrielle proprement dite, elle présentait une foule de petits côtés d'une originalité indiscutable ; cette section était certes une des plus curieuses. Ici les superbes tapis de la manufacture royale d'Eventer, que distinguent surtout leur richesse et l'épaisseur du tissu ; les tapis en imitation d'anciens nous ont surtout frappé ; là les faïences de Delft, dont la renommée n'est plus à faire ; la Fleschenfabrik et sa colonne amusante construite avec des bouteilles de diverses couleurs ; la carrosserie, également très remarquable ; de ce côté encore la série très intéressante des dessins techniques, aménagement des ports, dessèchement des marais, ponts, canaux, etc., qui montre, d'une part, la persévérance que ce peuple met à conquérir pas à pas son territoire et à le conserver, et de l'autre, l'intelligence avec laquelle il en tire tout le parti possible.

Au quai d'Orsay, l'exposition néerlandaise agricole témoignait de la fertilité du sol et de l'activité de toutes les branches de l'agriculture, beurres et fromages, etc., on a beaucoup admiré une écurie et une boulangerie modèles.

A côté de l'exposition de la Métropole, les colonies étaient installées dans un pavillon d'angle. Rien de plus particulièrement à citer, dans cet ensemble pourtant très complet, sinon une tente abritant un grand nombre de vases précieux. On eut pu espérer que Java nous enverrait des choses plus originales, il est vrai que tout l'intérêt de cette colonie était transporté à l'esplanade des Invalides, où un village modèle avait été monté, peuplé de 60 indigènes, et où des ouvriers travaillaient sous les yeux du public, notamment des chapeliers maniant avec dextérité des fibres de bambous. Mais le grand succès du *kampong* javanais a été ses bayadères, prêtées à l'exposition par le sultan de Pranger. Ces fillettes de quatorze ans, à peine vêtues, sinon de leur peau d'un brun jaune, d'un lambeau d'étoffe bigarrée, et d'une grande quantité de bijoux, ont davantage séduit les visiteurs, par leur danse mystérieuse et lente, aux sons d'un orchestre de xilophones et de gongs atténués, que les hurleurs du théâtre annamite, dont l'écho troublait parfois leurs pas bizarres.

Une autre grande attraction, plus par le nom que par l'intérêt du travail, était le pavillon spécial où on taillait les diamants, dans le jardin du Champ-de-Mars. Extérieurement, c'était une jolie maison hollandaise du XVI^e^ siècle, avec une charmante façade en brique, des balcons ajourés, des fenêtres ornées de faïences, œuvre de Niermans. A l'intérieur, on pouvait suivre les procédés anciens de la taille, et les perfectionnements récents, au centre, une vitrine renfermait des spécimens de pierres, pour une valeur de plus de 2 millions. Les moteurs employés étaient au gaz. Un autre pavillon, d'une superficie de 400 mètres, renfermait la taillerie de diamants et les détails de l'exploitation des mines de Kimberley, au Cap de Bonne-Espérance, dont l'origine se rattache aux maisons hollandaises d'Amsterdam.

* **HONDURAS.** Le Honduras est une des cinq républiques de l'Amérique centrale qui, plusieurs fois déjà, ont tenté de s'unir pour tenir un rang politique que leur importance actuelle ne leur permet pas, mais qui n'ont pu s'entendre à ce sujet. La population de cet Etat est d'environ 400,000 habitants, sa superficie de 121,000 kilomètres carrés. Tegucigalpa, la capitale, compte seulement 12,000 habitants.

Depuis longtemps, les dépenses sont supérieures aux recettes, dont les douanes fournissent à elles seules la moitié. Le budget annuel est environ d'un million, tant en recettes qu'en dépenses. 74 kilomètres de chemins de fer sont en exploitation, mais les routes manquent, et les terres de l'intérieur, fort riches, réclament des débouchés. Néanmoins, les mines sont fructueuses, l'agriculture, surtout l'élevage, prospère, et les exportations dépassent notablement les importations, soit 5,600,000 contre 4,500,000 francs. Les principaux articles d'exportation sont les métaux précieux pour environ 600,000 dollars ; le bétail, 150,000 ; le cuir, 100,000 ; les bois, 180,000 ; l'indigo, 20,000, et divers produits de drogueries et de teintures. L'importation, comme dans la plupart de ces pays neufs de l'Amérique, consiste surtout en produits manufacturés, principalement des tissus et vêtements, en machines et en outillages.

La situation matérielle est donc satisfaisante, et le pays attend, pour se développer plus rapidement, l'achèvement du canal de Panama qui, sans l'intéresser directement, amènerait dans l'Amérique centrale un mouvement dont il profiterait.

* **HONGRIE.** — V. AUTRICHE-HONGRIE (*Supp.*).

HÔPITAL. L'exposition, en 1889, a fait connaître un système d'hôpital d'un incontestable intérêt, connu sous le nom de *Pavillon d'hôpital temporaire* de l'Union des femmes de France. Il a été projeté et construit en bois par M. S. Périssé, ingénieur, sur un programme inspiré des données les plus récentes de nos hygiénistes.

Ce pavillon isolé, de 20 lits, peut faire partie d'un hôpital temporaire de 80 à 120 lits, qui, avec les services généraux, comprendrait de quatre à six pavillons semblables, distants l'un de l'autre de 15 mètres environ, c'est-à-dire de deux fois la hauteur, depuis le sol jusqu'au faîtage ; mais plus avantageusement, et plus facilement, peut-être, un tel pavillon prendrait place, en cas de guerre, dans un jardin d'une maison particulière, à la ville ou à la campagne et c'est dans la maison d'habitation que seraient placés la pharmacie, la cuisine, la lingerie, la buanderie et les locaux généraux indispensables.

Le programme que s'est tracé l'auteur du projet est le suivant :

1° *Démontable* et pouvant servir en toutes saisons, il doit être démontable puisqu'il n'est appelé à servir que pendant la durée d'une guerre ou d'une épidémie exceptionnelle. Il peut donc être préparé d'avance et mis en magasin si on n'en a pas l'emploi.

2° *Construction rapide, facile et économique.* Les bois des dimensions du commerce ont été choisis pour réaliser ces trois conditions. On les trouve dans tous les centres un peu importants, et le mode de construction a été établi en vue d'employer les charpentiers et les menuisiers ordinaires, à l'exclusion des ouvriers spéciaux. Enfin, on s'est attaché à obtenir une exécution des plus rapides parce qu'on peut être surpris par la guerre ou par l'épidémie.

3° *Mettre les blessés dans les meilleures conditions* au point de vue de l'hygiène et de la salubrité. Pour atteindre ce but, l'auteur s'est efforcé de mettre à profit les discussions qui ont eu lieu au sein de la société de médecine publique et d'hygiène professionnelle.

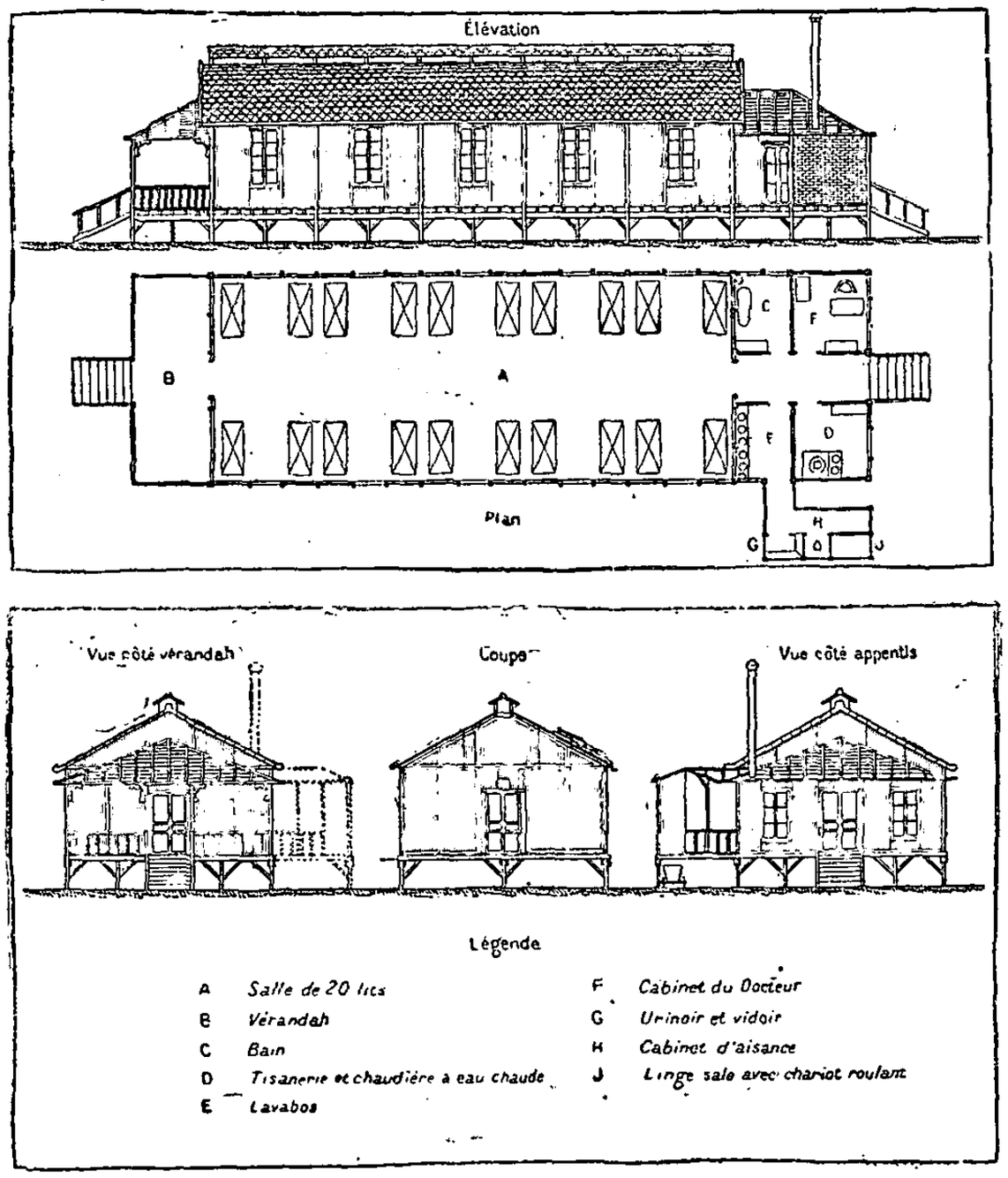


Fig. 575 et 576.

Description. Le pavillon est de forme rectangulaire, à un seul étage, dont le plancher est à 1m,25 au-dessus du sol. Il a 8 mètres de largeur, et 28m,40 de longueur. Il comprend une salle de 20 mètres avec deux appentis, comme l'indique le dessin ; un de ces appentis sert de vérandah couverte, et l'autre plus grand comprend 4 locaux : bains, lavabos, tisanerie avec appareil thermosiphon, et salle de l'interne. En dehors du pavillon avec lequel il communique par un passage couvert, mais non fermé, se trouve un troisième appentis comprenant trois petits locaux, un urinoir avec vidoir, un cabinet d'aisances et un déversoir pour linge sale.

La salle proprement dite a une surface de 155 mètres carrés et son cube est de 681 mètres, ce qui constitue par lit 7m,75 de surface utilisable et 34 mètres cubes d'air, cube bien suffisant en raison du renouvellement de l'air. Le plafond n'est pas horizontal ; il suit les deux pentes du toit qui vont se rejoindre dans un lanterneau central occupant toute la longueur de la pièce. Les parois verticales dans lesquelles sont percées les fenêtres ont 3m,30 de hauteur. Toutes les faces de la salle sont à doubles parois, en frises de sapin de 27 millimètres ; le vide d'au moins 6 à 7 centimètres constitue un matelas d'air interposé qui, dans la saison chaude, peut être renouvelé au moyen d'ouvertures convenablement ménagées, tandis que pendant la saison froide, il constitue une enveloppe mauvaise conductrice de la chaleur, qui, protègera, autant que possible, la salle du refroidissementextérieur. Quant au parquet, il est composé de panneaux mobiles en sapin, reposant sur les solives, et en dessous de celles-ci existe une aire en zinc qui permet, d'une part, d'être à l'abri des émanations humides du sol, et d'autre part, de pouvoir conduire au dehors, en balayant à droite et à gauche, les eaux de lavage antiseptiques ou désinfectantes. C'est donc sur les six faces de la salle que la protection par double paroi existe.

La couverture est en tuiles, pour mieux protéger le pavillon contre les variations de température, et éviter aux malades le bruit très incommodant que ferait une pluie un peu intense sur une couverture en zinc. Le lanterneau a une disposition toute particulière, afin de pouvoir faire varier au gré du chirurgien l'intensité et l'étendue de la ventilation. A cet effet, il existe à droite et à gauche une série de châssis à coulisse, indépendants les uns des autres, dont le jeu permet d'ouvrir entièrement ou partiellement, ou de fermer les vides du châssis fixe, en regard desquels viennent se placer les pleins des châssis mobiles. On peut ainsi fermer un des côtés du lanterneau si le vent souffle trop fort dans cette direction.

L'éclairage de la salle est donné par dix croisées de 1m,15 sur 0m,85 d'allège, et ouvrant jusqu'à quelques centimètres du haut de la paroi verticale. Les deux carreaux supérieurs de chaque croisée sont munis de vitres perforées, devant lesquels deux légers châssis en fer et munis de verre plein, peuvent venir se placer lorsque le vent est trop violent, ou lorsque le chirurgien veut momentanément ralentir la ventilation. L'éclairage de nuit est assuré par deux lampes à réflecteur placées aux extrémités et en dehors de la salle, derrière deux petits châssis vitrés.

Quant au *chauffage*, on a adopté le système à eau chaude agissant par rayonnement dans deux circulations de tuyaux horizontaux placés contre les deux parois longitudinales, en contre-bas des croisées.

L'emploi des vitres perforées avec ce système de chauffage, et avec l'ouverture d'un lanterneau supérieur muni de châssis d'aérage, constitue un excellent mode de *ventilation*.

Le système de chauffage par l'eau chaude est assez coûteux d'installation, mais il a l'avantage de fournir un bain tonjours prêt et de l'eau chaude pour les lavabos et les pansements; enfin il met à l'abri des dangers d'incendie. L'appareil thermosyphon doit être préparé à l'avance, et si on était surpris par le froid, il faudrait faire emploi de poêles. Dans ce cas, le danger que pourrait présenter un commencement d'incendie serait largement atténué par la possibilité d'évacuer les malades par la large porte à deux vantaux placée à chacune des deux extrémités.

Locaux accessoires. Le grand appentis comprend:

1° Une salle de bains, avec baignoire à roulettes pouvant être amenée dans la salle au pied du lit.

2° Un cabinet pour l'interne, avec petite bibliothèque et lit-cage.

3° Une tisanerie contenant la chaudière à eau chaude.

4° Un local servant de lavabo et de passage pour aller au petit appentis isolé. Celui-ci comprend, en outre du vidoir et de l'urinoir, un cabinet d'aisances avec tinette mobile fermée, et au bout de la petite galerie couverte, un local rectangulaire fermé par le bas par un wagonnet ou un chariot sur lequel le linge est jeté directement pour être facilement porté au dehors. A l'autre extrémité de la salle des malades, au midi de préférence, se trouve l'autre appentis contigu qui forme vérandah couverte, pouvant être ouverte ou fermée par des stores.

Le pavillon complet, avec ses appentis, coûte environ 17,000 francs, y compris les appareils de chauffage, les vingt lits et le mobilier; la surface totale étant de 230 mètres carrés. Le prix à Paris ressort donc à 850 francs par lit, tandis que bien d'autres systèmes analogues reviennent à des prix qui dépassent 2,000 francs, et ne présentent pas des avantages plus considérables au point de vue du confort, de l'hygiène et de la salubrité. — S. P.

HORLOGERIE. *Chronomètres.* Rien de bien particulièrement nouveau dans leur construction. Quelques essais de plus en compensations additionnels. Le *Congrès chronométrique,* tenu pendant l'Exposition universelle de 1889, a fait éclore des Mémoires savants concernant le réglage des chronomètres et leur emploi à la mer. Ces Mémoires sont insérés dans le volume que vient de publier le Congrès.

Spiraux en palladium. L'usage s'est très répandu dans les chronomètres de la marine, des spiraux composites, inoxydables, dits *en palladium*, remplaçant les spiraux en acier; mais, malgré ses succès, les avantages de cette substitution sont fort discutés. La fixité pour un long terme de leur état moléculaire n'est pas encore absolument prouvée.

Ressorts-moteurs des chronomètres. A l'article de ces ressorts on doit ajouter une note. Au mot Chronomètre il a été donné la description de la *fusée auxiliaire,* dont le mérite est d'égaliser le tirage du ressort-moteur. Aujourd'hui des horlogers proposent sa suppression, affirmant qu'ils obtiennent les avantages qu'elle procure, en disposant le premier tour intérieur du ressort selon une courbe terminale conformée d'après les principes théoriques de Phillips.

Quelques horlogers ont fait des essais dans des chronomètres de poche, et s'en déclarent satisfaits. Mais les expériences n'ont pas été assez répétées et d'assez longue durée pour qu'on soit bien fixé sur la valeur de cette application théorique.

Compteurs de voitures. La combinaison d'un compteur de voitures est un problème dont la solution mécanique a été tentée, sans succès définitif, par les horlogers. Aujourd'hui cette question est de nouveau soulevée et nous l'avons exposée à l'article Compteur kilométrique.

Montres. On sait qu'on est parvenu, en employant certains alliages métalliques, à obtenir des spiraux inoxydables et anti-magnétiques dits *en palladium*, de même on fabrique actuellement des montres absolument insensibles à l'action magnétique. Aujourd'hui, où l'emploi de l'électricité est si répandu, pour certaines professions du moins, ces montres ont leur utilité et rendent des services. Du reste, comme combinaison mécanique, elles ne diffèrent pas de celles que nous avons décrites.

On a présenté, comme nouveauté, la montre dite *mystérieuse*, c'est-à-dire complètement transparente. Il n'y a pas là un progrès; c'est simple affaire de mode et de curiosité. Voïci en quoi consiste cette nouvelle application des systèmes décrits à propos des pendules mystérieuses.

Comme ces pendules, la montre est transparente; on voit marcher les aiguilles sans deviner la cause de leur mouvement. Voici l'explication. Le boîtier tout ornementé, anticipe surtout vers le haut, sur l'espace qu'occuperait un cadran de montre ordinaire. Sous l'espèce de croissant, formé au sommet du cadran, est caché un mécanisme microscopique. Au-dessous du cadran immobile des heures est placé un autre cadran mobile de verre, serti dans un cercle de métal, lequel engrène avec le petit mécanisme. Comme

dans les pendules mystérieuses, une minuterie, très fine, dissimulée sous le centre des aiguilles, établit la relation nécessaire entr'elles. On a compris que la denture du cercle mobile est cachée par le cercle dit *lunette*, qui porte le verre du boitier.

Fabrication des montres. La fabrication des montres à bas prix et par procédés mécaniques, prend de plus en plus d'extension ; on comptait ces montres par centaines de mille, on les comptera bientôt, si ce n'est déjà fait par millions. Ce qui a singulièrement favorisé cette fabrication, c'est que beaucoup de pièces métalliques, entrant dans la composition d'une montre, s'obtiennent aujourd'hui par un simple travail de compression, c'est-à-dire qu'à la suite d'un nombre calculé de compressions, faites dans des conditions spéciales, le métal est amené rapidement et économiquement à la forme définitive que la pièce doit avoir.

Ce travail est infiniment curieux, mais comme nous entrons ici dans le domaine de la métallurgie, nous devons nous borner à ces quelques détails.

Synchronisation des horloges. Deux systèmes de synchronisation des horloges sont en présence : celui que se sont disputés Foucault et Vérité, de Beauvais, et qui est employé aux horloges d'unification de la ville de Paris, système dont la supériorité est soutenue par M. Wolf, de l'Institut, contre celui de M. Cornu, également membre de l'Académie des sciences.

Le système de M. Cornu consiste, ainsi que les systèmes similaires, à soumettre le pendule à régler à l'influence d'une action magnétique, exercée par une horloge de haute précision, mais de plus, à l'influence d'une force amortissante compensant l'effet mécanique produit par la première.

A cet effet, le pendule à régler porte à son extrémité inférieure une armature aimantée qui pénètre librement pendant ses oscillations, alternativement dans un électro et dans un amortisseur.

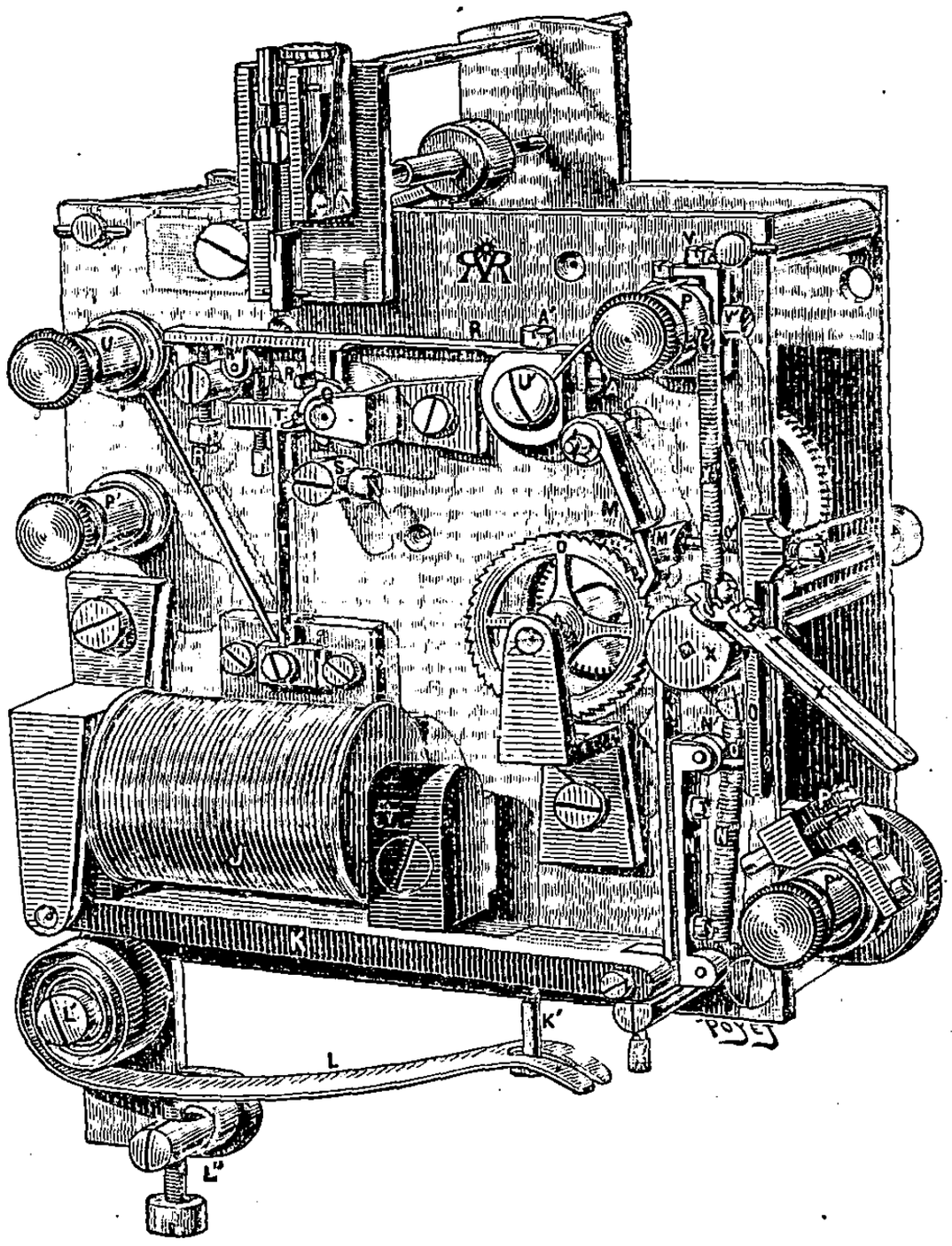


Fig. 577. — *Régulateur-distributeur à remontage électrique automatique.*

L'électro est rendu actif par le courant émis (une fois pour deux oscillations) par l'horloge directrice.

L'amortisseur peut être constitué de façons très différentes suivant les cas ; les deux formes les plus courantes sont : 1° un électro dont les extrémités du fil sont reliées ensemble ; 2° un simple tube de cuivre rouge dont l'épaisseur varie suivant l'amortissement à obtenir.

La supériorité du procédé Foucault-Vérité est, comme il est dit plus haut, soutenue par M. Wolf. Dans ce système, le courant est distribué par l'horloge directrice à chaque oscillation. Le pendule porte à son extrémité inférieure une armature en fer doux qui, pendant les oscillations, passe au-dessus et très près des pôles de deux électro-aimants placés au-dessous et de chaque côté du pendule, à distance égale pour éviter l'aimantation de l'armature ; les électros sont disposés de telle façon que les pôles de noms contraires soient placés en regard.

Horloges électriques. Depuis la publication de l'article du *Dictionnaire* relatif aux *horloges électriques*, de grands progrès ont été réalisés dans cette nouvelle branche de l'horlogerie, dont les applications tendent à se répandre de plus en plus. Déjà un grand nombre d'administrations, chemins de fer, hôtels, écoles, usines, etc., font usage d'horloges électriques, à l'exclusion presque complète des anciennes horloges mécaniques qui ne permettent pas d'obtenir la concordance d'heures exigée aujourd'hui par notre vie si active.

Parmi les divers systèmes qui ont figuré à l'Exposition de 1889, nous citerons celui de M Victor Reclus, qui est le plus répandu, et dont nous allons décrire succinctement quelques-uns des principaux appareils. Ce système est à distribution directe sans remise à l'heure : un *régulateur-distributeur* actionne, soit directement, soit par *relais*, un ou plusieurs groupes de cadrans *récepteurs*.

Le *régulateur-distributeur* est quelquefois une pendule ordinaire de bonne marche à laquelle est adapté un petit mécanisme permettant de produire, à intervalles déterminés, des contacts électriques très précis et de durée réglable. Souvent aussi, l'appareil distributeur est disposé avec système de *remontage électrique* automatique; on n'a plus alors la sujétion du remontage à époques fixes.

La figure 577 représente le mécanisme du *régulateur-distributeur* à remontage électrique automatique, distribution à minutes et distribution de sonnerie:

Le mécanisme de remontage, extrêmement simple, se compose essentiellement d'un ressort-moteur L qui sollicite de haut en bas l'armature K d'un électro-aimant J ; l'armature K porte un cliquet N articulé à son extrémité, lequel cliquet agit sur une roue à rochet D montée sur l'axe d'une roue engrenant avec la roue de centre du mouvement. Le cliquet N porte une pièce N'' munie d'un galet N' en argent fin.

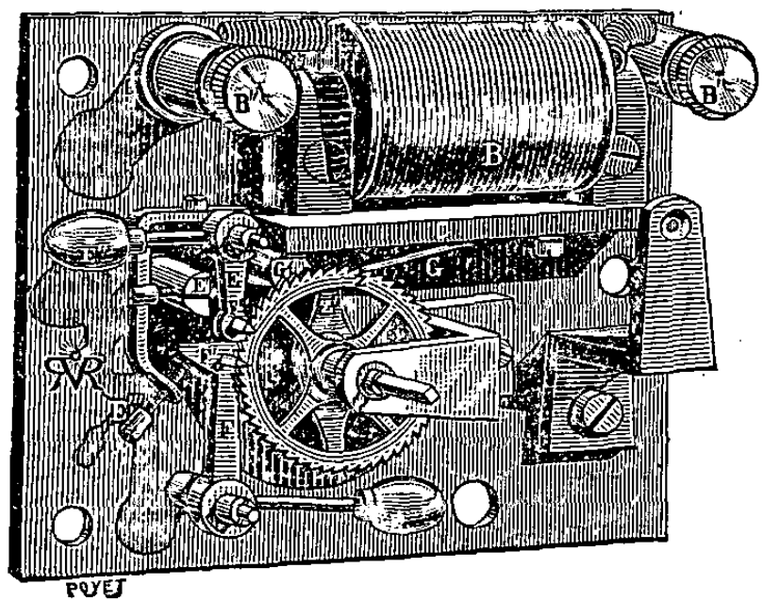


Fig. 578. — *Récepteur à minutes.*

La borne P d'entrée du courant porte une pièce à ressort O munie d'une pointe en platine O'' et d'une vis de butée O'.

Pendant la descente de l'armature K, qui a lieu par l'action du ressort-moteur L et par suite du développement du rouage, le bout de la vis de butée O' appuie sur le plan incliné M' et maintient la pointe en platine O'' écartée du galet en argent N' ; mais le contact a lieu aussitôt que le cliquet de retenue M tombe dans la dent du rochet D; l'armature K est alors attirée. Il y a lieu de remarquer que le *contact* se maintient pendant toute la course ascendante, et qu'il ne cesse que lorsque le cliquet N a franchi une dent du rochet D. L'armature K redescend ensuite graduellement et les mêmes fonctions que ci-dessus se reproduisent. Le ressort-moteur L, dont la flèche d'action est très minime, agit sur le rouage avec une très grande régularité ; aussi obtient-on un réglage aussi parfait qu'avec un bon régulateur à poids.

Le mécanisme de *distribution à minutes* est d'une grande simplicité et d'une précision extrême de fonctionnement. L'axe de la roue de champ, qui fait un tour en 5 minutes, porte un rochet à 5 dents Q qui soulève deux ressorts R et T portant l'un un galet en argent R'' et l'autre une pointe T'' en platine. A un moment donné, le taquet R' tombe brusquement dans le vide d'une dent ; le galet en argent R'' repose alors sur la pointe en platine T'' et reste en contact jusqu'au moment où le ressort T s'échappe à son tour. Les contacts se font donc par pression et friction, et par deux effets de surprise à la fermeture ou à la rupture du circuit, ce qui rend les doubles contacts impossibles ; ces contacts se maintiennent propres indéfiniment.

Pour la distribution de sonnerie, la pièce X reçoit la pièce à trois paillettes flexibles X'. La borne P'' porte une équerre sur laquelle sont vissées trois vis P''' à pointes de platine réglées de telle sorte que, lorsque la levée du marteau a lieu, les paillettes X' viennent se mettre en contact *l'une après l'autre* ; l'étincelle d'extra-courant de fermeture ou de rupture du circuit se produit

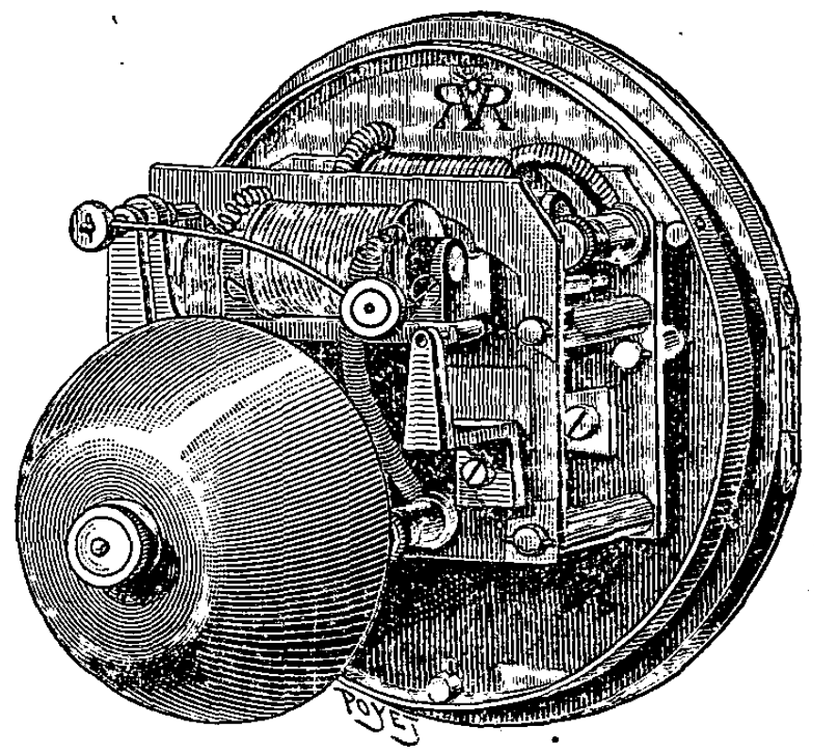


Fig. 579. — *Sonnerie réceptrice montée sur mouvement récepteur à minutes.*

ainsi sur une seule paillette et les deux autres se maintiennent constamment propres.

La figure 578 représente le type de *récepteur à minutes* le plus fréquemment employé. L'armature C de l'électro-aimant B porte, articulé à son extrémité, un levier E muni d'un doigt d'encliquetage F'' qui s'engage dans une dent du rochet Z. Le doigt d'encliquetage F' du levier F s'engage également dans une dent du rochet Z.

Quand le courant traverse l'électro-aimant B, l'armature C est attirée, mais le rochet Z ne fait aucun mouvement ; il en est empêché par le levier à cliquet F dont le doigt F' est fortement engagé dans une dent du rochet, et assuré dans cette position par la vis de butée E''' qui ne laisse que très peu de jeu entre elle et le plan incliné du levier F. Vers la fin de sa course montante, l'armature C a légèrement armé le ressort antagoniste G. Le courant ayant cessé de traverser l'électro-aimant B, l'armature G retombe aussitôt, sollicitée par son poids et par le ressort antagoniste, et le doigt de cliquet F'' fait tourner le rochet Z d'une dent, et avec lui la minuterie. Ce système de récepteur s'établit pour toutes grandeurs de ca-

drans, depuis 0m,085 jusqu'à 5 ou 6 mètres de diamètre.

Dans les pendules de cheminée, on monte généralement la *sonnerie réceptrice* sur le mouvement même de la pendule, comme le représente la figure 579.

Dans ce système de sonnerie, une combinaison de leviers permet d'obtenir pour un faible mouvement de l'armature de l'électro-aimant, une grande course au marteau. Des sonneries réceptrices très fortes sont établies pour sonner sur des cloches de grandes dimensions. A l'article SONNERIE ÉLECTRIQUE, nous décrirons quelques-uns de ces appareils.

Le tableau ci-après résume les principales données des appareils d'horlogerie électrique, système Reclus, et indique la dépense d'électricité exigée pour la marche de chacun d'eux.

Désignation des appareils	Nombre d'électros en dérivation pour chaque appareil	Résistance de chaque électro en ohms	Intensité du courant en ampères	Différence de potentiel aux bornes de l'appareil en volts	Nombre de secondes de contact par 24 heures	Débit quotidien en coulombs	Dépense annuelle en watts-heure
Remontage électrique d'un régulateur.							
Sans sonnerie	1	5.0	0.5	2.5	82	41.0	10 40
A sonnerie	1	5.0	0.7	3.5	82	57.4	20 37
Récepteur à minutes pour cadran.							
De 0m,085 à 0m,325 de diamètre	1	6.5	0.18	1.17	1.440	259.0	30 71
De 0m,35 à 0m,50 —	1	6.5	0.25	1.625	1.440	360.0	59 31
De 0m,60 à 0m,80 —	1	6.5	0.35	2.275	1.440	504.0	116 25
De 0m,90 à 1m,20 —	1	6.5	0.5	3.25	1.440	720.0	237 25
Récepteur à demi-minutes pr cadran.							
1m,20 de diamètre	1	6.5	0.4	2.6	2.880	1152.0	283 68
2 mètres de diamètre	1	6.5	0.7	4.55	2.880	2016.0	996 45
Sonnerie réceptrice (heures et demies) ordinaire.							
Sur timbre ou ressort	1	6.5	0.18	1.17	90	16.2	2 75
— de 0m,12 à 0m,20	1	6.5	0.5	3.25	90	45.0	14 82
Sur cloche de 5 à 10 kilogrammes	1	5.0	1.0	5.00	90	90.0	45 »
— de 12 à 25 —	2	5.0	2.4	6.00	90	216.0	131 40
— de 40 à 100 —	2	5.0	4.0	10.00	90	360.0	365 »
— de 300 à 500 —	4	5.0	10.0	12.5	90	900.0	1.140 »

HUILERIE. On donne le nom d'*huileries* ou de *moulins à huile* aux établissements ou usines dans lesquels on s'occupe, au moyen d'un matériel spécial, de l'extraction des huiles, des graisses. Les principaux usages des huiles végétales sont: l'éclairage, le graissage, la fabrication des savons, la nourriture, le travail des laines, la peinture.

Dans l'article HUILE du *Dictionnaire*, il a été parlé longuement des huiles végétales, de leurs propriétés physiques et chimiques; quant à leur fabrication, il n'en a été dit que quelques mots et encore à un point de vue spécial, celui de Marseille; il est donc nécessaire de revenir sur l'extraction des huiles végétales et d'étudier la manière dont elle s'est effectuée et s'effectue encore dans le Nord et le Midi de la France.

FABRICATION DU NORD. Les fabriques d'huile sont généralement bâties à plusieurs étages, pour obtenir une grande superficie de greniers, permettant en cas de besoin de disposer d'une surface étendue pour étaler les graines en couches minces, ce qui est nécessaire quand elles sont humides, comme le fait se produit presque toujours pour les colzas indigènes au moment de la récolte.

Dans quelques grandes usines, destinées surtout à la trituration des graines exotiques ou d'importation des pays d'Europe, on a adopté l'installation des magasins à rez-de-chaussée, dans lesquels on emmagasine les graines en sacs en grandes piles. On est à peu près forcé dans ce cas, d'avoir une petite installation accessoire pour les graines humides. Chaque système a ses avantages et ses inconvénients, qu'il n'y a pas lieu de développer ici.

Avant d'entrer dans l'étude du matériel et de la fabrication, il est nécessaire d'examiner les opérations que doit subir la graine: 1° nettoyage de la graine; 2° passage de la graine entre les cylindres *comprimeurs*; 3° *écrasement* de la graine sous les meules de froissage; 4° chauffage de la graine; 5° première pression dans les presses dites *de froissage*; 6° écrasement sous les meules des tourteaux de première pression; 7° chauffage préparatoire du rebat; 8° seconde pression dans les presses dites *de rebat*; 9° parage des tourteaux.

Nettoyage. Le nettoyage des graines a lieu dans des appareils nettoyeurs quelconques, parfois de simples tarares, mais en général l'appareil nettoyeur comprend un émotteur et travaille par aspiration. Quelques usines même n'ont aucun système de nettoyage et envoient directement la graine en fabrication; mais il est toujours préférable de procéder au nettoyage et de séparer de la graine, les poussières et tous les corps étrangers qu'elle peut contenir. En n'enlevant pas les petits cailloux, on risque de piquer et de rayer les cylindres comprimeurs; ces cailloux peuvent aussi percer les étreindelles, casser les dents des

bestiaux qui consomment les tourteaux; de plus la poussière et la terre ont le grand inconvénient d'absorber une partie de l'huile et de nuire ainsi au rendement.

Cylindres comprimeurs. Pendant longtemps, on a versé directement la graine sous les pilons ou sous les meules, mais dans ces conditions le travail se faisait mal, la graine lisse et ronde roulait sous la pression, le broyage, très long, était assez incomplet et il restait toujours dans les tourteaux un grand nombre de graines intactes.

On a depuis longtemps remédié à cet inconvénient par l'emploi des cylindres comprimeurs ou aplatisseurs, entre lesquels la graine vient passer à la sortie des nettoyeurs.

L'appareil est généralement composé de deux cylindres en fonte dure de $0^m,80$ à $1^m,20$ de diamètre, sur $0^m,25$ de largeur environ, reposant sur un bâti en fonte; l'un des cylindres dont les coussinets sont fixes porte sur le prolongement de son axe une poulie qui lui transmet le mouvement (environ 200 tours à la minute) ; ce cylin-

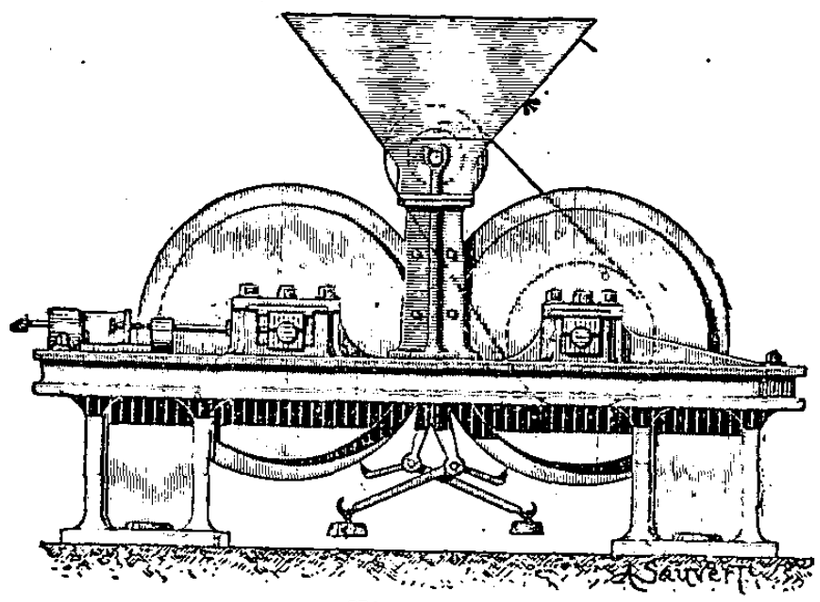


Fig. 580.

dre entraîne le second par friction ; ce second cylindre est porté par des coussinets mobiles reposant sur des glissières. Un gros ressort muni d'une vis de réglage est placé au bout du bâti et appuie, par l'intermédiaire de deux tiges de fer, sur les coussinets mobiles ; au moyen de la vis, on règle le serrage des cylindres et par suite le degré d'écrasement de la graine ; le ressort permet aux cylindres de s'écarter, si un corps dur étranger vient par hasard à passer entre eux. Chaque cylindre est muni en dessous d'une raclette à contrepoids destinée à le nettoyer et à empêcher l'adhérence de la graine écrasée.

Entre les deux cylindres, reposant sur le bâti par l'intermédiaire de deux montants en fonte, se trouve une petite trémie où arrive la graine; cette trémie est munie d'un distributeur mû par courroie (fig. 580).

Les cylindres comprimeurs se composent quelquefois de deux rouleaux en fonte de $0^m,30$ à $0^m,40$ de diamètre et de $0^m,60$ à $0^m,80$ de long, mais en général ces cylindres s'usent plus vite et travaillent moins bien. Parfois aussi les cylindres sont de diamètres différents, l'un grand et l'autre beaucoup plus petit ; cette disposition ne semble pas présenter d'avantages ; elle n'aurait sa raison d'être que si les deux cylindres avaient un mouvement indépendant.

Quelques usines ont des cylindres comprimeurs doubles composés de quatre cylindres superposés deux à deux, la graine passe entre les deux premiers et ensuite entre les deux autres placés au-dessous. Cette disposition, employée couramment pour le travail des graines destinées à donner des huiles à bouche, qui ne sont pas passées sous les meules, est adoptée quelquefois pour le travail des graines de lin qui demandent à être triturées le plus possible.

Le travail des cylindres doit se borner, à faire éclater la cosse des graines en les aplatissant, sans les écraser complètement, de façon à préparer et faciliter le travail des meules.

Meules. On emploie en général dans les huileries deux jeux de meules; le premier, dénommé *jeu de meules de froissage*, sert à la trituration des graines sortant des cylindres aplatisseurs ; le second, appelé *jeu de meules de rebat,* sert à écraser et réduire en farine les tourteaux de froissage ou première pression, pour permettre de leur faire subir à nouveau une seconde pression. Sauf la dénomination qui varie, les jeux de meules de froissage et de rebat se construisent absolument pareils.

Un jeu de meules se compose de deux meules verticales en granit appelées *valseuses*, qui roulent sur une troisième meule horizontale fixe, également en granit appelée *gîte* ou *bassin* qui a $1^m,75$ de diamètre environ. Les meules verticales mobiles ont de $1^m,75$ à $2^m,20$ de diamètre, la dimension la plus généralement adoptée est 2 mètres ; leur épaisseur est de $0^m,40$ à $0^m,45$; les bords portent un large chanfrein qui réduit la largeur à la circonférence à $0^m,30$ environ.

Les meules verticales sont percées au centre d'un trou carré, dans lequel on place un boitard en fonte, muni à chaque extrémité de coussinets en bronze et évidé au centre pour former boîte à graisse. Ce boitard, d'abord parfaitement centré, est ensuite solidement fixé dans l'évidement de la meule au moyen de longs coins en chêne enfoncés à force ; pour les consolider, on place de chaque côté une large rondelle en fonte qui appuie sur le boitard et sur la meule ; les deux rondelles d'une meule sont fortement reliées par quatre boulons qui traversent la meule de part en part.

Les deux meules sont réunies par un essieu en fer qui, une fois mis en place, reçoit de chaque côté un chapeau formant rondelle, maintenu en place par une grosse clavette à mentonnet. Dans leur mouvement de rotation, les meules sollicitées par la force centrifuge appuient fortement sur les chapeaux qui les maintiennent en place. L'entraînement est produit par un arbre vertical, qui reçoit son mouvement d'une transmission supérieure au moyen d'engrenages d'angle; le pignon est sur la transmission et la roue qui se trouve sur l'arbre vertical porte le nom de *couronne des meules* ; cette couronne est à dents de bois.

Les meules ne sont pas placées d'une façon symétrique par rapport à l'arbre central ; l'une est

plus éloignée que l'autre du centre, le renflement de l'arbre vertical est du reste excentré pour faciliter cette disposition, qui a pour but d'augmenter la surface du travail sur le gîte en empêchant les meules de suivre exactement le même chemin. Le vertical porte, placées entre les meules et dans une direction parallèle, deux traverses en fonte, l'une au-dessous, l'autre au-dessus du renflement central ; ces traverses, fortement serrées et clavetées sur l'arbre, sont rendues solidaires par des entretoises ; elles portent des trous correspondants dans lesquels passent à frottement doux des tringles verticales, qui maintiennent à leur extrémité et entraînent sur le bassin, dans leur mouvement de rotation, les rateaux métalliques qui servent au travail de la graine. Il y en a trois :

1° Le *ramasseur*, pièce de tôle allongée cintrée, dont le côté concave est tourné vers le centre; une de ses extrémités frotte contre la hausse du tour de meules, l'autre se termine en pointe dirigée vers le milieu d'une des meules roulantes ; son but est de ramener constamment sous les meules la graine qui tend toujours à s'accumuler à la circonférence ;

2° Le *ramoneur*, petite pièce de tôle cintrée et assez haute, qui porte d'un bout contre la potière et tend toujours à écarter la graine du centre pour la repousser sous les meules ;

3° Le *rabot* ou *chasseur*, pièce mobile en tôle, cintrée en forme d'S, qui ne sert qu'au moment du déchargement pour pousser la graine en avant et la faire tomber par l'une des trappes percées dans le tour de meules en fonte ; pendant le travail le rabot est toujours relevé. Dans certains jeux de meules, l'arbre vertical est perforé dans le haut, ce qui permet le passage de tringles de renvoi servant à la manœuvre du rabot ; dans ce cas, le meulier a à sa portée, sur le côté, une tringle à poignée pour opérer cette manœuvre. Cette disposition, un peu compliquée, est peu employée dans les installations récentes ; le bras de levier du rabot déborde en dehors des meules, à la portée de la main du meulier qui le saisit dans son mouvement de rotation et appuie fortement dessus pour soulever le rabot ; un crochet à ressort le retient ; le meulier agit inversement pour faire tomber le rabot (fig. 581).

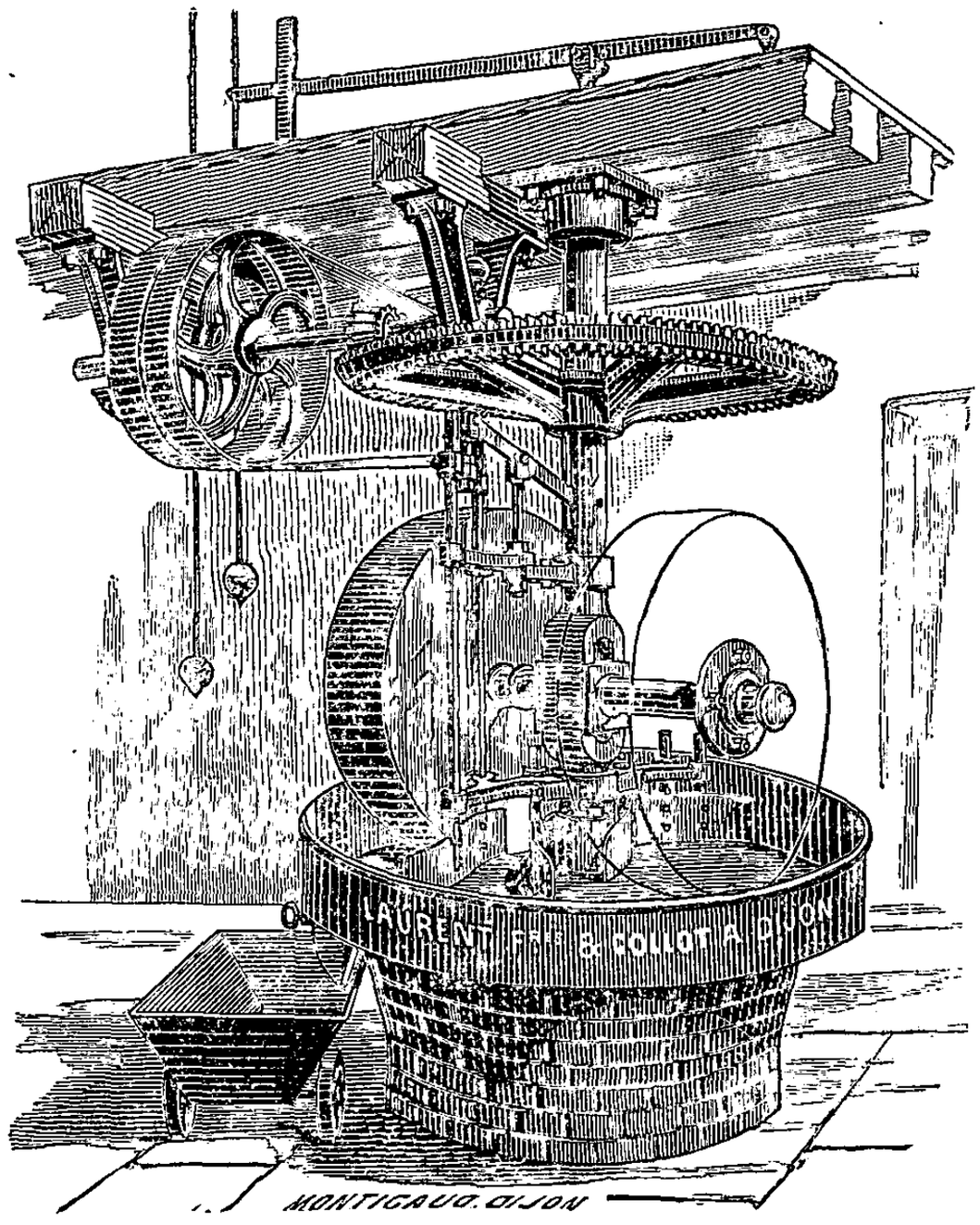


Fig. 581.

Les meules font de 18 à 20 tours à la minute, le nombre de 18 est le plus généralement adopté. Les meules roulantes pèsent chacune de 3,500 à 4,000 kilogrammes ; comme elles posent sur la graine par une très petite surface, on comprend que la pression exercée soit assez importante, de 6 à 10 kil. par centimètre carré. L'action de la meule roulante sur la graine est double et se compose d'un mouvement de roulement qui écrase, et d'un mouvement de torsion qui déchire. C'est ce double mouvement qui a fait donner aux jeux de meules d'huilerie, le nom caractéristique de *tordoirs*.

La meule étant cylindrique, maintenue à une distance fixe du centre, ne peut rouler sans glisser sur le bassin : considérons, en effet, un élément de meule très voisin du moment de contact avec le gîte. La meule étant rigide et entraînée par l'arbre, le point central seul décrit une circonférence, les autres points selon leur distance de l'arbre avancent plus ou moins vite en frottant.

Le meulage plus ou moins prolongé influe aussi sur la qualité des tourteaux produits ; si trop réduit il ne permet pas une bonne extraction de l'huile, trop prolongé il use la graine de colza et donne aux tourteaux une teinte grisâtre peu appréciée des acheteurs. Pour les graines de lin, au contraire, on doit le prolonger le plus possible, surtout aux meules de rebat, dont le seul but est de produire de la farine sans user la graine.

Chauffoirs. A la sortie des meules de froissage la graine est en pâte et doit être chauffée pour faciliter la sortie de l'huile. L'opération du chauffage s'exécute dans des appareils de différents modèles, qui sont les uns à feu nu, les autres à vapeur. Le chauffage à feu nu est préférable au

point de vue théorique et pendant longtemps ce fut le seul employé, mais son emploi laisse à désirer sous un certain rapport, la régularité, ce qui force presque toutes les usines à l'abandonner. Toutes les graines n'ont pas besoin d'être chauffées de la même façon ; de plus un chauffage un peu rapide, qui brutalise en quelque sorte la graine, facilite l'extraction de l'huile ; le chauffage à feu nu est excellent pour remplir ces conditions, mais malheureusement il y a un facteur dont il faut tenir compte : la négligence avec laquelle les ouvriers ou plutôt les jeunes servants conduisent le feu, le poussent trop et grillent la graine ou pas assez et donnent aux presseurs de la graine froide. Ces inconvénients se font surtout sentir pendant le travail de nuit.

Avec le chauffage à la vapeur, ces inconvénients disparaissent en grande partie, le réglage est très facile et consiste à ouvrir plus ou moins un simple robinet, ce que peut faire le contre-maître ou surveillant ; la chaleur est toujours la même, il n'y a plus de crainte de trouver de la graine froide pendant la nuit ; mais par contre cette chaleur régulière est un peu moins bonne au point de vue du résultat à obtenir ; néanmoins les avantages sont plus que suffisants pour faire adopter la vapeur partout, surtout dans les usines un peu importantes.

Un autre inconvénient du chauffage à feu nu, est l'introduction du combustible dans l'atelier, le chargement constant des chauffoirs qui demande toujours un certain temps et risque de mélanger quelques corps étrangers dans la mouture.

Le chauffoir le plus ordinaire se compose d'une plaque en fonte bien dressée, assez épaisse et de forme ovoïde au-dessous pour lui permettre de résister à l'action du feu ; cette plaque métallique est posée sur un pied en fonte, en deux morceaux, la partie supérieure très évasée épouse le contour de la plaque, est munie d'une porte et d'une grille et est destinée à servir de foyer ; un tuyau placé sur le côté sert au dégagement de la fumée. On peut faire ce chauffoir à vapeur, en faisant circuler la vapeur dans un coffrage sous la plaque.

La plaque porte sur les côtés deux oreilles venues de fonte, servant à supporter deux colonnettes en fer, réunies à leur extrémité supérieure par une traverse en fonte au centre de laquelle vient passer un arbre vertical animé d'un mouvement de rotation, dont le prolongement porte au niveau de la plaque, un mouvet formé de deux ou quatre lames, droites ou recourbées, taillées en biseau dans le sens du mouvement, pour leur permettre de remuer la graine pendant son chauffage sans l'entraîner en avant.

L'arbre vertical est disposé d'une façon particulière, il s'appuie sur la traverse en fonte au moyen d'un renflement appelé *lanterne* ; ce renflement creux, en fonte, est muni vers le bas d'ergots fixes ou d'une vis d'arrêt pour lui permettre d'entraîner dans son mouvement de rotation la partie inférieure de l'arbre portant le mouvet. La lanterne permet le relèvement du mouvet, au moyen d'un bras de levier muni d'une fourche à son extrémité et articulé sous la traverse (fig. 582).

La graine est maintenue sur la plaque du chauffoir par un entourage en tôle muni d'une poignée qui porte le nom de *payelle mobile*. Quand la graine est chaude, on relève le mouvet, l'ouvrier tire à lui la payelle mobile et la graine vient tomber dans des entonnoirs ou maronniers fixés sur le devant de la plaque ; chaque maronnier porte trois petits crochets en acier, qui permettent d'y suspendre un sac en laine ou malfil destiné à recevoir la graine. Le nombre des maronniers est variable, suivant la dimension du chauffoir et le nombre de tourteaux des presses à desservir. Les chauffoirs à payelle mobile sont toujours de dimensions assez restreintes et ne peuvent, au maximum, contenir plus de 45 à 50 kilogrammes de graine ; les petits chauffoirs de ce type, cons-

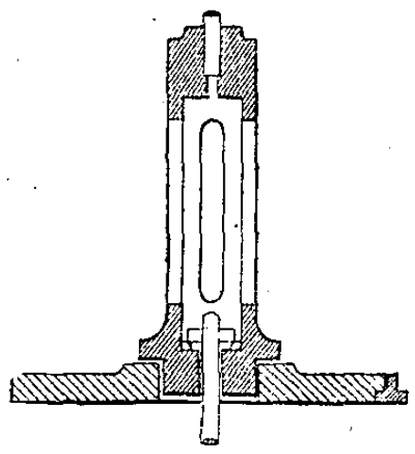


Fig. 582.

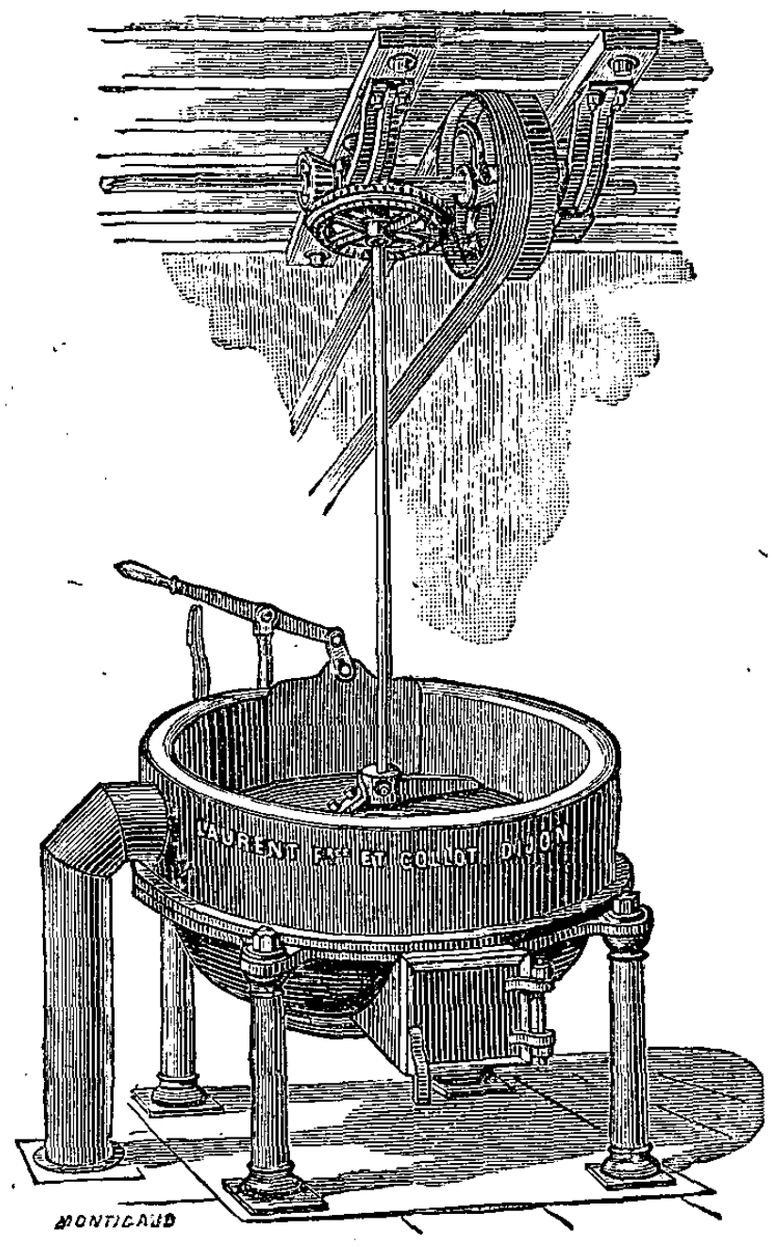


Fig. 583.

truits pour le rebat, n'en contiennent que 10 kilogrammes au plus.

Les chauffoirs de plus grandes dimensions se font à payelle fixe, mais alors la payelle se transforme, en général, en une double enveloppe permettant la circulation des gaz chauds et de la fumée ou du courant de vapeur pour obtenir le chauffage sur les côtés. Cette double enveloppe

porte sur les côtés, une ou deux ouvertures munies de portes en tôle à levier, pour permettre la sortie de la graine ; on dispose devant ces portes des maronniers avec crochets pour porter les sacs en malfil.

Ces chauffoirs n'ont ni colonnettes, ni traverses, l'arbre vertical du mouvet descend jusqu'à la plaque où il s'appuie au moyen d'un pivot, il est absolument fixe. Dans les chauffoirs de grande dimension on met souvent sur les côtés une tra-

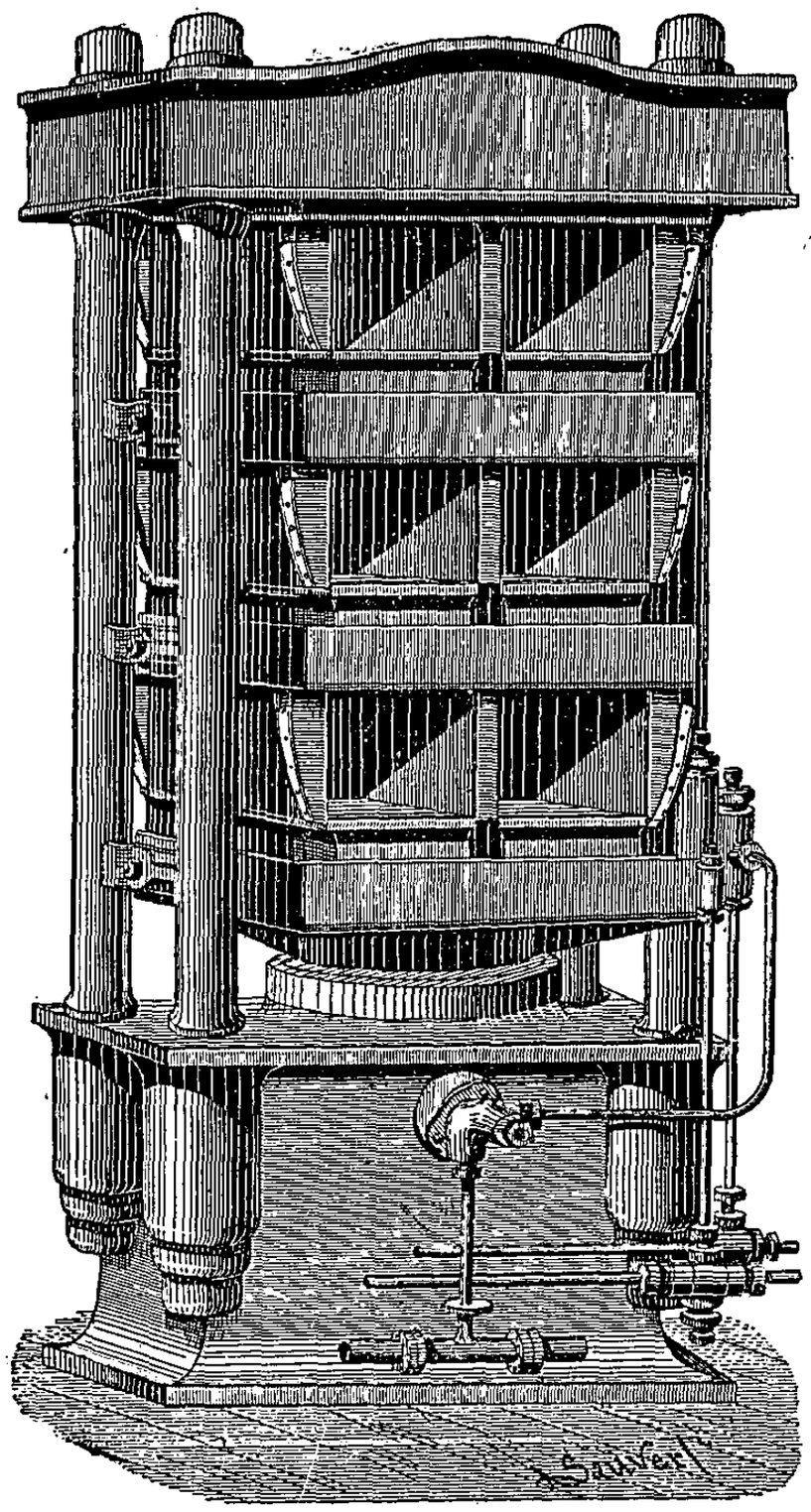


Fig. 584. — *Presse de froissage double-type Toulet.*

verse destinée à guider et maintenir l'arbre vertical.

Pour ne pas revenir aux chauffoirs, nous dirons de suite quelques mots de ceux employés pour le rebat ou seconde pression. Ces chauffoirs sont de même type, mais d'un modèle plus petit, quand ils sont à payelle mobile ; un chauffoir construit pour 5 à 6 tourteaux peut contenir de 6 à 10 kilogrammes de farine. Ces petits chauffoirs se font à feu nu ou à vapeur, comme ceux de froissage.

Quand la graine a passé par les diverses opérations ci-dessus énumérées, elle est prête à subir la première pression dans les presses hydrauliques ; avant de décrire ces presses et leur mode d'emploi, il serait utile de dire quelques mots du malfil et des étreindelles qui sont les accessoires indispensables de la fabrication. Mais cette question nous entraînerait trop en dehors des limites de cet article.

Presses (Considérations). La première presse employée pour l'extraction de l'huile a été la presse à levier, bien rudimentaire dans sa construction ; on en trouve encore dans quelques petites localités, en Lorraine et dans le centre de la France.

L'adoption des presses hydraulique sa fait réaliser un grand progrès aux huileries, en mettant à leur disposition un moyen puissant d'extraction, que l'on peut pousser aussi loin que possible

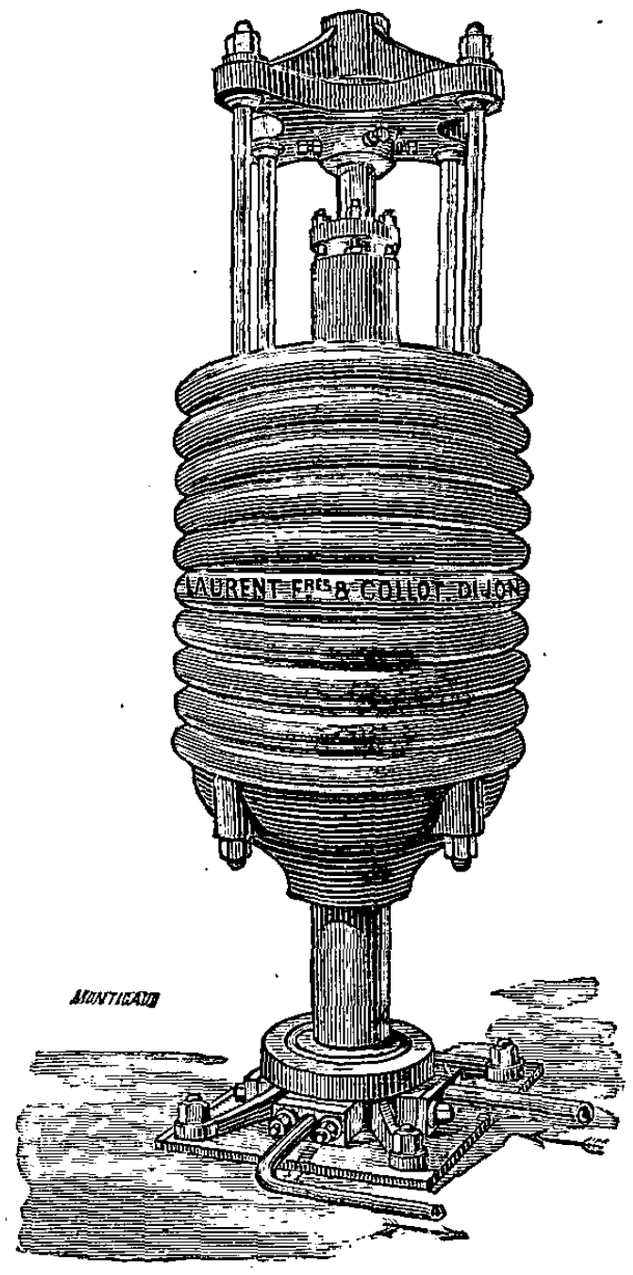


Fig. 585. — *Accumulateur.*

et qui n'a pour limites que les conditions du travail à produire. On se trouve malheureusement en présence de deux conditions contraires. Pour extraire le plus d'huile possible, dégraisser le tourteau, il faut, en dehors des questions de préparation de la graine, une pression puissante agissant progressivement, sans secousse et une durée de pression effective suffisante pour laisser couler l'huile. On ne peut prolonger trop longtemps cette pression, car on a constaté alors, qu'il se produisait une certaine réabsorption d'huile, et de plus les tourteaux produits noircissent, durcissent beauconp et on éprouve une grande difficulté à les retirer des sacs en malfil, à les déchausser suivant le terme du métier. On ne peut, non plus, pousser la pression beaucoup au-delà de 150 kilogrammes par centimètre carré pour le

rebat, car les sacs en malfil et les étreindelles ne résistent plus, ou du moins s'usent avec une rapidité excessive et la dépense qui en résulte compense, et au-delà, l'extraction obtenue. On est donc forcé de se limiter à des termes moyens, comme pression, durée de pression et d'extraction. Les usines qui travaillent le mieux et le plus régulièrement n'arrivent pas à laisser moins de 6 1/2 à 7 0/0 d'huile dans leurs tourteaux de colza et la plupart en laissent davantage.

L'extraction de l'huile se fait au moyen de presses hydrauliques d'une puissance variable dans lesquelles on laisse séjourner la graine plus ou moins longtemps. Soit que les presses soient moins puissantes et que la graine y séjourne plus longtemps; soit que les presses soient plus puissantes et qu'on y laisse moins longtemps la graine, on arrive toujours à peu près au même résultat, du moment où l'opération est bien conduite et la graine bien préparée.

La pression de froissage ou première pression est la base essentielle de l'extraction; bien faite et puissante, elle permettra d'obtenir en fin de travail des tourteaux bien dégraissés; tandis que mal faite, il sera toujours bien difficile, pour ne pas dire impossible au rebat, de compenser les défectuosités du froissage.

Presses. Les presses employées actuellement pour le froissage sont toutes verticales. Elles se composent d'un bloc ou mortier, dans lequel est placé le piston hydraulique et d'un sommier en fonte relié au bloc de presse par quatre tirants ou colonnes en fer, tournées et polies. Toutes, sauf les exceptions citées plus loin, contiennent des cases superposées, destinées à recevoir les sacs de graines et les étreindelles. Les unes simples ont quatre cases superposées, les autres doubles en ont six, trois sur chaque rang vertical: ce sont les presses du type Toulet. Chaque presse porte plusieurs plateaux maintenus par des guides qui s'appuient sur les colonnes et s'arrêtent au contact des goujons placés de façon à obtenir un espacement régulier. Chaque plateau porte en-dessus, un ou deux coins en fonte formant le bas de chaque case; par contre, chaque plateau porte en-dessous deux joues en fonte garnies en cuivre, ou deux joues et une nervure médiane, suivant que la presse est simple ou double; chaque coin peut glisser librement entre les joues. On pose les sacs sur les coins, en les enfonçant entre les joues, la pression les comprime entre les coins, le dessous du plateau supérieur et latéralement les joues les maintiennent. Chaque plateau porte une rigole extérieure pour la réception de l'huile et des trous d'écoulement pour la laisser descendre sur le plateau inférieur, qui la déverse dans une conduite de réception. Ce plateau inférieur ne porte pas de joues au-dessous et est placé directement sur la tête du piston (fig. 584).

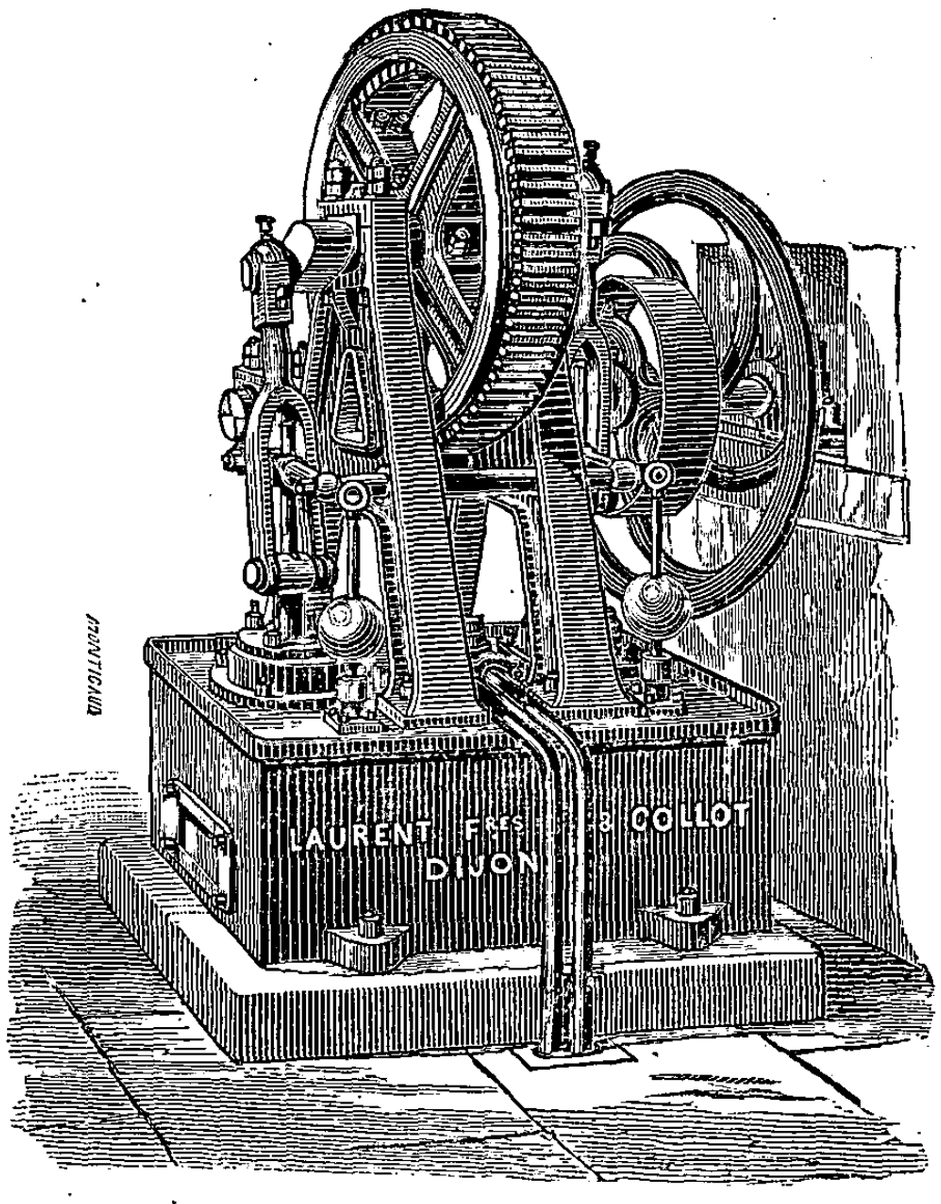


Fig. 586.

Pompes et accumulateurs. Dans les premières usines installées avec des presses hydrauliques, chaque presse avait, en général, sa pompe de compression spéciale; il en est encore ainsi dans presque toutes les importantes usines de Marseille. Ce système qui présente des avantages, au point de vue de la facilité des réparations, les presses étant indépendantes, présente d'autre part des inconvénients, l'installatiou coûteuse, la force absorbée très grande, toutes les pompes étant, en général, mues par excentriques, frais d'entretien et de réparations assez considérables, enfin, défaut de régularité dans le travail, les pompes ne travaillant pas toujours dans des conditions identiques.

Le premier perfectionnement apporté a été l'adjonction des régulateurs et des accumulateurs de pression, ces derniers permettent d'emmagasiner une assez grande quantité de liquide sous une pression invariable, pour le distribuer aux presses qui, dans ce cas, s'alimentent toutes sur l'accumulateur. Ces accumulateurs consistent essentiellement en un cylindre vertical dans lequel se meut un piston, qui soulève au moyen d'une tête et de tringles en fer, soit une cuve en tôle que l'on charge de débris quelconques, soit des contrepoids en fonte empilés les uns au-dessus des autres. Une usine comporte toujours deux accumulateurs, un de faible et l'autre de forte pression, ainsi qu'il a été expliqué plus haut (fig. 585).

On entretient aujourd'hui ces accumulateurs

au moyen de bâches de pompes de compression qui se font de différentes façons, mais qui, généralement, consistent en un arbre horizontal mû par engrenage actionnant à ses deux extrémités, par des bielles et manivelles, deux pistons de compression, l'un de petit diamètre et de forte pression, l'autre de grand diamètre et de faible pression. Les sections de ces pistons sont calculées de façon à produire le même effort. Des déclenchements commandés par les accumulateurs correspondent aux soupapes d'aspiration. On ne met, en général, qu'une bâche de pompe par usine, mais il est évident que deux seraient préférables au point de vue des arrêts possibles (fig. 586).

Les pressions de marche les plus employées et dont on s'écarte peu d'ordinaire sont : 50 à 60 kilogrammes par centimètre carré pour la faible pression ; 140 à 150 kilogrammes environ pour la forte pression.

Toutes les presses sont munies de robinets doubles permettant de se servir à volonté de la faible et de la forte pression. La petite pression sert à emplir les presses et à produire un commencement de serrage ; on s'en contente même souvent pour les presses de froissage ; on n'emploie la forte pression que quand la petite a cessé d'exercer son action.

Les pistons des presses verticales, de froissage comme de rebat, ont assez généralement 320 millimètres de diamètre et produisent par conséquent les efforts suivants :

A la pression de 60 kilogrammes par centimètre carré : 48,255 kilogrammes ;

A la pression de 150 kilogrammes par centimètre carré : 120,637 kilogrammes.

Les surfaces des coins en fonte, de forme trapézoïdale, sur lesquels on pose les étreindelles sont respectivement :

Froissage. S = 1,209^{cm2},5, la presse étant double la surface des deux coins est S = 2,419^{cm2}.

Rebat. S = 990^{cm2}. On obtient donc par centimètre carré de surface du tourteau la pression suivante :

Froissage.

A 60 kilogr.,	19^{k},94,	en nombre rond,	20 kilogr.
A 150 —	49^{k},86,	—	50 —

Rebat.

A 60 kilogr.	48^{k},74,	en nombre rond,	49 kilogr.
A 150 —	121^{k},85,	—	122 —

Le liquide de compression le plus généralement employé est l'eau ; un certain nombre d'usines cependant y ont renoncé, pour employer à cet usage de l'huile provenant de leur fabrication. L'eau ne coûte rien, mais les frottements sont plus durs, les pistons se rayent et s'usent, les cuirs emboutis se coupent et doivent être changés souvent ; de plus, le peu d'eau répandue sur la graine déjà triturée la fait surir et donne une mauvaise odeur ; avec l'huile, au contraire, la durée des cuirs emboutis est presque indéfinie, les frottements sont beaucoup plus doux, il ne se produit aucune mauvaise odeur en cas de fuite, et ces avantages suffisent pour compenser la petite déperdition d'huile, due à son emploi pour le service des pompes et des accumulateurs.

Presses diverses sans étreindelles. Bien des tentatives ont été faites pour arriver à la suppression des sacs en malfil et des étreindelles, accessoires qui sont la cause, ainsi qu'il a été expliqué, d'une grande dépense pour les fabricants d'huile. Il serait intéressant de dire quelques mots des principaux essais tentés qui, sans être complets, ont donné quelques résultats et semblent au moins approcher de la solution, mais cette revue nous entraînerait trop loin.

On n'a rien pu trouver jusqu'à présent pour remplacer le malfil ; toutes les étoffes ou tissus essayés se déchirent et résistent beaucoup moins.

Quant aux étreindelles, il n'en est pas de même et pour l'opération du froissage, deux presses sont arrivées à les supprimer complètement, la presse Poteau et la presse anglaise.

Coupe-tourteaux. Pour terminer la revue des opérations relatives à la fabrication de l'huile, il reste à parler des appareils destinés à régulariser la forme des tourteaux et à enlever les deux extrémités qui sont grasses et imbibées d'huile.

On commence par raboter les tourteaux sur une table munie d'un fer de colombe, afin d'enlever les parties grasses des bords ; mais avec des bonnes étreindelles cette opération est à peu près inutile et beaucoup d'usines y ont renoncé. Pour enlever les deux bouts on se sert d'un coupe-tourteau ; les uns coupent droit, les autres suivant une forme curviligne.

Le plus simple consiste en un couteau à poignée, fixé à une extrémité par une charnière ; l'ouvrier présente deux ou trois tourteaux à la fois et en appuyant fortement sur le couteau, les rogne successivement de chaque bout.

Un autre appareil à main consiste en une sorte de boîte, à laquelle on peut imprimer un mouvement de rotation autour de son axe ; elle reçoit cinq tourteaux, puis on lui imprime un mouvement brusque au moyen d'un levier ; dans ce mouvement les deux bouts des tourteaux se trouvent en contact avec des lames qui les rognent en forme d'arc ; la boîte est ensuite ramenée à sa position primitive et on enlève les tourteaux rognés.

On emploie généralement un couteau mû mécaniquement par bielle et manivelle ou excentrique. Ce couteau est maintenu par deux glissières, droites ou courbes suivant la forme que l'on veut donner aux tourteaux ; il monte et descend et à chaque descente coupe les tourteaux qu'on lui présente au nombre de cinq à la fois. En général, la table sur laquelle on les appuie porte deux plans, inclinés dans deux sens différents, correspondant à la forme trapézoïdale des tourteaux.

Les tourteaux terminés pèsent d'ordinaire 1 kilogramme à 1^{k},250 ; on les expédie par vagons de 5,000 kilogrammes ou par chargements complets dans des navires.

A la sortie des presses, l'huile coule dans un réservoir ou une citerne, où elle dépose la plus grande partie de son mucilage ; des pompes la reprennent pour l'envoyer dans de grands bacs en tôle.

Les huiles de froissage et de rebat sont souvent séparées, mais le plus souvent on les laisse se mélanger quand elles sont destinées à être transformées en huile pour l'éclairage.

Usines. Quelques mots sommaires sur l'organisation d'une fabrique d'huile, termineront ce qui a rapport à la fabrication du Nord. On peut prendre comme type, l'huilerie d'importance moyenne pouvant triturer, par vingt-quatre heures, 20,000 kilogrammes de graines de colza indigène.

Une huilerie de cette importance nécessite comme matériel :

Deux chaudières dont une de rechange, d'environ 40 mètres carrés de surface de chauffe chacune.

Une machine à vapeur motrice de 30 à 40 chevaux.

Un nettoyeur mécanique des graines.

Un jeu de cylindres comprimeurs.

Deux jeux de meules : un de froissage tournant à 18 tours ; un de rebat tournant à 18 tours.

Un grand chauffoir de froissage à vapeur alimenté par un élévateur.

Trois petits chauffoirs de rebat à vapeur ou à feu nu (on peut remplacer ces trois petits chauffoirs par un seul grand).

Quatre (ou mieux cinq) presses de froissage doubles.

Douze presses de rebat à six tourteaux.

Un coupe-tourteaux.

Une forte bâche de pompes d'injections, refoulant à deux pressions.

Un accumulateur de basse pression chargé à 60 kilogrammes par centimètre carré.

Un accumulateur de forte pression chargé à 150 kilogrammes par centimètre carré.

Une pompe à huile, la prenant dans la citerne ou dans le bac où elle vient s'accumuler à la sortie des presses.

Des grands réservoirs de réception pour emmagasiner l'huile produite.

Les fabriques d'huile travaillent de jour et de nuit. Le personnel ouvrier nécessaire pour la marche du moulin indiqué ci-dessus, se compose de vingt-quatre personnes, dont douze de jour et douze de nuit. Les ouvriers sont ainsi répartis : un meulier, chef d'équipe ; deux ouvriers froisseurs ; deux servants de froissage ; trois ouvriers rebatteurs ; trois servants de rebat ; un rogneur des tourteaux.

Une fabrique d'huile comporte : des greniers pour loger la graine, des magasins pour les tourteaux, une tonnellerie et tous les accessoires d'une usine, qui varient suivant son importance.

La production est basée sur le nombre de tourteaux de rebat fabriqués en vingt-quatre heures. Ce nombre constant par ouvrier dans chaque usine, varie dans certaines limites de l'une à l'autre ; en moyenne, un rebatteur, avec son servant, fait 800 tourteaux en six heures.

Comme le rendement en tourteaux varie d'une graine à l'autre et dépend de sa richesse en huile, il en résulte que la production journalière d'une huilerie varie suivant la graine travaillée.

Dans l'exemple choisi : avec des colzas rendant 40 0/0, on obtiendra 8,000 kilogrammes d'huile en vingt-quatre heures, pour une trituration de 20,000 kilogrammes de graines ; tandis qu'avec des ravisons donnant 20 0/0, on n'obtiendra que 2,960 kilogrammes d'huile, pour une trituration de 14,800 kilogrammes de graines environ ; mais dans un cas comme dans l'autre, le nombre des tourteaux produits aura été de 9,600 dans les vingt-quatre heures. Dans le premier cas, ils représentent 58 0/0 et dans le second cas 78 0/0 ; il y a presque toujours un écart entre le poids de la graine mise en fabrication et celui des produits fabriqués ; on l'appelle la *freinte* ou le *déchet*.

Voici quelques rendements industriels de graines que l'on travaille fréquemment. Ces rendements n'ont rien d'absolu et varient d'une année à l'autre, suivant les conditions climatériques et de plus d'une usine à l'autre, suivant la manière de travailler, le matériel employé, etc., etc.

On constate une autre variation, faible il est vrai, mais qui n'en existe pas moins et qui n'a jamais été signalée ; c'est celle de la densité de l'huile qui diminue ou augmente d'une année à l'autre.

Colza Guzerat jaune de Bombay.	38 à 42 0/0
— indigène.	35 à 40 0/0 même 41
— de Hongrie.	37 à 40
— Cownpoore jaune des Indes	36 à 38
— — brun des Indes	35 0/0
Lin de Bombay brun et bigarré.	34 à 36 0/0 jusqu'à 38
— de Russie (Azoff)	29 à 30
— indigène.	27 à 29
Ravison de la mer Noire.	17 à 20

Épuration des huiles végétalfs. Autrefois, l'épuration des huiles se faisait chez des industriels spéciaux appelés *épurateurs*, mais actuellement la plupart des huileries sont organisées pour procéder elles-mêmes à cette opération.

Les huiles végétales fabriquées par les procédés décrits, ne sont pas susceptibles de servir telles quelles à l'éclairage. Ces huiles, quand on les brûle, fument, font charbonner la mèche des lampes et répandent une mauvaise odeur. Pour les rendre capables de brûler dans de bonnes conditions, il faut leur faire subir une préparation chimique, les épurer.

L'épuration a pour but de débarrasser les huiles des parties mucilagineuses, résineuses et albumineuses qu'elles contiennent et qui rendent sa combustion imparfaite.

Une bonne huile épurée doit brûler sans noircir ni charbonner la mèche, elle ne doit pas former de champignons, ni pétiller ; cette huile doit être absolument limpide, d'une couleur jaune orangé et pas trop visqueuse.

On a proposé et essayé une masse de procédés pour l'épuration des huiles végétales ; ils ont été du reste passés en revue à l'article Huile et il n'y a pas lieu d'y revenir. Nous ne nous occuperons donc ici que des procédés industriels généralement employés et qui donnent un bon résultat.

L'épuration consiste d'une façon générale, à battre l'huile avec de l'acide sulfurique à 66°, à laver avec de l'eau, à laisser reposer, décanter et

filtrer. Les huiles fraîches s'épurent plus facilement que les huiles ayant séjourné longtemps en réservoirs. La proportion d'acide sulfurique employée varie, suivant les cas, de 0k,75 et même 0k,5 par 100 kilogrammes d'huile, à 1, 1 1/2 et dans de rares exceptions 2 0/0.

Les huiles légèrement tièdes s'attaquent mieux que les huiles trop froides. La proportion d'eau employée pour le lavage varie de 5 à 15 0/0 du poids d'huile. Cette quantité d'eau est proportionnelle à la quantité d'acide employée et en général on en met de 6 à 10 fois plus ; il n'y a aucun inconvénient à forcer le lavage. L'eau froide peut servir, mais il est préférable qu'elle soit tiède ; de l'eau de condensation est très bonne, pourvu qu'elle soit bien propre.

On épure d'ordinaire à la fois de 5,000 à 10,000 kilogrammes d'huile ; dans de grandes épurations on traite même jusqu'à 25,000 kilogrammes en un seul battage. L'opération se fait toujours dans une cuve doublée de plomb, à cause de l'action de l'acide, cette cuve est munie de robinets de soutirage pour décanter l'huile. Il est nécessaire d'agiter et de battre fortement l'huile pour faciliter l'action de l'acide en le mélangeant intimement ; deux procédés sont employés :

Le premier est celui des agitateurs mécaniques. Ces appareils ont été faits de différentes formes, moulinets, hélices, etc., mais les plus ordinaires consistent en palettes fixées au bout de tringles mobiles, que l'on fait monter et descendre brusquement dans la masse d'huile en les tirant fortement au moyen d'un bras de levier. L'autre système de battage consiste dans l'agitation de la masse d'huile au moyen d'un courant d'air comprimé, refoulé par une pompe de compression quelconque. Ce dernier procédé est très employé et permet de battre une grande masse d'huile.

L'acide est projeté en pluie sur l'huile à épurer ; on met au préalable cette huile en mouvement, puis on verse l'acide d'une façon continue, qui ne doit pas durer plus de quelques minutes.

L'huile devient d'abord verdâtre et tourne au noir à mesure que le mucilage se charbonne et se précipite ; on constate que l'action de l'acide est complète, quand le mucilage noir est bien détaché et a l'apparence de grains de noir de fumée. Le brassage avec l'acide demande de quarante-cinq minutes à une heure. Aussitôt que le mucilage est bien détaché, on ajoute l'eau destinée au lavage et on agite très vivement la masse pendant quelques minntes, dix à vingt environ, jusqu'à ce que la masse soit devenue d'un blanc laiteux. On arrête alors l'opération et on écoule toute la masse dans une cuve de repos où on la laisse reposer pendant cinq ou six jours ; au bout de ce temps, on soutire l'huile au moyen de robinets convenablement disposés et on procède au filtrage.

Au lieu d'ajouter de l'eau pour le lavage, on emploie quelquefois la vapeur qui, injectée dans la cuve, se condense et produit le même effet en échauffant l'huile. Il existe en outre quelques modifications dans les procédés employés, mais en général ces particularités sont la propriété de ceux qui s'en servent. Les uns battent plusieurs fois avec l'acide en laissant reposer et éerèment à chaque fois. D'autres exécutent le battage avec l'acide en une seule fois, mais laissent ensuite reposer, soutirent les fèces qui se sont déposées et procèdent seulement alors au lavage à l'eau.

Généralement, une fois l'opération terminée, au lieu d'envoyer de suite la masse dans une cuve de repos, on la laisse reposer pendant douze heures dans la cuve de battage ; puis on soutire les eaux acides et alors seulement on envoie dans la cuve de repos.

On filtre deux fois l'huile, la première fois sur des filtres appelés *dégraisseurs*, la seconde fois sur des filtres analogues qui portent le nom de *raffineurs*. Ces filtres se composent essentiellement, d'une boîte en bois de forme quelconque dont le fond est percé de trous. On les garnit de la manière suivante : du coton dans les trous du fond, au-dessus de petits branchages pour réserver un espace libre ; sur les branchages une toile et au-dessus une épaisseur de 25 à 35 centimètres de sciure de bois blanc. Ces filtres donnent un très bon résultat. Souvent on remplace toutes les mèches de coton par un matelas unique, formé de coton placé entre deux étoffes de laine, le débit du filtre gagne à cette modification.

Les filtres s'usent plus ou moins rapidement, suivant la manière dont l'huile a été épurée ; mieux l'huile est débarrassée des traces d'acide, plus longtemps résistent les filtres. On change la sciure des dégraisseurs dès qu'elle commence à foncer en couleur sous l'action des traces d'acide entraînées. Le coton retient les traces d'eau.

On se sert aussi beaucoup de filtres sous pression, alimentés par pression naturelle ou par des pompes ; les premiers sont préférables. Ils sont garnis intérieurement comme les précédents, mais on donne à la sciure une hauteur beaucoup plus considérable et on double le matelas ; le courant d'huile à filtrer arrive par le bas du filtre, et s'échappe par le haut, après avoir traversé toute la hauteur.

Autant que possible on s'arrange pour disposer une épuration en cascade, c'est-à-dire à élever les appareils les uns au-dessus des autres, pour que l'huile passe de l'un à l'autre sous l'action de la pesanteur, en empruntant le moins possible l'aide des pompes.

En dehors des cuves de battage et de repos, il faut éviter de faire circuler l'huile épurée dans des tuyaux de plomb qui donnent naissance à un sel, l'oléate de plomb ; ce sel se dissout en partie dans l'huile et reparaît au bout de quelque temps, sous l'apparence de flocons légers qui en troublent complètement la limpidité.

En résumé les opérations de l'épuration complète sont les suivantes :

Préparation { Battage à l'acide. / Lavage à l'eau ou à la vapeur.
Séjour dans les cuves de repos.
Premier filtrage aux dégraisseurs.
Second filtrage aux raffineurs.
Ecoulement dans les réservoirs de livraisons.

Le déchet d'épuration est variable suivant le procédé employé; on peut l'estimer de 1 à 2 0/0 dans les bonnes épurations où tout le travail est fait soigneusement.

Les résidus sont les fèces acides et les eaux acidulées.

Les fèces acides se vendent aux distillateurs qui les emploient, en petites quantités, pour empêcher les mousses de se produire dans leurs cuves; les fabricants de savons les achètent pour les mélanger dans leurs savons de qualité inférieure et dans leurs savons noirs. Quelques industriels les traitent par des procédés particuliers et en retirent l'huile entraînée, sous le nom *d'huile noire.*

Les eaux acides servent à la fabrication des sulfates de fer, au décapage des métaux. Une épuration un peu importante en produit trop pour pouvoir les vendre intégralement et est obligée d'en perdre une partie.

Fabrication marseillaise. La fabrication des graines oléagineuses est très importante à Marseille; elle se fait dans plus de quarante usines, au moyen d'environ 1,500 presses hydrauliques. Cette fabrication est spéciale et consiste principalement dans la trituration des arachides et des sésames pour la production des huiles à bouche. Les usines marseillaises travaillent aussi des lins, des colzas, des cotons, d'importation étrangère. Le procédé de fabrication employé, sauf quelques détails, est toujours à peu près le même pour ces différentes graines.

Les graines destinées à la production des huiles à bouche sont soumises à trois pressions successives, les deux premières à froid, la troisième à chaud; cette dernière donne de l'huile lampante incomestible. Les autres graines sont soumises, en général, à deux pressions seulement, toutes deux à chaud. Pour obtenir certaines qualités d'huile, on peut cependant les traiter à froid en première pression.

La trituration des graines oléagineuses donnant des huiles à bouche, comporte les opérations suivantes :

1° Nettoyage de la graine (décorticage si nécessaire).

2° Ecrasement de la graine entre les cylindres lamineurs.

3° Mise de la graine dans les scourtins.

4° Compression des scourtins à la presse préparatoire.

5° Première pression aux presses d'extraction.

6° Ecrasement des tourteaux de première pression sous les meules.

7° Mise de la graine dans les scourtins.

8° Compression des scourtins à la presse préparatoire.

9° Deuxième pression aux presses d'extraction.

10° Ecrasement des tourteaux de seconde pression sous les meules.

11° Chauffage de la graine.

12° Mise de la graine dans les scourtins.

13° Compression des scourtins à la presse préparatoire.

14° Troisième pression aux presses d'extraction.

15° Rognage et parage des tourteaux.

Nettoyage. Le nettoyage de la graine joue un rôle important dans les usines marseillaises! On comprend, en effet, que si pour des huiles industrielles il est suffisant d'enlever *grosso modo* la poussière et les corps étrangers, il ne peut en être de même pour des graines dont le produit doit être comestible. On en arrive alors à installer des appareils nettoyeurs assez compliqués, travaillant avec une grande perfection et donnant des produits parfaitement propres; la graine passe successivement dans des émotteurs, des cribles, est brossée, soumise à l'action de ventilateurs et blutée avec grand soin.

Décorticage. Aux appareils nettoyeurs, on adjoint souvent des décortiqueurs destinés à débarrasser la graine de sa pellicule. On enlève ensuite cette pellicule au moyen d'un ventilateur et d'un blutage et l'on obtient une huile de bien meilleure qualité que celle provenant d'une graine travaillée telle quelle. Les décortiqueurs consistent généralement, en des cylindres cannelés entre lesquels on fait passer la graine; on emploie aussi des cylindres striés animés de vitesses différentes et tournant avec une grande rapidité. On a essayé encore des cylindres lisses, de diamètres très différents, tournant à la même vitesse angulaire et produisant ainsi un frottement énergique à la circonférence.

On emploie aussi un genre de décortiqueur fondé sur la force centrifuge.

Dans certaines usines qui travaillent les arachides en coques, on est obligé d'avoir des décortiqueurs spéciaux pour briser et enlever les coques, et en extraire l'amande. Quelques usines, pourtant, travaillent ou ont travaillé les arachides telles quelles avec leurs coques, mais c'est un mauvais système.

Un certain nombre d'usines de Marseille travaillent des graines de coton et sont obligées d'avoir des appareils spéciaux appropriés pour leur préparation avant la trituration au moulin.

Cylindres lamineurs. Dans la fabrication du Nord, les cylindres comprimeurs doivent seulement toucher la graine, faire éclater plus ou moins la pulpe, sans écraser complètement l'amande. Le reste du travail est effectué par les meules, qui par leur action puissante produisent un fort échauffement dans la mouture qui leur est soumise. Pour la fabrication des huiles à bouche, les conditions à réaliser sont tout autres. Il ne faut pas, autant que possible, échauffer la graine, car cet échauffement nuirait à la qualité de l'huile de première pression extraite à froid. On n'emploie pas de meules, et on en est arrivé à augmenter la puissance des cylindres lamineurs, qui doivent réduire la graine à un tel état, qu'il soit possible de la soumettre immédiatement à la première pression.

Un seul laminage, quel qu'énergique qu'il soit, serait insuffisant pour produire ce résultat, aussi emploie-t-on toujours deux jeux de cylindres lamineurs étagés l'un au-dessus de l'autre, entre lesquels la graine passe successivement. Tous les cylindres sont commandés directement et ani-

més deux à deux de vitesses un peu différentes, pour que dans le passage de la graine, il se produise écrasement et déchirement de la pulpe par friction.

A la sortie des cylindres, la graine triturée est reçue dans une trémie en bois, en forme d'entonnoir, placée au-dessous. Cette trémie se termine par un bec muni d'un distributeur à levier, manœuvré par un ouvrier, permettant de livrer passage à chaque fois, à une quantité de graine bien régulière formant la charge d'un scourtin.

Scourtin. Dans la fabrication du Nord, on a comme accessoires le malfil et les étreindelles. A Marseille, l'accessoire est le *scourtin*, qui est aussi onéreux, si ce n'est même encore plus, pour le fabricant. Le scourtin est une espèce de poche, en tissu très résistant, dans laquelle on place la graine réduite en pâte; pour la soumettre à l'action des presses hydrauliques. Le tissu des scourtins se fait en poils et crins mélangés; on en fait aussi en aloës. Il faut que le tissu soit très résistant, pas trop lourd et assez flexible. Le scourtin forme une enveloppe carrée de 42 centimètres de côté environ; le tissu se relève tout autour en un rebord de 4 à 5 centimètres de hauteur et se prolonge en quatre pans distincts, qui une fois le scourtin rempli de graine, se rabattent par dessus et se fixent au moyen d'un cordonnet.

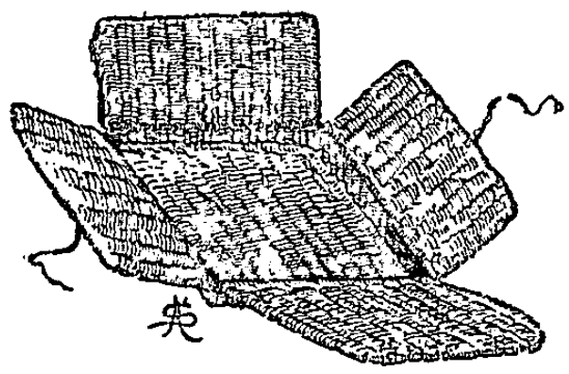


Fig. 587.

Les scourtins s'usent très vite, la dépense provenant de leur fait est énorme et augmente sensiblement les prix de revient et les frais de fabrication. La dépense en scourtins peut être estimée à environ 800 à 1,000 francs au minimum par an et par presse en travail, ils s'usent très rapidement, se coupent et malgré de fréquents raccommodages sont bientôt hors de service (fig. 587)

Presses. La charge d'une presse se compose d'ordinaire de seize scourtins. On les empile tout simplement les uns au-dessus des autres dans l'axe du piston. Au moment où on vient de les remplir les scourtins sont assez épais, 8 à 10 centimètres environ; on ne pourrait les loger dans la presse de pression sans lui donner une hauteur de colonnes très grande.

Pour obvier à cet inconvénient, on commence par empiler les scourtins dans une presse préparatoire qui les comprime légèrement mais sans faire sortir l'huile. Ces presses préparatoires, d'un modèle plus faible que les presses de pression, se composent simplement de quatre colonnes reliant le mortier et le sommier. Leur piston est assez petit, 170 millimètres de diamètre environ et elles fonctionnent à une pression voisine de 60 kilogrammes, ce qui donne pour l'effort produit 13.620 kilogrammes. La surface du scourtin soumise à la pression étant à peu près de $40 \times 40 = 1.600$ centimètres carrés; la pression effective exercée sans faire sortir l'huile est de $8^{k},500$ par centimètre carré.

Une fois les scourtins comprimés, on les retire de la presse préparatoire pour les empiler directement dans les presses de pression, au nombre de quatorze ou seize superposés. Souvent une plaque séparative mobile en tôle est suspendue à mi-hauteur des colonnes pour séparer en deux la pile des scourtins et faciliter la mise en pression; car au moment où elle commence, les scourtins se compriment irrégulièrement et tendent à se renverser; on est obligé de les maintenir avec une barre de bois ou autre, jusqu'à ce que la presse soit serrée.

On laisse la première pression s'exercer pendant une heure, puis on décharge les presses et on retire les tourteaux des scourtins.

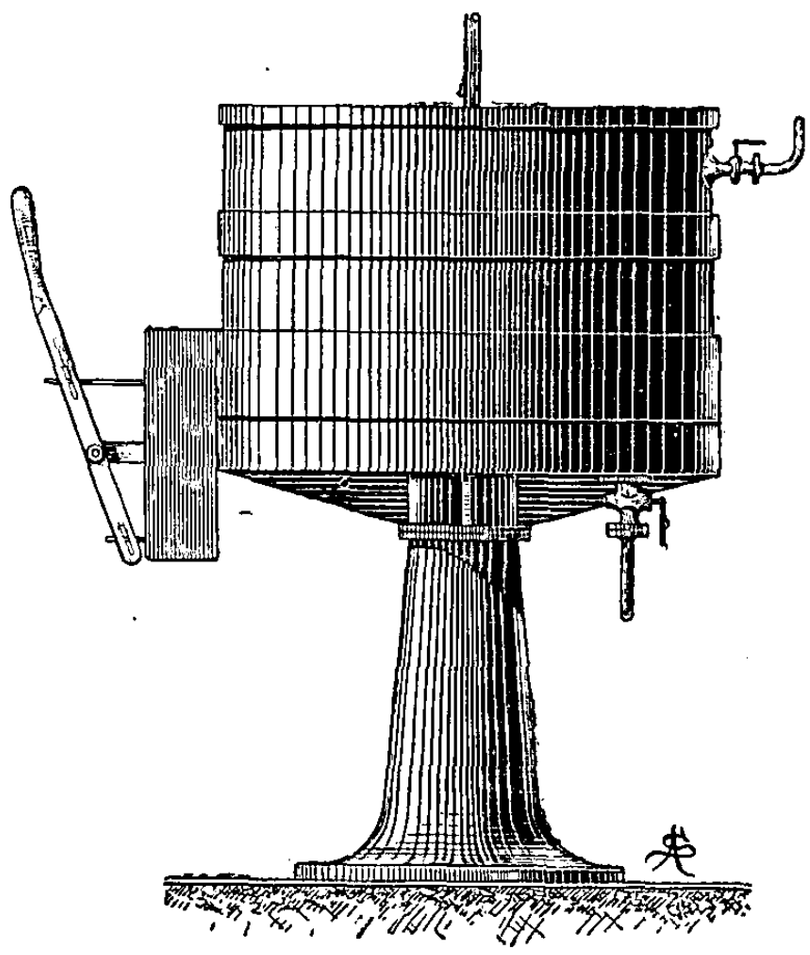


Fig. 588.

Seconde pression. On commence par écraser les tourteaux de première pression sous des meules ou tordoirs, au sujet desquelles il n'y a rien à dire de particulier, elles sont analogues à celles employées dans le Nord.

La farine sortant des meules est ensachée de nouveau dans des scourtins, qui, après avoir été comprimés dans une presse préparatoire, sont empilés dans des presses de seconde pression identiques à celles de première.

La durée effective de la seconde pression est aussi d'environ une heure. En général, on la fait durer moins longtemps que la première et troisième et on y consacre un nombre de presses un peu plus faible.

Troisième pression. Les tourteaux de seconde pression sont extraits des scourtins et jetés sous des meules qui les réduisent en farine. A la sortie de ces meules, la farine est versée d'une façon quelconque, à la main ou au moyen d'un élévateur, dans un chauffoir à vapeur où on la chauffe

fortement. Ce chauffoir est muni d'un appareil de distribution composé d'un levier et de deux trappes, permettant de régler exactement la quantité livrée à chaque scourtin. Un agitateur ou mouvet remue constamment la farine (fig. 588).

On mouille un peu la farine sous les meules de troisième pression, pour faciliter le travail d'extraction et empêcher que l'évaporation dans le chauffoir n'ait lieu aux dépens de l'eau de constitution.

Les scourtins emplis au chauffoir, sont comme pour les autres pressions, soumis à l'action d'une presse préparatoire, puis empilés dans les presses d'extraction où on les laisse à peu près une heure.

Les tourteaux extraits des scourtins après la troisième pression, sont destinés à la vente; pour les rendre présentables et enlever les parties grasses des bords, on les rogne des quatre côtés et on abat ensuite les quatre angles. On obtient ainsi des tourteaux de la forme et des dimensions ci-dessous. Leur épaisseur est de 2 à 3 centimètres environ; ils contiennent un assez grand nombre de poils et de crins provenant des scourtins, ce qui est un grand inconvénient, au point de vue de leur consommation par les bestiaux.

On ne se sert pas de machines particulières pour rogner les tourteaux; mais d'un simple couteau articulé à un bout et manœuvré à la main.

L'huile de première pression à froid, la plus recherchée et la plus chère, est d'abord mise dans un réservoir, où on la laisse déposer son mucilage; on la pompe ensuite pour l'envoyer dans les appareils filtrants, d'où elle sort limpide et claire, prête à être livrée à la consommation.

L'huile de seconde pression à froid est traitée d'une façon analogue, elle est beaucoup moins estimée et se vend moins cher que celle de première pression.

Quant à l'huile de troisième pression, extraite à chaud, elle n'est pas comestible; c'est de l'huile lampante que l'on utilise ponr les usages industriels et l'éclairage.

Filtrage. Toutes les usines filtrent leurs huiles comestibles; les filtres employés ne sont pas tous les mêmes, quelques-uns se composent de longs sacs en étoffe, doubles, attachés sous une espèce de gouttière qui roçoit l'huile et la distribue dans les sacs, qui la tamisent, retiennent ses impuretés et ne la laissent passer que parfaitement clarifiée.

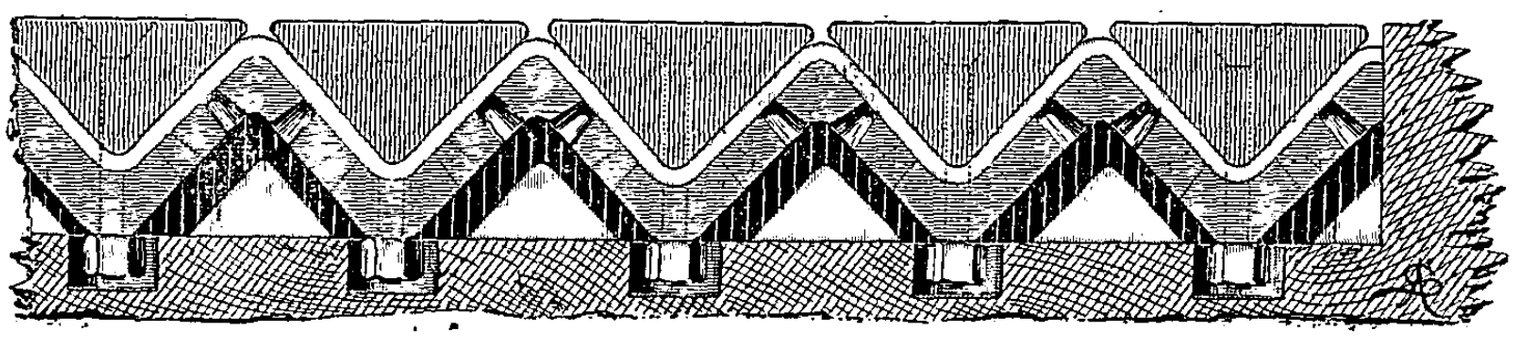


Fig. 589. — *Plaque filtrante.*

Matériel. Les presses hydrauliques de Marseille ne comportant aucun aménagement en dehors du corps de presse lui-même, sont très simples et n'ont subi aucune modification depuis leur adoption. On en trouve beaucoup ayant des pistons de 34 centimètres de diamètre. Ces presses fonctionnent toujours à deux pressions; la plus faible, correspondant aux presses préparatoires, qui est employée pour les serrer; la seconde, qui effectue la pression d'extraction et qui est en général de 200 kilogrammes par centimètre carré. Avec des pistons de 34 l'effort produit est de 181,550 kilogrammes.

La robinetterie des presses est assez différente de celle employée dans le Nord et se compose d'un robinet unique en bronze à quatre orifices, fixé sur le bloc de presse; ce robinet comporte trois volants à main pour la manœuvre des robinets-vis; ceux de droite et de gauche correspondent à la faible et à la forte pression; celui de devant à la décharge de la presse.

La durée de chaque pression n'est pas la même dans toutes les usines; il en est de même du nombre de presses affectées à chaque pression

Voici quelques exemples relevés sur place:

Une usine de 25 presses triturant 15,000 kilogrammes de sésame par vingt-quatre heures, consacre:

8	presses à la	1re	pression à froid. .	Durée	1 h. 1/2.
6	—	2e	— — . .	—	1 h.
11	—	3e	— à chaud. .	—	1 h. 1/2.

Une autre usine de 40 presses triturant 32,000 kilogrammes de sésame par vingt-quatre heures, consacre:

15	presses à la	1re	pression à froid. .	Durée	1 h. 1/2.
8	—	2e	— — . .	—	1 h.
17	—	3e	— à chaud. .	—	1 h. 1/2.

Une troisième usine de 20 presses triturant 14,000 kilogrammes de sésame par vingt-quatre heures, consacre:

8	presses à la	1re	pression à froid. . . .	Durée	1 h.
5	—	2e	— —	—	3/4 h.
7	—	3e	— —	—	1 h.

Presses spéciales. La dépense énorme des scourtins a depuis longtemps suscité des recherches de tous genres pour arriver à leur suppression. Le nombre des inventions proposées dans ce but, a été considérable, mais aucune n'a réussi d'une façon satisfaisante. La presse Soiron seule, ou presse à cage, fonctionne sans scourtins dans une usine de Marseille, en donnant de très bons résultats; elle est compliquée et a de plus le grand inconvénient de coûter excessivement cher. Un appareil imaginé depuis peu de temps, appelé

compresseur par son inventeur, a donné des résultats satisfaisants dans tous les essais auxquels il a été soumis, et semble devoir réaliser ce désideratum tant cherché.

Il consiste essentiellement en un cylindre vertical résistant, à parois intérieures filtrantes, que l'on emplit de graine et qui se place dans les presses sans entraîner aucune modification du matériel. Des galets de roulement permettent les mouvements faciles du compresseur ; le tourteau en sort tout terminé et prêt à la vente. La figure 589 fera parfaitement comprendre l'agencement d'une plaque filtrante.

Fabrication de l'huile d'olives. La fabrication de l'huile d'olives se fait d'une façon toute spéciale. L'extraction de l'huile de ces fruits a lieu, en général, dans de petites usines perdues dans la campagne et qui ont chacune fort peu d'importance ; elles ne travaillent que pendant peu de temps chaque année, à partir du moment de la récolte. Les fruits récoltés sont apportés à l'usine où on commence à les réduire en pâte, au moyen d'un moulin mû par manège ou à bras et composé d'une meule gîte, sur laquelle tourne une seule meule verticale. La pâte qui en résulte, est placée dans des cabas ou scourtins en sparterie, que l'on soumet presque partout à l'action d'un pressoir ; mais on peut parfaitement, au lieu de pressoir, employer une presse hydraulique de puissance restreinte.

La première huile obtenue, se nomme de l'*huile vierge* et est la plus recherchée. Après cette première pression, les tourteaux ou grignons sont arrosés d'eau bouillante et l'on donne une nouvelle pression. Cette seconde pression produit encore de l'huile comestible mais de qualité inférieure ; les tourteaux de deuxième pression contiennent encore beaucoup d'huile ; on les traite dans des ateliers spéciaux appelés *récences* ou *ressences* ; où l'on sépare les noyaux, on recueille les pellicules, puis on chauffe la matière et on la presse au moyen de fortes presses ; l'huile que l'on obtient n'est pas mangeable. En général, on met l'huile vierge de première pression, dans des jarres en grès, que l'on maintient à une température de 15° pour faciliter le dépôt et la clarification de l'huile.

L'huile de seconde pression se recueille dans des citernes en maçonnerie appelées *piles*. On décante l'huile après clarification ; quant au dépôt recueilli dans le fond des citernes, on le travaille pour en retirer une huile de basse qualité. Les presses hydrauliques que l'on emploie en France pour la pression des olives, n'ont rien de particulier. — C. E. G.

** **HUMIDIFICATION.** Nous avons expliqué dans le *Dictionnaire* pourquoi certaines industries ont besoin, en vue de fabriquer dans de bonnes conditions, de travailler dans une atmosphère chargée d'un degré d'humidité que la pratique indique à chacune d'elles. Parmi ces industries, il faut placer au premier rang la filature de laine qui, en tout temps, est forcée de travailler ses produits dans un air chargé d'humidité. La filature de coton éprouve les mêmes besoins par certains temps secs, froids en hiver, chauds et quelque peu chargés d'électricité en été. En hiver, ces industries se procurent facilement le degré d'humidité qui leur convient, en laissant échapper dans les salles la vapeur des tuyaux de chauffage au moyen de petits robinets disposés convenablement. Mais en été, ces jets de vapeur ont le grave inconvéuient d'élever la température des salles à un degré tel, qu'il devient nuisible à la santé des ouvriers ou au moins tend à réduire la production par la diminution des forces. Il a donc fallu chercher des moyens spéciaux pour humidifier l'atmosphère des salles de filature dans des conditions satisfaisantes.

Certains industriels, n'ayant en vue que les perturbations amenées sur des matières aussi légères que des filaments de laine ou de coton, par l'électricité due au frottement des corps en mouvement dans l'air sec, ont cherché à faire écouler cette électricité en terre par des corps bons condncteurs. Mais ce moyen n'a pu suffire et il a fallu presque toujours en arriver à construire des appareils *humidificateurs*. Ces appareils sont de deux sortes : les uns dans lesquels on aspire l'air au dehors pour l'humidifier, par un passage dans des chambres spéciales où des dispositions particulières entretiennent un fort degré d'humidité et le rejeter dans les salles de filature, les autres qui refoulent directement dans les ateliers de la vapeur ou de l'air humide produit par des appareils spéciaux. Nous allons indiquer quelques-uns des types les plus originaux.

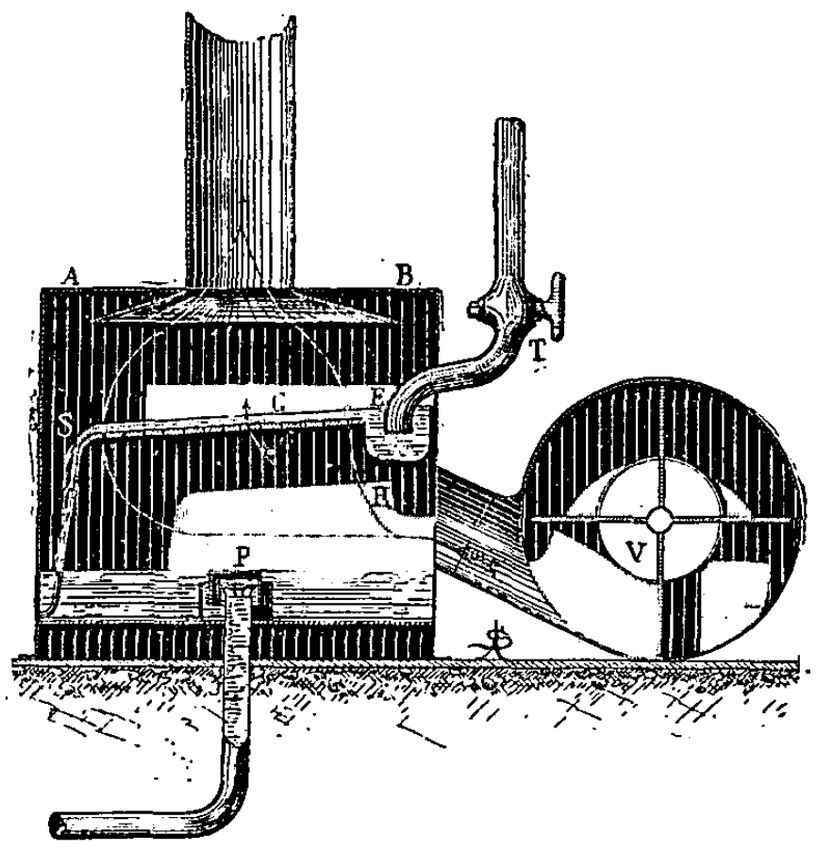


Fig. 590 — Appareil humecteur.

La figure 590 représente l'humidificateur de M. Garlandat. il se compose d'un ventilateur V et d'une caisse rectangulaire AB, divisée en deux sur sa hauteur par une cloison C horizontale ou légèrement inclinée et percée de 6.000 à 120.000 trous par mètre carré. Du côté E, le plus élevé de cette plaque, se trouve une rigole en tôle pleine R, recevant par un tuyau extérieur T de l'eau qui se répand sur la plaque sur une épaisseur d'en-

viron un centimètre : l'eau se déverse ensuite en S dans une autre rigole P munie d'un trop plein. On voit donc que l'air, chassé par le ventilateur V

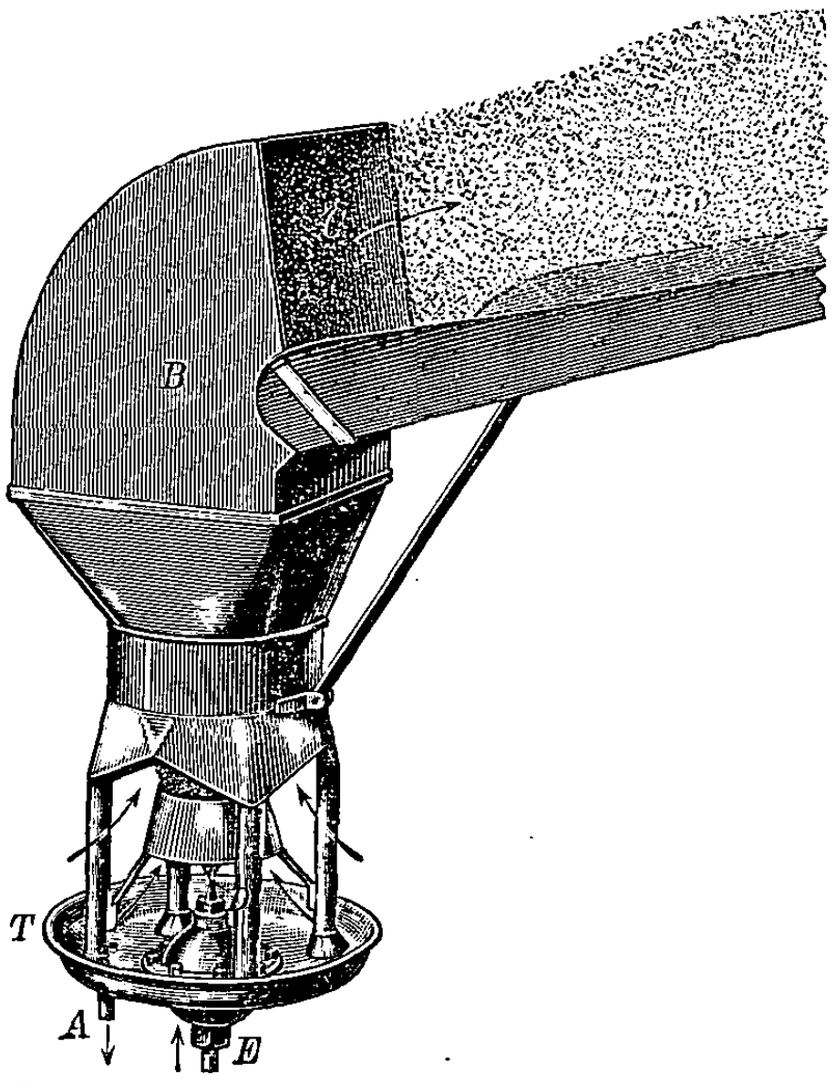


Fig. 591. — *Humecteur à jet d'eau de MM. Kœrting.*

dans le compartiment supérieur de la caisse AB, traverse l'eau qui se trouve sur la plaque et s'échappe par un conduit surmontant le compartiment supérieur : cet air barbote au travers de l'eau et sort saturé, lavé, débarrassé des poussières qu'il pouvait tenir en suspension.

MM. Kœrting ont inventé un autre genre d'humecteur pulvérisant l'eau et envoyant en même temps l'air dans les salles de filature. L'appareil pulvérisateur est une tuyère à spirale que nous avons représenté (fig. 591), laquelle détermine un mouvement giratoire de l'eau qui y arrive sous pression et qui sort sous forme de cône renversé : il se produit, en même temps, autour du jet, une forte aspiration de l'air qui vient s'y humidifier et se répand dans le local. La figure 592 donne la coupe de l'appareil complet et la figure 593 représente une usine où ces appareils sont installés. Comme on le voit par la figure 591, l'excès d'eau retombe dans un grand plateau T, d'où un conduit A la ramène au réservoir de la pompe. Un tamis empêche les impuretés du liquide d'eau de venir obstruer l'orifice du jet. Un robinet permet le réglage de l'humidification.

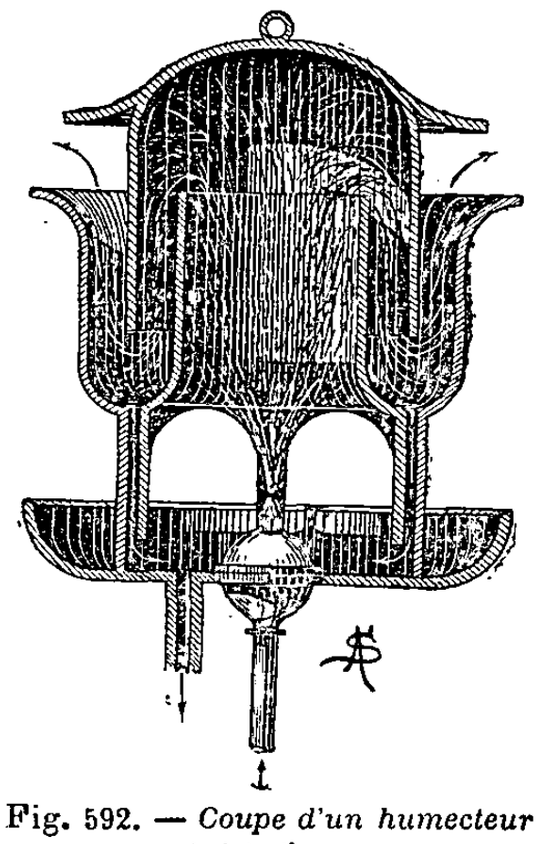


Fig. 592. — *Coupe d'un humecteur à jet d'eau.*

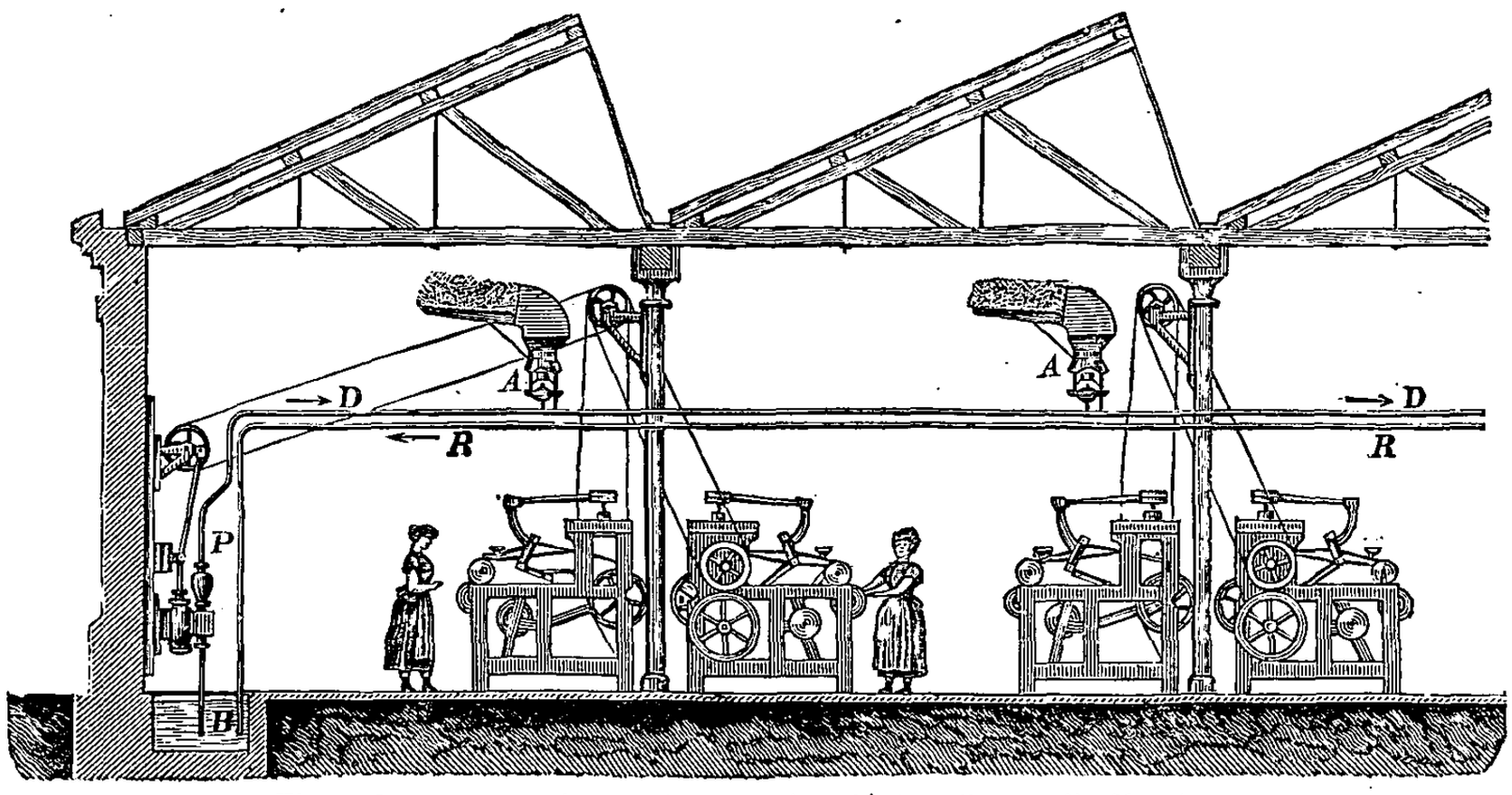


Fig. 593. — *Coupe d'une usine avec installation d'appareils Kœrting.*

D'autres inventeurs ont utilisé directement la vapeur au lieu de l'eau pulvérisée. De ce nombre est M. Bertrand, de Tourcoing. Son appareil se compose d'un tuyau distributeur percé à droite et à gauche sur toute sa longueur de deux lignes de petits trous qui servent à distribuer l'air humide dans la salle. A l'une des extrémités du tuyau distributeur est boulonnée une capacité cylindrique en fonte, dans l'axe de laquelle débouchent les organes d'injection d'eau et de vapeur. Sur le dessus existe une tubulure par laquelle l'air arrive dans l'appareil. La vapeur est prise aux générateurs de

l'usine, son débit est réglé par un robinet et elle s'échappe dans l'axe de la capacité cylindrique par un ajutage à petite section. L'eau est prise à un réservoir, son débit est aussi réglé par un robinet et elle sort par un ajutage conique et concentrique à celui de la vapeur. L'air arrive par la tubulure située sur le dessus de la capacité cylindrique; il est pris au plafond de la salle; des registres en règlent le débit. La mise en marche se fait en ouvrant d'abord le robinet de vapeur, puis celui d'eau. La vapeur se condense au contact de l'eau, et par sa vitesse acquise, aspire l'air par la tubulure. Le tout est chassé dans le tuyau de distribution, d'où le mélange humide sort par les petits trous pour se répandre dans la salle.

M. Armand Petit, de Fourmies, construit un appareil d'un autre genre, qui n'est autre qu'un ventilateur à axe vertical, aspirant l'air par le dessous et le rendant, tant par sa partie supérieure que par sa circonférence, grâce à la perméabilité de son enveloppe formée d'un tricot. Mais pendant son passage dans le ventilateur, l'air est humidifié de façon à sortir presque complètement saturé de l'appareil. A cet effet, l'eau arrive à la partie supérieure, c'est-à-dire en sens inverse de la marche de l'air, et se pulvérise en tombant sur une brosse (fig. 594) en forme d'hélice, fixée sur l'axe du ventilateur et animée ainsi d'une vitesse de 1,200 tours par minute. Le mélange de l'air et de l'eau se fait d'une façon parfaite, car, en plus du premier jeu de palettes qui aspire l'air, l'axe du ventilateur en reçoit un deuxième, dont le but est de rompre le courant et de prolonger ainsi le contact des deux éléments en présence. Une cuvette recueille toute l'eau non absorbée par l'air et qui peut être utilisée à nouveau. L'air saturé qui s'échappe à travers une enveloppe en tricot ne peut entraîner d'eau mécaniquement, ce qui supprime un inconvénient grave que l'on reproche à beaucoup d'appareils analogues : l'air, contenant plus d'eau que son point de saturation ne le lui permet, laisse, en effet, condenser cette dernière sur les conduits avoisinants, où elle se forme en gouttes et tombe ensuite sur les machines dont elle provoque la rouille. Le degré d'humidité voulue se règle par la simple manœuvre d'un robinet. — A. R.

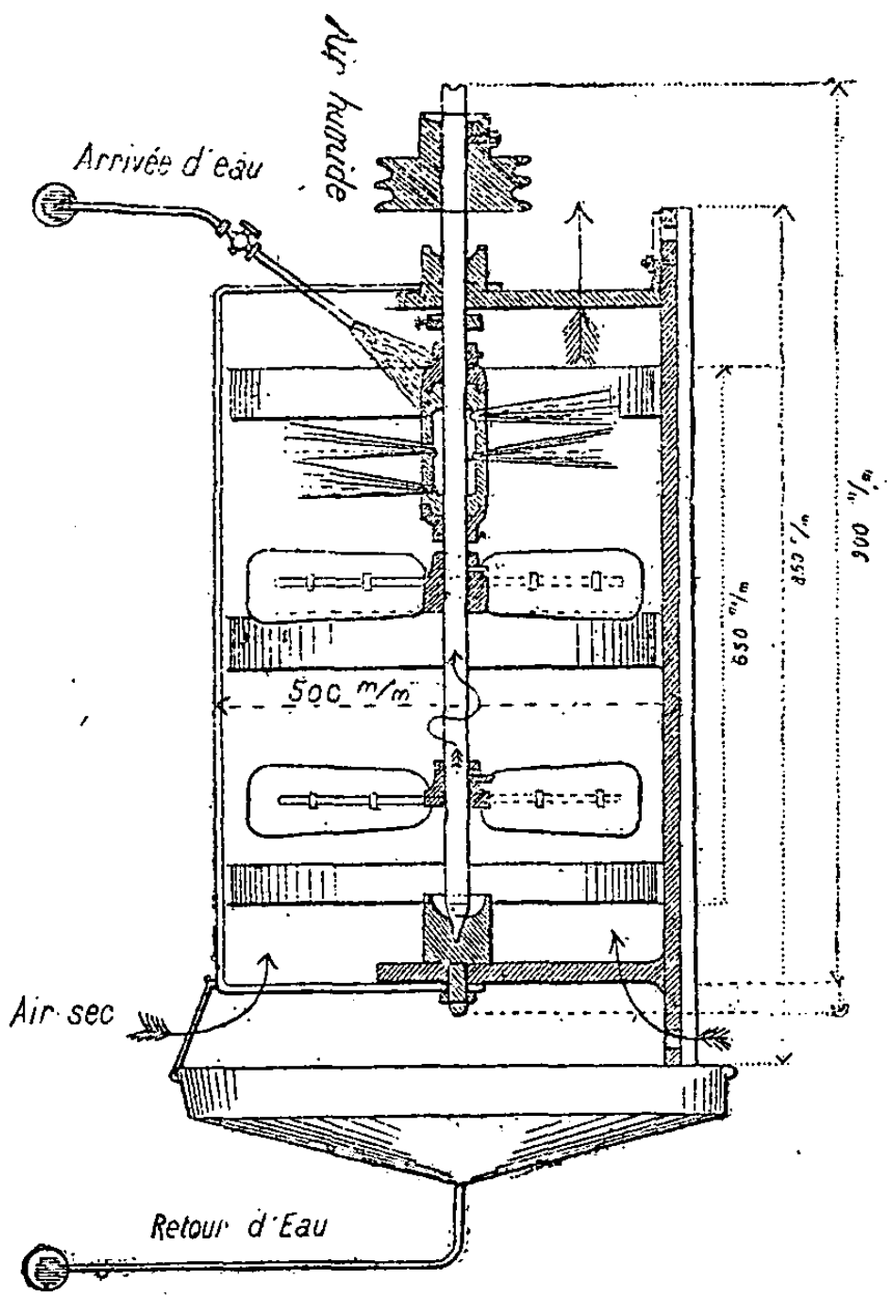


Fig. 594. — *Humecteur Armand Petit.*

* **HYDROMOTEUR.** — V. Moteur a eau.

HYGIÈNE. L'*hygiène municipale* et l'*hygiène des ateliers* ont été traitées d'une manière suffisante dans les divers articles du *Dictionnaire* relatifs à la désinfection et à l'assainissement; nous reviendrons encore sur cette question aux articles Hôpital et Ventilation du *Supplément*. D'ailleurs si les applications de cette science ont figuré sur une large échelle à l'Exposition universelle de 1889, elles ne paraissent pas avoir donné lieu à de grands progrès nécessitant une revue générale de la question.

Nous croyons toutefois devoir signaler le *recueil poussières* de M. Jouanny; cet appareil aspire les poussières des ateliers à l'aide d'un ventilateur qui les envoie sous une cloche fixée à la partie supérieure d'une cuve d'eau à fond incliné. La paroi inférieure de la cloche qui plonge dans l'eau est percée d'une couronne de trous ronds par lesquels s'échappe l'air, en abandonnant les poussières qui tombent au fond de la cuve. Citons aussi les humecteurs d'air pour lesquels nous renvoyons à l'article Humidification, et divers appareils nouveaux présentés par MM. Geneste et Herscher, notamment un appareil cherche-fuites pour les canalisations, refoulant dans celles-ci, au moyen d'un petit ventilateur, la fumée produite au sein de l'appareil par la combustion d'une substance appropriée (foin humide, papier imbibé de térébenthine, etc.); des pulvérisateurs à compression d'air pour liquides désinfectants, permettant de laver de grandes surfaces de murs ou de planchers; un appareil *locomobile pour la désinfection* et le nettoyage du matériel et des parois des écuries, abattoirs, wagons à bestiaux, etc. Ce dernier comprend une chaudière à vapeur dont l'eau est lancée à une température de 160° dans un injecteur qui aspire une solution désinfectante (acide crésylique). L'eau arrive ainsi sur les objets à désinfecter à une température très élevée, et ne se refroidit pas instantanément comme un jet de vapeur. Le liquide agit donc à la fois par

sa haute température, son action chimique et par sa force de projection.

La plupart des données relatives à l'*hygiène privée* ont, au contraire, été résumées dans des installations spéciales présentées sous le nom de *maisons salubre et insalubre* par le Service de l'assainissement de Paris, qui ont mis d'une manière satisfaisante, sous les yeux du public, les dispositions à adopter ou à éviter dans les habitations particulières, en prenant pour base l'évacuation à l'égout de toutes les matières usées.

Nous pensons donc qu'en décrivant sommairement ces installations, nos lecteurs pourront se rendre compte de l'état actuel de la question. Les *maisons salubre et insalubre* avaient été organisées par MM. Alfred Durand-Claye, Bechmann, ingénieurs en chef, et L. Masson, inspecteur du Service de l'assainissement de Paris.

Afin de faire succéder chez les visiteurs l'impression du confortable et de l'hygiène, bien entendus, à celle des inconvénients provenant des dispositions insalubres, le public entrait par le rez-de-chaussée de la maison insalubre, montait au deuxième étage et franchissait une passerelle qui le reliait à celui de la maison salubre. Nous adopterons le même ordre pour notre description.

Les deux maisons comprenaient chacune un rez-de-chaussée et deux étages : la maison salubre présentait en outre un sous-sol abritant les conduites de distribution d'eau pure, et celles d'évacuation des eaux et des matières usées.

Maison insalubre. Au rez-de-chaussée de la maison insalubre, on trouve une première pièce avec un parquet posé sur lambourdes encastrées dans le sol, sans scellements ni petits murs : l'air ne peut donc circuler sous les lames, et l'humidité constante doit fatalement déterminer la pourriture de celles-ci. Un évier, placé dans un des coins, n'est alimenté que par une fontaine, dont l'eau est contaminée par les odeurs dues aux eaux sales que contient le seau placé sous l'évier pour la vidange. Ce seau, évidemment insuffisant, n'est vidé que lorsqu'il est plein, et déborde si l'on n'y fait attention. A côté, un lavabo à vidange non siphonnée, se déverse dans l'égout voisin, et expose la pièce à la rentrée des gaz de l'égout. La jonction des tuyaux, faite à angle droit, nuit à l'écoulement des eaux, et les soudures mal faites retiennent les matières savonneuses (V. fig. 595, nos 1 et 2).

L'évier, avec bonde siphoïde, est alimenté directement par une distribution d'eau insalubre (eau de l'Ourcq). L'orifice de vidange n'est pas obturé : les eaux sales sont rejetées dans une gargouille en fonte sous trottoir, d'où mauvaises odeurs dans la rue et dans la maison. De plus, la conduite de distribution d'eau présente de mauvais nœuds de soudure ; les bouts mâle et femelle mal ajustés, mal dressés, forment à l'intérieur des saillies qui s'opposent à l'écoulement de l'eau (V. fig. 597, nos 2, 3, 4 et 5).

Le carrelage de la cuisine et du couloir adjacent est fait en carreaux de terre cuite trop peu résistants, qui se brisent facilement. Les eaux de lavage pénètrent dans l'aire en plâtre et la déforment. Elles vont à l'égout par une bonde siphoïde qui, comme l'on sait, s'encrasse rapidement et ne ferme plus la communication avec l'égout (V. fig. 597, nos 3 et 7).

Dans le couloir qui suit la cuisine est placé un urinoir mal éclairé et mal ventilé. Les joints des revêtements en ardoise sont mal établis, et l'alimentation d'eau insuffisante pour laver les dalles et le caniveau. Les urines circulent à l'air libre dans la pièce et dans la cour avant d'être évacuées. Le sol, formé d'un enduit en mortier de ciment, est bientôt imprégné et répand des odeurs insupportables. Le cabinet avec sol en ciment et trou béant, prend son entrée sur le couloir ; il n'a pour la ventilation et l'éclairage qu'une petite baie s'ouvrant sur la cage de l'escalier. Trou à la turque, garni d'un pot en fonte avec fermeture à bascule ; la valve se détériore promptement par suite de l'oxydation, et livre passage aux gaz de la fosse. Les urines croupissent sur le sol en ciment. Le tuyau de chute, en fonte, de $0^m,20$ de diamètre, est monté dans l'angle du mur et traverse tous les étages, mais, contrairement au règlement, il ne s'élève pas toujours au-dessus du toit, et les émanations de la fosse ne trouvent une issue que par le cabinet du dernier étage. Un joint mal fait ou rompu suffit pour infecter toute l'habitation. Encore ici, le tuyau est-il apparent, mais trop souvent on le noie dans la maçonnerie et toute surveillance est impossible (V. nos 8, 9, 10 et 11).

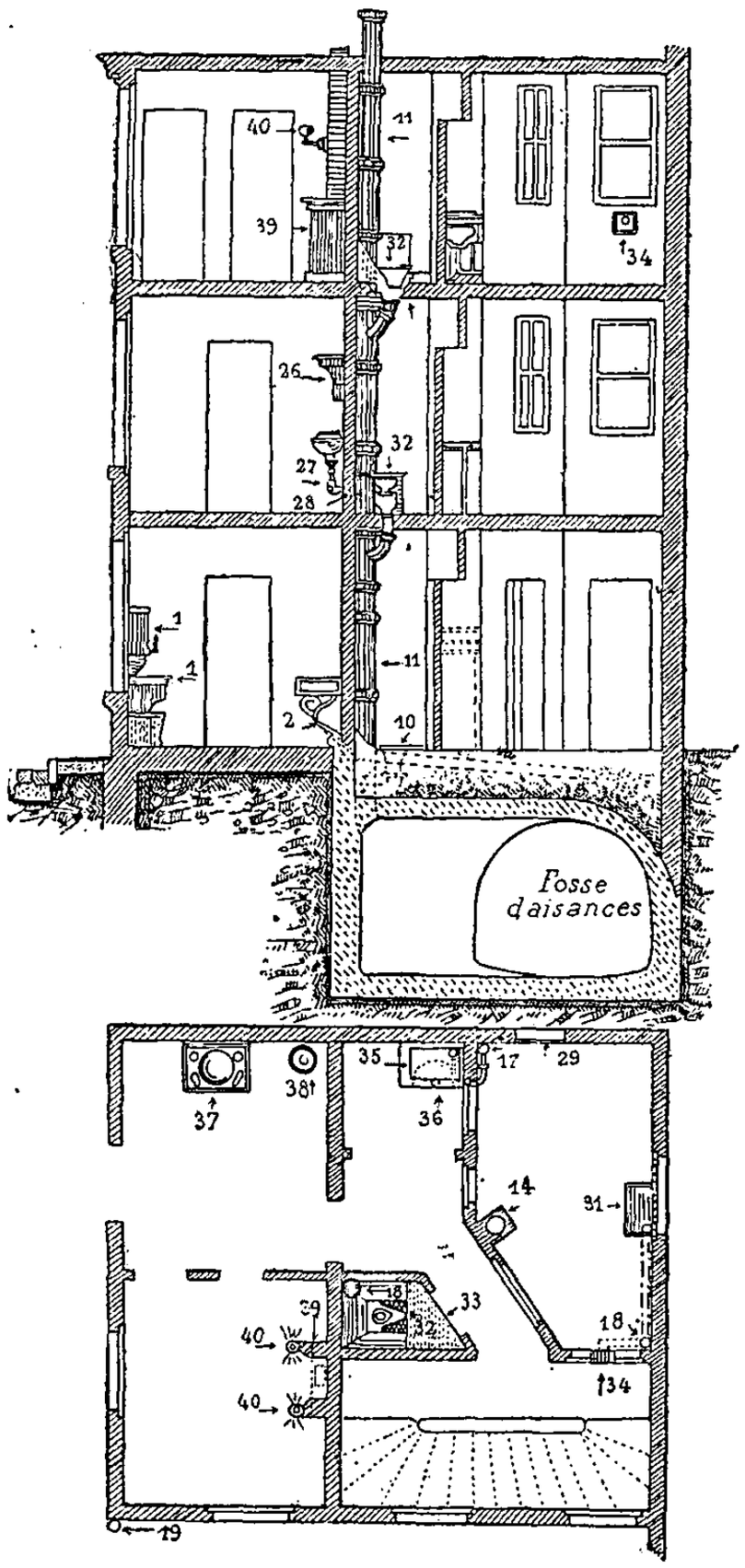
Dans la cour, pavage défectueux, posé sans soin. Les caniveaux à ciel ouvert, dont les joints ne sont pas étanches, s'imprègnent d'ordures qui dégagent des odeurs nauséabondes. Cette cour étroite et sombre contient l'orifice mal clos, d'une fosse d'aisances, construite en maçonnerie de meulière et ciment et placée partie sous le bâtiment, partie sous le sol même de la cour. Son tampon en pierre est établi immédiatement au-dessous des fenêtres de la maison. La fosse est également peu étanche ; elle infecte le sous-sol et laisse filtrer jusqu'à la nappe souterraine des germes nocifs qui la rendent malsaine et impropre à tous les usages (V. nos 12 et 13).

La fosse est ventilée par un tuyau d'évent en fonte, de $0^m,25$ de diamètre, qui débouche au-dessus du toit. Quand la pression atmosphérique est forte, ce tuyau répand dans l'air les gaz de la fosse, que les vents chassent vers les quartiers élevés ; si la pression est faible, ils rentrent dans la maison par le tuyau de chûte. La vidange de la fosse se fait à l'aide d'une pompe et d'un tuyau de refoulement qui doit forcément traverser les locaux. Le coût élevé de la vidange amène le propriétaire à restreindre autant que possible la consommation d'eau, d'où lavage insuffisant des cabinets (V. nos 12 à 14).

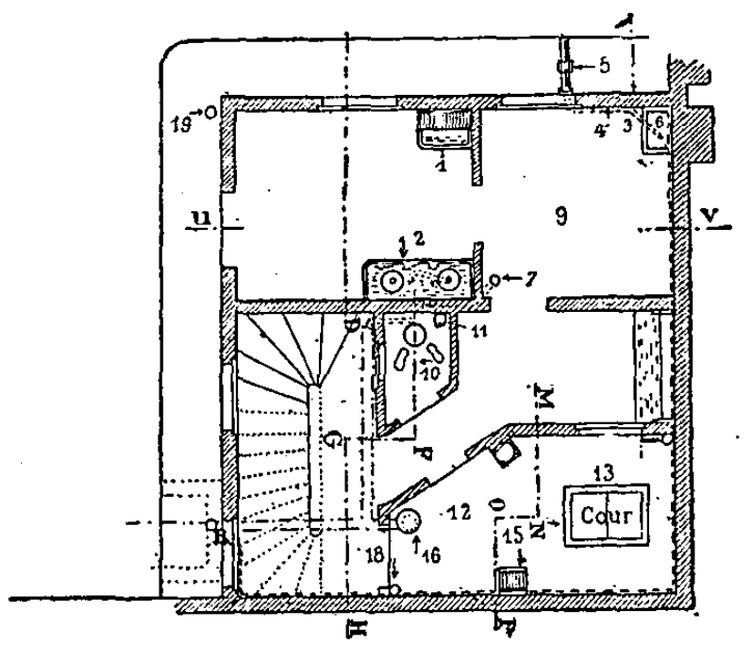
La cour contient encore : un siphon avec cloche en fonte, ayant pour but de former occlusion hydraulique entre l'égout et l'habitation ; mais les appareils de ce genre s'encrassent, débitent difficilement les eaux, et finissent par livrer passage aux gaz ; une descente d'eaux ménagères, en fonte, présentant des joints défectueux en ciment,

et non prolongée au-dessus du toit. Les raccords avec les branchements d'eau en élévation sont faits dans l'épaisseur des murs : on ne peut les visiter, et s'il se produit des fuites, les liquides

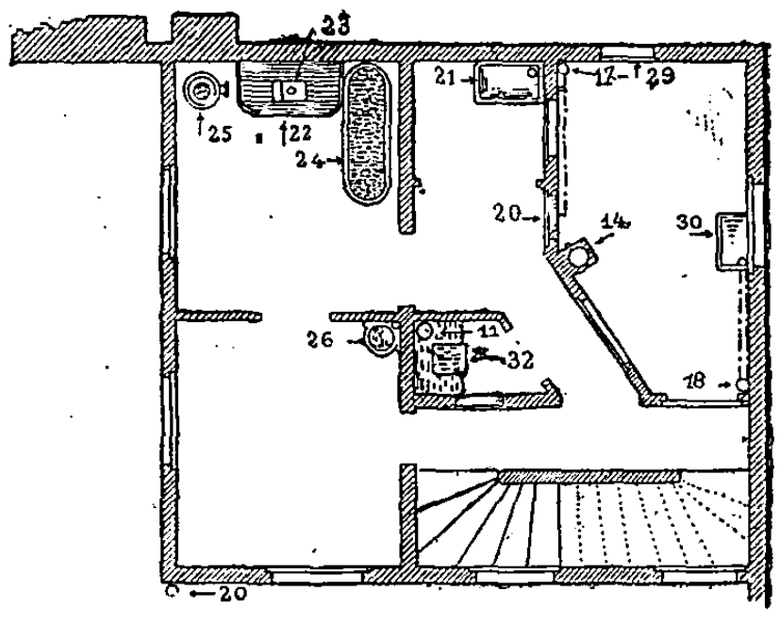
Coupe suivant DEFGH.



Plan du 2e étage.



Plan du rez-de-chaussée.



Plan du 1er étage.

Fig. 595 à 598. — *Maison insalubre* (*Pavillon de la Ville de Paris, Exposition de 1889*).

1 Evier avec *fontaine et seau en bois pour* la vidange. — 2 Lavabo à vidange non siphonnée. — 3 Evier avec bonde siphoïde. — 4 Vidange de l'évier. — 5 Gargouille en fonte. — 6 Robinet d'eau de l'Ourcq. — 7 Bonde siphoïde. — 8 Urinoir en ardoise. — 9 Cuisine et couloir. — 10 Cabinet avec sol en ciment et trou béant. — 11 Tuyau de chute en fonte de 0,20 de diamètre. — 12 Cour. — 13 Ouverture d'extraction de la fosse d'aisance. — 14 Ventilateur en fonte de 0,25 de diamètre. — 15 Fontaine avec souillard en fonte. — 16 Siphon à cloche en fonte. — 17 Descente d'eaux ménagères en fonte (joints en ciment). — 18 Descente d'eaux ménagères en zinc (joints en ciment). — 19 Descente d'eaux pluviales en fonte (joints en ciment). — 20 Cuvette d'eaux ménagères en fonte à *soufflet*. — 21 *Evier avec bonde siphoïde*. — 22 Terrasson pour baignoire. — 23 Boîte d'interception en plomb. — 24 Baignoire allant sur le terrasson 23 rempli d'eau. — 25 Boîte d'interception en fonte émaillée. — 26 *Lavabo avec siphon* ᘐ *branché sur le tuyau de chute* 11. — 27 Siphon ᘐ. — 28 Vidange du lavabo. — 29 Jour de souffrance d'un cabinet d'aisance de la maison voisine. — 30 Plomb à écope en zinc. — 31 Plomb à écope en fonte. — 32 Siège avec *soupape*. — 33 Terrasson en plomb mal raccordé. — 34 Cuvette d'eaux ménagères en fonte à soufflet. — 35 Evier avec bouchon en cuivre. — 36 Cuvette tournante sous l'évier. — 37 Lavabo sans vidange. — 38 Seau émaillé. — 39 Cheminée sans ventilation. — 40 Becs de gaz sans ventilation.

rez-de-chaussée, mais en réalité tout aussi insalubres. Ainsi les cabinets d'aisances manquent absolument d'eau, ou ne sont alimentés que d'une manière insuffisante. La soupape ne ferme qu'imparfaitement le tuyau de chute, grâce à l'oxydation du mécanisme, et laisse passer les gaz de la fosse (V. n° 32).

envahissent les maçonneries. Les eaux ménagères, souvent mélangées d'urines, aboutissent au sol, et l'écoulement se fait par un caniveau à ciel ouvert. Une descente d'eaux ménagères en zinc est aussi défectueuse que la précédente au point de vue des joints, et encore plus attaquable par les eaux impures qu'elle doit évacuer (V. nos 16, 17 et 18).

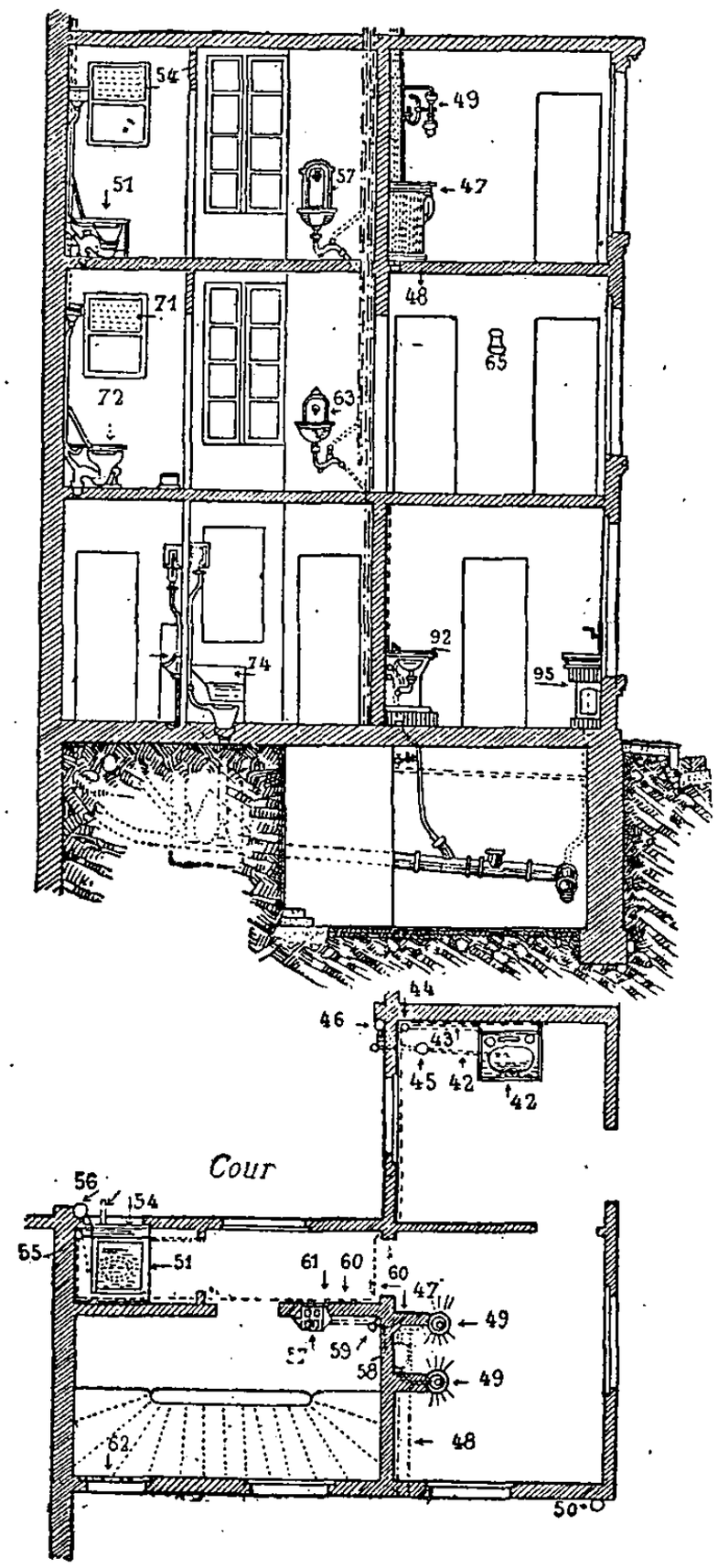
L'escalier qui conduit aux étages a ses fenêtres condamnées par la rampe et ne s'aère que sur la courette.

Les appareils que l'on rencontre aux étages sont plus perfectionnés en apparence que ceux du

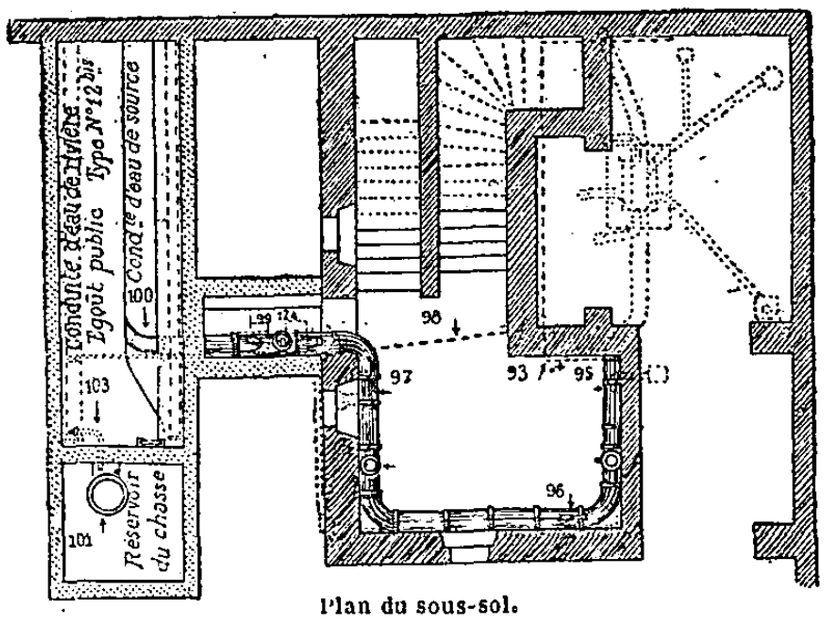
Le siège s'imprègne d'eau et d'urine ; le sol, en plomb, détérioré par l'usure, laisse filtrer les urines qui attaquent les plafonds. Enfin, il est impossible de découvrir les fuites du tuyau et de la cuvette autrement que par les dégâts qu'elles occasionnent.

Le plomb d'étage et la cuvette d'eaux ménagè-

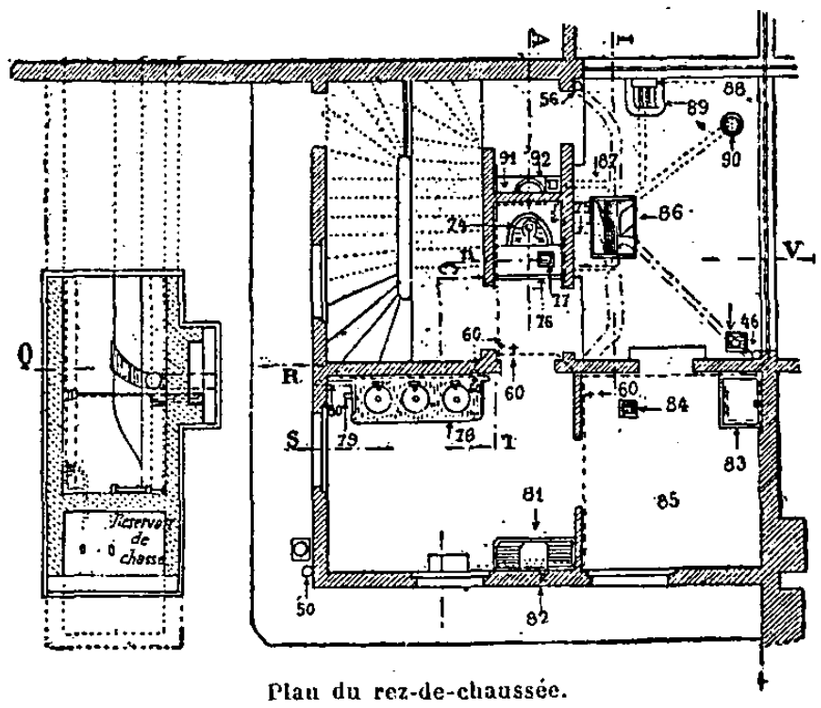
Coupe suivant A B C



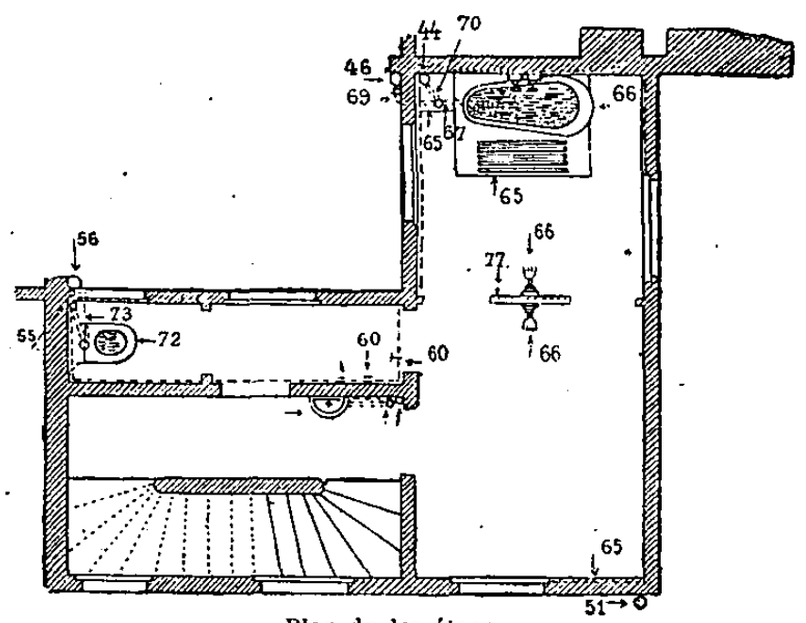
Plan du 2e étage.



Plan du sous-sol.



Plan du rez-de-chaussée.



Plan du 1er étage.

Fig. 599 à 603. — *Maison salubre (Pavillon de la Ville de Paris, Exposition de 1889).*

41 Lavabo avec vidange siphonnée. — 42 Vidange du lavabo. — 43 Ventilation du siphon du lavabo. — 44 Colonne montante de ventilation. — 45 Lampe à gaz avec évacuation à l'extérieur des produits de la combustion. — 46 Tuyau d'eaux pluviales et ménagères en fonte à cordon et emboîtement (joints à la céruse). — 47 Cheminée ventilée. — 48 Prise d'air pour la ventilation de la cheminée. — 49 Lampe à gaz avec évacuation des produits de la combustion dans le tuyau de fumée de la cheminée. — 59 Tuyau d'eaux pluviales et ménagères en fonte à cordon et emboîtement (joints à la céruse). — 51 Cuvette et siphon en grès vernissé posé sur terrasson indique-fuites, siège et devant de siège en chêne s'ouvrant tous les deux. — 52 Indique-fuites du terrasson. — 53 Pipe en plomb reliant le siphon de cuvette au tuyau de chute. — 54 Vitres en verre perforé. — 55 Colonne montante de ventilation. — 56 Tuyau de chute en plomb avec joints à la céruse. — 57 Poste d'eau en fonte émaillée avec vidange siphonnée. — 58 Vidange des postes d'eau. — 59 Colonne montante de ventilation. — 60 Robinets d'arrêt. — 61 Robinets d'arrêt du poste d'eau. — 62 Ventilation par valve en mica. — 63 Poste d'eau en porcelaine avec vidange siphonnée. — 64 Lampes électriques à incandescence. — 65 Parquet avec baillicotis reconvrant le terrasson établi sous la baignoire. — 66 Baignoire. — 67 Siphon en plomb obturant la vidange de la baignoire. — 68 Terrasson continuant sous la baignoire. — 69 Indique-fuites terminant le terrasson 73. — 70 Ventilation du siphon 72. — 71 Vitres en verre perforé. — 72 Cuvette combinaison en porcelaine avec siège en bois et abattant. — 73 Pipe en plomb raccordant le siphon de la cuvette 72 avec le tuyau de chute. — 74 Siège à la turque en grès vernissé. — 75 Vidange de la cuvette posée sous le siège à la turque. — 76 Caniveau lavé par un réservoir de chasse automatique et recouvert d'une grille en fer galvanisé. — 77 Siphon du caniveau 76. — 78 Lavabo avec siphons ventilés sous chacune des trois cuvettes. — 79 Vidange du lavabo. — 80 Ventilation des siphons avec valve en mica. — 81 Timbre d'office siphonné. — 82 Valve en mica et tuyau de ventilation du siphon du timbre d'office. — 83 Evier avec vidange pourvu d'un siphon obturateur en plomb. — 84 Siphon obturateur en grès vernissé. — 85 Cuisine. — 86 Regard de visite avec demi-tuyau en grès émaillé et glacis en ciment. — 87 Tuyaux de ventilation du regard de visite. — 88 Fontaine. — 89 Siphon obturateur en grès vernissé. — 90 Siphon de cour. — 91 Pot d'urinoir en faïence. — 92 Caniveau en grès émaillé recevant la vidange du pot d'urinoir — 93 Alimentation d'eau de rivière. — 94 Canalisation en grès vernissé de 0,16 de diamètre. — 95 Vidange du sol de la cuisine. — 96 Vidange du timbre d'office. — 97 Vidange du lavabo. — 98 Alimentation d'eau de source. — 99 Siphon obturateur terminus, en grès vernissé. — 100 Demi-tuyau recouvert d'une grille au ras de la banquette. — 101 Siphon de chasse. — 102 Vannette à main. — 103 Alimentation du réservoir de chasse.

res à soufflet, le plomb à écope en zinc, sont impossibles à nettoyer, ferment mal et répandent des odeurs infectes (V. nos 20 et 34, 30 et 31).

La bonde siphoïde ou le bouchon en cuivre des éviers interrompent mal ou nullement la communication avec l'égout. Pour le premier, le raccord avec la descente extérieure est noyé dans la maçonnerie, ce qui en cache les imperfections et empêche la visite. La baignoire se remplit au seau ; le parquet est insuffisamment protégé par le terrasson en plomb. Le tuyau de vidange est muni d'une boîte d'interception dite coupe-air, où les matières grasses ou savonneuses s'accumulent, se décomposent, et donnent lieu à des émanations qui se répandent dans la pièce quand la baignoire est vide (V. nos 21 et 35, 24 et 22, 23 et 25).

Un lavabo d'angle est alimenté par un réservoir qu'on remplit au broc ; l'eau s'y échauffe et s'y altère. Le tuyau de vidange plonge dans un siphon en D ; sa plongée s'est corrodée, et il en est résulté une communication directe entre la chambre et le tuyau de chûte des cabinets. Un autre lavabo n'a pas de vidange (V. nos 26, 27, 28 et 37).

La cheminée et les becs de gaz n'ont pas de ventilation, et les papiers de tenture sont à base d'arsenic (V. nos 39 et 40).

Maison salubre. Tout autres sont les dispositions des divers appareils qui meublaient la maison salubre, à laquelle on accédait par la passerelle réunissant les deux étages supérieurs. Nous allons en conséquence la visiter du haut en bas.

La cheminée reçoit l'air nécessaire à la combustion par un conduit ménagé dans l'épaisseur du plancher et débouchant au dehors : l'éclairage se fait à l'électricité ou avec des lampes Wenham qui évacuent les produits de la combustion dans le tuyau de la cheminée. Les papiers de tenture sont choisis parmi ceux qui ne renferment aucun produit toxique, mais on emploie aussi des revêtements en ardoise émaillée et en carreaux de faïence dans la salle de bains et dans les cabinets. Les parquets sont à l'anglaise ou à point de Hongrie, et d'un démontage très facile (V. nos 47, 48, 45 et 49, 64).

Les cabinets d'aisances présentent divers types de cuvettes raccordées sur la chute par des tuyaux de plomb, et lavées par les chasses d'eau de réservoirs d'une contenance de dix litres, se manœuvrant à volonté au moyen d'un levier actionné par une chaîne, ou fonctionnant automatiquement à intervalles réguliers. Tous les siphons sont ventilés en couronne pour en assurer l'amorçage constant. La cuvette et le siphon reposent dans le cabinet sur un terrasson en plomb recouvrant toute la largeur du cabinet ; la pente est inclinée vers l'extérieur avec dégagement à travers le mur au moyen d'un petit tuyau en plomb qui servirait à l'évacuation des eaux s'il se produisait des fuites. Dans le cabinet un caniveau en carreaux de faïence reçoit les urines ; il est établi avec retenue d'eau et siphon à la sortie (V. nos 51 et 72).

Les revêtements des murs sont faits en carreaux de faïence ou en demi-briques émaillées, posées de champ, ou encore en enduit ordinaire avec peinture à l'huile à base de blanc de zinc. Pour l'urinoir, on peut le faire en verre ou en lave émaillée. L'aération est assurée au moyen d'un vasistas muni d'une vitre perforée, dont on peut suspendre les effets à l'aide d'un carreau plein monté sur un châssis mobile qui s'y adapte exactement : au niveau du plancher se trouve une prise d'air qu'on ferme à volonté par une porte à coulisse (V. nos 54 et 56).

Le tuyau de chute est en plomb de 0m,100 de diamètre avec joints à la céruse. L'avantage de ce métal consiste dans la facilité avec laquelle on le courbe, son allongement sans rupture des joints, sa faible tendance à l'oxydation, et la faculté qu'on a de le travailler en bouts d'une très grande longueur, ce qui permet de réduire le nombre des joints.

La baignoire est alimentée par des robinets et porte une colonne pour douches. Elle est disposée sur un terrasson (recouvert d'un parquet en bailicotis) permettant de recueillir les eaux qui pourraient s'en échapper, avec indique-fuites dirigé vers l'extérieur. Le trop-plein est branché sur le tuyau de vidange pourvu lui-même d'un siphon obturateur soigneusement ventilé. (V. nos 65, 66, 69, 67 et 70).

Les lavabos ont également leurs vidanges siphonnées et ventilées ; les trois cuvettes du second sont réunies sur un même tuyau de vidange, tamponné à son extrémité supérieure afin de permettre les visites et les nettoyages éventuels : alimentation directe et trop-plein. Un ventilateur spécial aère les trois siphons en prenant l'air à l'extérieur par une valve mobile en mica (V. nos 41 et 78, 42 et 79, 43 et 80).

La ventilation des pièces est assurée automatiquement par des conduits avec valves en mica, l'une, aspiratrice, fonctionnant de l'extérieur vers l'intérieur avec un couvercle mobile pour la fixer pendant les grands froids ; l'autre, expiratrice, fonctionnant en sens inverse de la première et donnant issue, vers le plafond, aux gaz légers et à l'air chaud. Un appareil aspirateur analogue permet de ventiler les escaliers (V. no 62).

Dans la cuisine, l'évier est alimenté en eau de source : sa décharge porte un siphon obturateur ventilé ; un regard de visite est disposé sur le siphon pour les nettoyages. Le carrelage est en grès cérame avec pentes dirigées vers une entrée d'eau, pourvue d'un siphon en grès émaillé relié à la conduite principale des eaux usées. Cette disposition permet les lavages journaliers à grande eau (V. nos 83 et 84).

Dans la cour, qui est commune à plusieurs immeubles contigus et par suite largement aérée, un regard de visite est établi au point de jonction des diverses conduites sur le drain général ; en ce point concourent la chute d'eaux pluviales et ménagères avec son siphon de pied, le siphon des eaux superficielles de la cour, le tuyau de décharge de la fontaine de la cour, la chûte des cabinets, les décharges des caniveaux de l'urinoir et du siège à la turque. Ce regard permet la surveillance et facilite les dégorgements. Les drains secondaires sont à une altitude un peu supérieure à celle du drain principal, pour éviter les reflux

qui donneraient lieu à des dépôts. Les raccords entre les diverses conduites et le drain principal se font suivant des courbes dirigées dans le sens de l'écoulement. Le regard de visite est ventilé par un tuyau avec valve de mica (V. nos 86, 46 et 50, 90, 76, 74 et 87).

En examinant le sous-sol, on voit que le drain général est à forte pente (0m,04 par mètre). La canalisation est faite en grès vernissé de 0m,16 de diamètre, et pour qu'on puisse voir les fuites, elle contourne les murs qui la supportent à l'aide de corbeaux. Elle reçoit les diverses décharges siphonnées du sol de la cuisine, du timbre d'office et du lavabo. Dans le branchement particulier se trouve le siphon *terminus* en grès vernissé, qui intercepte toute communication entre l'atmosphère de l'égout et l'air de l'habitation. Ce siphon est ventilé par le tuyau pourvu d'une valve de mica. Le regard d'observation de ce siphon est hermétiquement fermé au moyen d'un T tamponné (V. nos 94, 95, 96, 97 et 99).

Au delà du siphon terminus, le drain général se continue dans le branchement particulier, puis traverse le mur plein qui l'isole de l'égout, et débouche dans ce dernier par un demi-tuyau recouvert d'une grille au ras de la banquette (V. no 100).

Le branchement particulier comprend en outre les deux conduites de la distribution d'eau avec leurs compteurs respectifs : l'une, en eau de source, destinée aux usages alimentaires ; l'autre, en eau de rivière, pour les lavages et les usages industriels.

Enfin, un réservoir de chasse est installé en tête de l'égout public. Il est alimenté par une prise sur la conduite d'eau de rivière (V. nos 101 et 103).

On doit incontestablement beaucoup d'éloges aux organisateurs des *Maisons salubre et insalubre*. Cependant cette exposition présentait quelques lacunes, notamment au poiut de vue du chauffage, qui était insuffisamment représenté dans les deux types d'habitation, et certaines dispositions qui nous paraissent sujettes à des critiques de détail. Nous croyons notamment qu'il serait préférable d'installer les décharges des eaux des lavabos et des baignoires, non sur le tuyau de descente des eaux de pluie, mais sur un tuyau spécial enfermé dans une gaine avec portes de visite. En cas de neige, le chéneau se vide dans la conduite des eaux de pluie lors du dégel ; mais s'il survient un brusque abaissement de température, cette conduite sera obstruée et avec elle, la décharge des appareils qui y aboutissent. Néanmoins, ces accidents seront peu fréquents dans des climats comme le nôtre et on pourra y parer par des projections d'eau chaude.

Nous voudrions également voir introduire dans les maisons *salubres* un système d'évacuation des ordures ménagères qui a fait ses preuves en Amérique et en Angleterre. Il consiste à établir, à chaque palier d'étage des trémies à bascule se fermant seules et se déversant dans une descente extérieure qui aboutit à une boîte à ordures. On sait qu'à Paris, le Préfet de la Seine a prescrit la mise à la disposition des locataires d'une boîte fermée où ils doivent *chaque soir* déverser leurs résidus secs, et qui est enlevée le matin entre 5 et 7 heures par des tombereaux spéciaux. Mais, il faut bien le dire, la première partie de cette prescription est à peu près complètement éludée. Ni les cuisinières, ni les locataires quand ils font leur ménage eux-mêmes, ne se donnent la peine de descendre exprès chaque soir pour déposer leurs résidus secs dans la boîte en question. Ils les gardent tout simplement sous la pierre d'évier de la cuisine, en sorte que si l'Administration a évité l'infection de la rue, qui, à tout prendre, n'était que désagréable pour les passants, elle a favorisé, à son insu, l'infection des habitations, dont les inconvénients sont autrement graves. L'installation des trémies et des descentes qui viennent d'être indiquées, permettrait de supprimer cette cause d'insalubrité qui constitue un complément indispensable des dispositions présentées pour la maison *salubre*.

Au sujet du chauffage des habitations privées, MM. Emile Trélat et Somasco ont préconisé devant le Congrès d'hygiène tenu à l'occasion de l'Exposition de 1889, le principe soutenu également par le professeur Adolf Vogt, de Berne, et par d'autres hygiénistes, de substituer le chauffage par rayonnement au chauffage par l'air chaud. Ce dernier a, en effet, l'inconvénient de surchauffer l'air, ce qui produit les malaises auxquels donne souvent lieu l'emploi des calorifères ordinaires, et de plus d'introduire dans les habitations un air plus ou moins mélangé des poussières qui se déposent dans les carneaux d'appel, Il arrive même fréquemment que par une fuite légère à l'un des joints de la canalisation, l'air chaud reçoit une certaine proportion des gaz de la combustion. Le chauffage salubre de l'ensemble d'une habitation s'opérerait en portant les surfaces des murs, des planchers, des plafonds, à la température nécessaire tout en maintenant l'atmosphère intérieure à une basse température pour que la respiration soit efficace avec le moindre travail des poumons. Ces désiderata peuvent être réalisés soit en composant les murs des maisons en deux épaisseurs séparées par un vide dans lequel on fera circuler de l'air échauffé, qui portera la face intérieure des parois à la température utile, mais qui n'entrera pas dans l'habitation ; soit en installant à l'intérieur des locaux, près des parois les plus menacées du froid, des *radiateurs*, sortes de serpentins ou de tuyaux à ailettes parcourus par de l'eau chaude ou de la vapeur d'eau. Cette solution est appliquée d'une manière courante aux Etats-Unis ; MM. Genesie et Herscher l'ont également employée pour le chauffage des écoles municipales à Paris. — G. R.

I

IMAGINAIRE. *Quantités imaginaires. T. de mathém.* Quoiqu'il n'existe pas de nombre dont le carré soit négatif, la nécessité de conserver à l'algèbre toute la généralité dont elle est susceptible, a conduit les mathématiciens à considérer des expressions de la forme

$$a+b\sqrt{-1}.$$

Grâce à des définitions nouvelles et qui s'introduisent pour ainsi dire d'elles-mêmes, ces sortes d'expressions qu'on a appelées des *quantités imaginaires*, peuvent être soumises aux opérations ordinaires de l'algèbre et figurer dans les raisonnements sans en altérer en aucune façon la rigueur. On démontre que les résultats de toutes les opérations qui se présentent à priori comme impossibles, tels que logarithmes des nombres négatifs, arcs dont le sinus est plus grand que l'unité, etc., peuvent toujours être représentés par des expressions imaginaires de la forme

$$a+b\sqrt{-1},$$

ce qui donne à l'analyse mathématique un caractère très remarquable de généralité et d'unité. Il ne faudrait pas croire que la considération des quantités imaginaires n'a d'autre objet que le développement de spéculations abstraites et stériles. Bien au contraire, on peut affirmer que l'introduction de ces sortes d'expressions dans le calcul a été pour la science une source féconde de progrès. Elle a permis de rattacher à des théories communes une foule de résultats qui se présentaient isolés et sans lien. Euler a pu montrer l'analogie étroite qui relie les fonctions circulaires à la fonction exponentielle, et plus tard Cauchy, qui a tant fait pour les progrès de l'analyse pure, a su trouver dans la théorie des quantités imaginaires la solution d'un problème qui intéresse au plus haut point les mathématiques appliquées : il a pu donner des règles précises et certaines pour reconnaître dans chaque cas particulier, si une fonction donnée peut se développer en série convergente, résultat d'une importance capitale pour toutes les questions ou des formules un peu compliquées doivent être réduites en nombre, car les développements en séries sont bien souvent le seul procédé de calcul numérique qui soit pratiquement applicable.

* **IMPERMÉABILISATION.** — V. TISSU IMPERMÉABLE.

** **IMPRESSION SUR ÉTOFFES.** L'Exposition nous a fait connaître un intéressant procédé d'impression métallique que nous devons mentionner. Il consiste à produire les reliefs de la broderie d'or ou d'argent sur divers tissus propres à recevoir un caractère décoratif. On se sert, à cet effet, de planches de cuivres gravées, comme celles qu'emploient les gaufreurs de velours, à Amiens et à Lyon. Ces planches, très bien planées de 0m,005 d'épaisseur, sont gravées en creux à une profondeur de 0m,003, à l'aide du burin et du ciselet avec un soin très artistique, afin d'obtenir les plus menus détails de la broderie à reproduire, et dont le dessin d'ensemble a été, au préalable, reporté sur la planche par procédé lithographique.

La planche, offrant en creux le dessin de broderie, et placée bien horizontalement sur la table d'une presse hydraulique, est couverte à l'aide d'un tamis d'une extrême finesse de poudres métalliques grasses, provenant de déchets de cuivre ou d'étain moulu, qui doivent pénétrer dans les plus minuscules cavités de la gravure ; après avoir tamponné la planche pour assurer l'adhérence de la poudre dans toutes les parties du dessin, on l'encolle d'huile cuite, d'amidon, de vernis et de gélatine, et on la nettoie au moyen de racles, de façon à ne laisser sur les parties non gravées, aucune parcelle de poudre.

L'étoffe à imprimer est repérée sur la planche, elle reçoit à l'envers un molleton pour faciliter l'impression et on la soumet à l'action de la presse hydraulique, dont l'un des plateaux est chauffé intérieurement par un courant de vapeur. Sous cette action combinée de la pression et de la vapeur développées simultanément, la mixture métallique est reportée sur le tissu en reproduisant en relief tous les détails de la broderie, et se trouve cuite et incorporée, en quelque sorte, dans l'étoffe même.

MM. Legrand frères, dont nous avons vu les belles impressions, s'efforcent de remplacer la gravure au burin, très coûteuse, par les procédés de la galvanoplastie. Si les expériences tentées donnent des résultats pratiques, les impressions métalliques rendront les plus grands services à une foule d'applications qui relèvent de l'art décoratif.

•* **IMPRIMERIE.** *Machine rotative en couleurs.* Les impressions en chromotypographie obtenues jusqu'ici sur des machines plates à très petite vitesse et par autant de tirages successifs qu'il y a de couleurs à imprimer, peuvent maintenant s'obtenir en un seul tirage, quel que soit le nombre de couleurs à superposer, et à très grande vitesse, sur la nouvelle machine rotative chromotypographique Marinoni, machine qui imprime le Supplément illustré en couleurs du *Petit Journal*.

C'est une machine rotative à papier continu qui imprime un côté du journal en noir et l'autre côté en trois couleurs, jaune, rouge, bleu, puis en noir, soit donc cinq impressions pour les deux côtés de la feuille. Le papier se déroule dans la machine à la vitesse de 120 mètres à la minute, soit 7.200 mètres à l'heure, ce qui correspond, pour le journal qu'elle imprime, à une vitesse de douze mille exemplaires à l'heure. En raison de la vitesse de déroulement du papier qui passe successivement entre les cylindres d'impression du jaune, du rouge, du bleu et du noir, on peut dire que la superposition est instantanée.

Le nombre des couleurs peut être augmenté sans réduire la vitesse de la machine ; une presse rotative à six couleurs a été construite sur le même type que celle à quatre couleurs.

En comparant la production obtenue sur la machine rotative à celle obtenue sur les machines habituellement employées pour ce genre de travail, on arrive à ce résultat très intéressant qu'en supposant la vitesse d'une machine plate à 800 à l'heure, chiffre beaucoup plus fort que celui réel, il faudrait soixante machines plates pour faire en une heure le travail en quatre couleurs que donne une seule machine rotative à quatre couleurs. Pour obtenir sur des machines plates, pendant une heure, le même travail à six couleurs que sur la machine rotative à six couleurs, il faudrait quatre-vingt-dix machines. Dans la pratique, ce chiffre serait de beaucoup supérieur, les machines plates pour les impressions en couleurs marchant à une vitesse bien inférieure à huit cents feuilles à l'heure.

De plus, avec les procédés ordinaires, les feuilles devant passer dans les machines autant de fois qu'il y a de couleurs, il y a un nombre considérable de feuilles gâtées ; il y en a, au contraire, très peu dans la machine Marinoni, en raison même des impressions faites dans un seul tirage.

Au très grand avantage de la production considérable, du repérage très exact, de l'encrage parfait, la nouvelle machine joint celui très important de donner des feuilles qui sortent coupées exactement au format demandé et pliées mécaniquement sans aucun maculage et beaucoup plus régulièrement qu'il n'est possible de l'obtenir par le pliage à la main.

Enfin, comme sur les machines rotatives employées pour le tirage des journaux, un compteur marque le tirage fait par la machine, et les feuilles pliées sont, à la sortie, séparées mécaniquement par paquets comptés de cinquante ou de cent exemplaires.

La machine possède autant de jeux de cylindres et d'appareils d'encrage complets qu'il y a d'impressions à faire, soit donc cinq jeux de cylindres et cinq appareils d'encrage pour une machine imprimant le noir des deux côtés de la feuille, et trois couleurs sur le côté des gravures.

Le papier reçoit une première impression du côté qui ne doit pas avoir de gravures, puis fait l'S, c'est-à-dire se retourne pour passer successivement entre les divers cylindres qui doivent faire sur le deuxième côté les impressions du noir et des couleurs. A la sortie du dernier cylindre d'impression, le papier passe entre une série de cylindres qui le coupe et le plie sans l'emploi d'aucun cordon, ce qui évite tout maculage.

Pour les travaux soignés, la machine est construite pour permettre l'emploi d'une décharge continue, c'est une bobine de papier qui passe entre le papier ayant déja reçu une première impression et les divers cylindres qui donnent les impressions successives, de façon à éviter le salissage des étoffes qui garnissent les cylindres et, par suite, le maculage du papier qui passerait sur ceux-ci. L'encrage pour la machine est très complet ; il y a pour chaque couleur quatre distributeurs, trois tables à encrer ayant un mouvement de rotation et un mouvement de va-et-vient qui donnent une distribution de l'encre et une touche très parfaites, ce qui est absolument indispensable pour l'impression des couleurs, et surtout pour leur superposition instantanée.

Les cylindres d'impression sont disposés sur deux lignes avec un grand espace libre au milieu, ce qui rend chacun de ces cylindres assez accessible pour permettre la mise en train. Ce travail très important pour une machine destinée à l'impression des gravures en couleurs, est plus facile sur cette machine que sur n'importe quelle machine en blanc ou en retiration.

Cette nouvelle invention est appelée à faire très prochainement une véritable révolution dans l'imprimerie et surtout dans les journaux illustrés, en raison du bon marché auquel reviennent les tirages en couleurs, elle amènera à très bref délai les illustrations en couleurs, non seulement dans les journaux, mais aussi dans les livres. — V. *Dictionnaire*, IMPRIMERIE, § *Impression en couleurs*.

•* **INCOMMENSURABLE.** *T. de math.* Etant données deux grandeurs de même nature, A et B, s'il est possible d'en trouver une troisième C, de même nature, qui soit contenue un nombre exact de fois dans chacune des deux autres, on dit que C est une partie aliquote commune à A et B, et l'on appelle *rapport* de A à B la fraction qui a pour numérateur le nombre de fois que A contient C, et pour

dénominateur le nombre de fois que B contient C. Les deux grandeurs A et B sont dites alors *commensurables* entre elles. Au contraire, lorsqu'il n'existe pas de partie aliquote commune entre A et B, ce qui est le cas le plus général, les deux grandeurs sont dites *incommensurables* entre elles. Il est alors impossible de représenter leur rapport par une fraction. On est ainsi conduit à généraliser l'idée de nombre pour pouvoir introduire ce rapport dans les calculs et les raisonnements, et à introduire, à côté des nombres entiers et fractionnaires, une nouvelle espèce de nombres qu'on appelle les *nombres incommensurables*. Les difficultés que soulève cette généralisation indispensable à la science des grandeurs, proviennent d'une différence capitale qui tient à la nature des choses et qui se rencontre entre les idées de grandeur et de nombre. Les grandeurs qu'on rencontre dans la géométrie, la physique et les sciences appliquées, se présentent nécessairement avec un caractère de *continuité* assez difficile à définir avec précision, mais dont on se rend bien compte en considérant l'accroissement d'un segment de droite, dont l'une des extrémités s'éloigne de l'autre. Au contraire, l'idée de nombre qui a son origine dans la répétition d'un même événement, se présente avec un caractère très net de *discontinuité*, le nombre ne pouvant s'augmenter que d'une unité. La même discontinuité se retrouve dans les fractions, les fractions de même dénominateur ne pouvant s'accroître que d'une partie aliquote de l'unité à la fois. L'invention des nombres incommensurables a justement pour objet d'introduire dans l'idée de nombre la notion de continuité qui paraît, à priori, lui faire défaut.

Il existe deux procédés pour établir rigoureusement la théorie des nombres incommensurables. Le premier est fondé sur la notion de mesure. On sait qu'on appelle *mesure* d'une grandeur le rapport de cette grandeur à l'unité. Tout nombre entier ou fractionnaire définit une grandeur dont il est la mesure, pourvu qu'on donne l'unité de cette grandeur. Par exemple, 3 mètres, 2/3 de mètre, etc., définissent très nettement une longueur. Seulement, les grandeurs incommensurables avec l'unité n'ont pas de mesure entière ou fractionnaire. On peut alors généraliser l'idée de nombre en conservant seulement cette propriété de définir une grandeur, et l'on dira que tout ce qui définit une grandeur au moyen de son unité, est un nombre. En d'autres termes, on appelle *nombre* tout symbole designant l'ensemble des opérations à effectuer sur l'unité pour construire une grandeur. Si l'on considère deux grandeurs variables, U et V, telles que : 1° U soit constamment plus petit que V, et 2° la différence V—U puisse devenir aussi petite qu'on veut, on démontre aisément qu'il existe une grandeur invariable L dont U et V s'approchent autant qu'on veut, de telle sorte que les différences V—L et L—U peuvent devenir aussi petites qu'on veut. On dit alors que L est la limite commune de U et V. Si alors on considère deux fractions variables, u et v, telles que u soit toujours plus petite que v, et que la différence $v—u$ puisse devenir aussi petite qu'on veut, ces fractions seront les mesures de deux grandeurs variables U et V, jouissant des mêmes propriétés, et tendant, par conséquent, vers une limite L. La loi de variation des fractions u et v peut donc être considérée comme définissant la grandeur L. Cette loi de variation constitue donc un nombre qu'on désigne par l et qui est dit la *limite commune* des fractions u et v. Il peut arriver que les fractions u et v tendent vers une fraction, alors l sera fractionnaire, mais ce cas est exceptionnel, et le plus souvent l ne sera ni entier ni fractionnaire : on dit alors qu'il est *incommensurable*. Par exemple, pour mesurer une grandeur quelconque, on partage l'unité en n parties égales, et l'on cherche combien de fois cette grandeur contient une de ces parties : on trouve qu'elle en contient p et non $p+1$. Les fractions $\frac{p}{n}$ et $\frac{p+1}{n}$ sont les mesures approchées à $\frac{1}{n}$ près. Quand n augmente indéfiniment, ces fractions varient en conservant les deux propriétés précédentes ; donc elles définissent un nombre incommensurable qui est la mesure de la grandeur. De même les valeurs approchées de $\sqrt{2}$ par excès et par défaut jouissent des mêmes propriétés quand on augmente l'approximation, elles définissent un nombre incommensurable. Quand on dit que la diagonale du carré construit sur l'unité de longueur a pour mesure $\sqrt{2}$, on entend par là que les longueurs qui ont pour mesure les valeurs approchées de $\sqrt{2}$ tendent vers une limite égale à la diagonale du carré.

On peut considérer les nombres entiers comme constituant un symbole d'addition : 3 indique qu'il faut ajouter 3 unités ; les nombres fractionnaires comme un symbole de division suivie d'une addition : 3/4 indique que l'unité doit être divisée par 4, puis que le résultat doit être ajouté deux fois à lui-même. Les nombres incommensurables sont alors des symboles d'*opérations en nombre infini*, définissant une grandeur par la limite des résultats de ces opérations. Pour achever la théorie, il reste à établir les caractères d'égalité des nombres incommensurables, à définir les opérations effectuées sur ces nombres et à montrer que ces opérations jouissent des propriétés fondamentales qui appartiennent aux nombres entiers et fractionnaires, afin qu'on puisse leur appliquer les mêmes règles de calcul.

L'autre manière de faire la théorie des nombres incommensurables a été proposée par M. Tannery : elle a, sur la précédente, l'avantage de ne rien emprunter à la théorie des grandeurs, et de conserver ainsi le caractère abstrait qui convient à la théorie des nombres. Elle consiste à généraliser la propriété qu'a tout nombre entier ou fractionnaire de partager les autres nombres en deux classes, les uns plus petits, les autres plus grands. Tout procédé de classement des nombres commensurables en deux classes telles que tout nombre de la première soit plus petit que tout nombre de la seconde, constituera donc

un nombre. Il est facile, en partant de là, de définir l'égalité des nouveaux nombres et des opérations qu'on peut leur faire subir. On montre que ces opérations jouissent bien des propriétés fondamentales, et on fait voir ensuite comment les nombres ainsi généralisés se prêtent à la mesure des grandeurs. — M. F.

• * **INDE.** — V. Colonies françaises et Colonies anglaises.

INDICATEUR. *T de mécan.* Nous avons fait à ce mot, dans le *Dictionnaire*, un examen d'ensemble des indicateurs de machines à vapeur et nous avons rappelé sommairement les principales dispositions adoptées pour obtenir des diagrammes figurant exactement le travail moteur développé par la vapeur dans les cylindres. Cet appareil, dont les indications présentent ainsi une importance considérable, a fait l'objet de nombreuses études qui ont porté spécialement sur chacun des organes, de manière à en améliorer le fonctionnement et à obtenir des diagrammes bien lisibles et aussi exacts que possible. On trouvera un compte rendu de ces recherches dans les savantes monographies publiées par M. Richard dans la *Lumière électrique* (nos du 22 novembre 1884 et suivants), nous ne pouvons les reproduire ici, mais nous donnerons toutefois le résumé sommaire des dispositions les plus intéressantes.

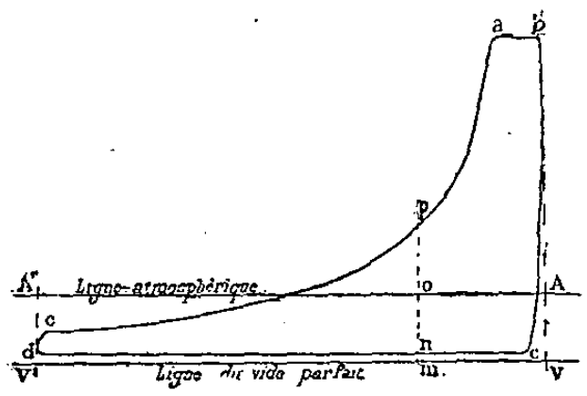


Fig. 604.

Diagramme théorique pour une machine à détente et à condensation.

ba Période d'admission. — *a* Fermeture de l'admission. — *a p c* Détente. — *d e* Condensation. — *e* Fermeture de l'échappement, compression jusqu'à l'admission anticipée, où le tracé redevient vertical. — *A A'* Ligne de la pression atmosphérique. — *V V'* Ligne du vide parfait.

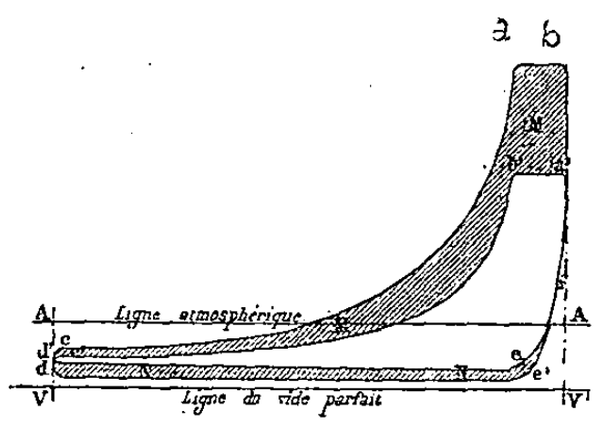


Fig. 605.

Diagramme montrant une perte de pression entre la chaudière et le cylindre, produite par un étranglement de vapeur dans les lumières ; la pression de la chaudière est figurée en *a b*, celle de l'admission en *a' b'*, la perte de travail est représentée par la surface hachée. Le vide au condenseur est également mauvais, la pression étant relevée, la perte de travail est figurée par la surface hachée comprise entre les deux lignes *d e* et *d' e'*.

On s'est attaché d'abord à amplifier les diagrammes afin d'en faciliter la lecture. M. Richard cite à ce propos l'indicateur Darke particulièrement applicable aux machines à haute pression et à grande vitesse, et qui donne des diagrammes allongés bien lisibles. L'inconvénient des amplificateurs tient aux pièces nouvelles qu'on est forcé d'introduire, balanciers de parallélogramme, glissière, etc., qui, par leur inertie ou les frottements qu'elles entraînent, déterminent des retards, et faussent ainsi les diagrammes, il convient donc de les rendre aussi légères que possible. Bien que la glissière, comme celle de Smith, soit plus simple, l'usage s'en est peu répandu, et on préfère généralement les parallélogrammes amplificateurs.

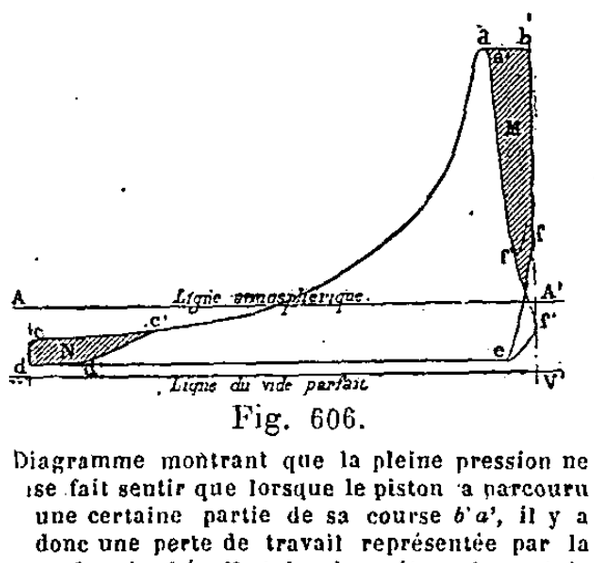


Fig. 606.

Diagramme montrant que la pleine pression ne se fait sentir que lorsque le piston a parcouru une certaine partie de sa course *b' a'*, il y a donc une perte de travail représentée par la surface hachée *M* et due à un étranglement de vapeur par le tiroir. Un retard à l'admission ferait passer la courbe en *f'*. A gauche du diagramme, la courbe *c' d'* montre une avance trop forte à l'échappement, qui produit une perte de travail proportionnelle à la surface hachée N entre *c d* et *c' d'*.

L'installation des organes de transmission reliant le piston de la machine à celui de l'indicateur présente aussi une grande importance, car il est nécessaire de conserver à chaque instant la même vitesse aux deux pistons : les transmissions par cordes et poulies ne remplissent pas cette condition aux grandes vitesses en raison de l'élasticité des cordes et de l'inertie des poulies, et il est préférable dans ce cas de revenir aux réducteurs à leviers.

L'influence de l'élasticité des cordes a fait l'objet d'une étude très détaillée de M. Berndt, et plus tard de Reynolds qui s'est attaché à déterminer les altérations qui en résultent dans les diagrammes ; en partant de ce fait que les cordes se tendent et s'allongent pendant la première partie de la course, pour revenir à la fin à leur longueur initiale, M. Berndt a reconnu que l'élasticité entraînait une diminution de la surface des diagrammes. Cette diminution peut varier d'ailleurs dans des proportions très étendues allant de 0,5 à 3 0/0, sous l'influence de causes diverses, comme le degré d'humidité des cordes, etc.

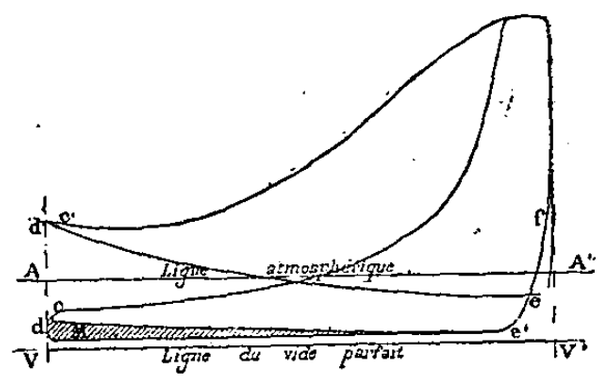


Fig. 607.

Le tracé de la ligne d'échappement montre sur ces diagrammes que l'action du vide du condenseur ne se fait pas sentir assez vite, et il en résulte une perte de travail représentée par la surface hachée *M* pour le diagramme inférieur. Sur le diagramme supérieur, où l'échappement commence au-dessus de la ligne de pression atmosphérique, la ligne d'échappement est encore plus inclinée et la perte de travail plus considérable.

L'inertie des pièces et particulièrement celle du piston et de son attirail exerce de son côté, par les vibrations qui en résultent pour le ressort antagoniste, une influence qui n'est pas négligeable ; on trouvera sur ce sujet une étude intéressante due à M. de Maupeou dans le *Mémorial du génie mari-*

time (1882). L'auteur y arrive à la formule suivante pour déterminer la durée de ces vibrations :

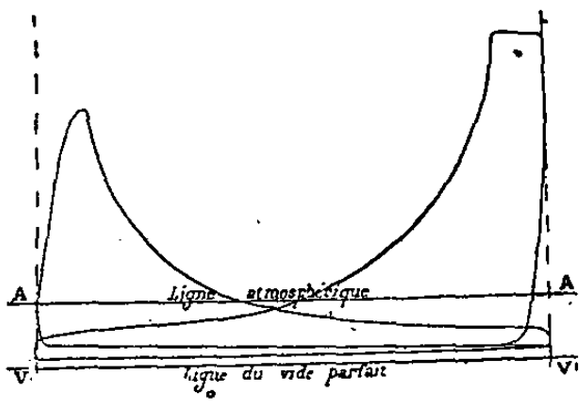


Fig. 608.

Diagrammes relevés simultanément sur les deux faces du piston. Ces diagrammes montrent entre eux des différences accentuées notamment à l'admission, ce qui témoigne d'un mauvais réglage du tiroir.

$$T = \pi\sqrt{\frac{m\,e}{s}}$$

formule dans laquelle,

T représente la durée d'une oscillation du piston de l'indicateur ;

e son échelle ;

m la masse du système en mouvement ;

s la section du piston.

M. Reynolds donne de son côté une formule indiquant le nombre des vibrations, et reproduite également par M. Richard (*Lumière électrique* du 18 février 1888). On déduit de ces diverses formules que pour avoir des oscillations rapides et courtes, il faut alléger les pièces mobiles, raidir les ressorts, et employer des pistons de grand diamètre.

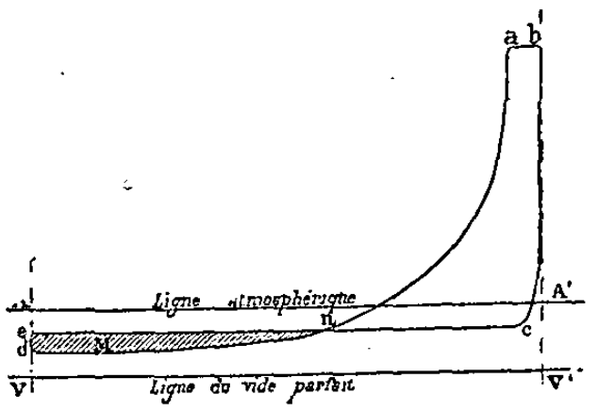


Fig. 609.

Diagramme montrant un exemple de détente trop forte, la pression suivant la ligne *a d* s'abaisse au-dessous de celle du condenseur. et il en résulte dans la course en retour une résistance qui diminue le travail utile proportionnellement à la surface hachée M.

On prend donc généralement des pistons creux pour les rendre aussi légers que possible, ces pistons sont sans segment, mais munis de rainures ménagées sur le pourtour, la vapeur y pénètre et les lubrifie. On a bien proposé de remplacer le piston par un tube de manomètre Bourdon pour éviter tout frottement, mais cette application ne s'est pas répandue, car elle a l'inconvénient de donner une graduation trop incertaine.

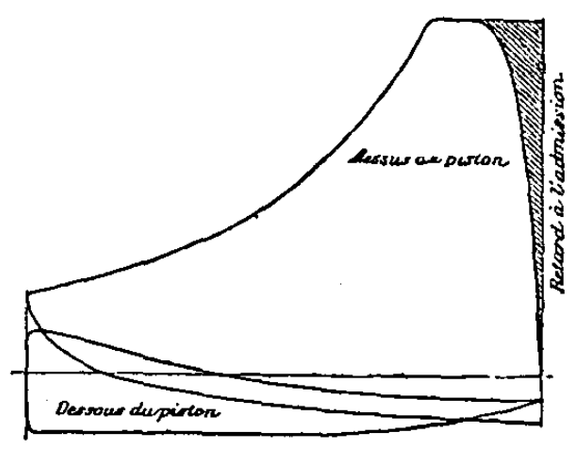


Fig. 610.

Diagrammes relevés sur le petit cylindre d'une machine Wolf à balancier. Ces diagrammes sont trop différents, par suite du mauvais fonctionnement de l'appareil de détente.

On remarquera d'autre part que, dans l'indicateur ordinaire, le piston reste toujours en communication avec une seule chambre du cylindre, de sorte que le diagramme obtenu donne en réalité la différence des travaux développés sur une même face du piston dans une course complète, aller et retour. M. Prusman a établi un indicateur d'un type différent qu'il est intéressant de signaler, type dans lequel le piston de l'indicateur est sollicité, sur ses deux faces, par les pressions mêmes de vapeur qui s'exercent de part et d'autre de celui de la machine, et le diagramme obtenu dans ces conditions donne bien le travail correspondant à la course considérée.

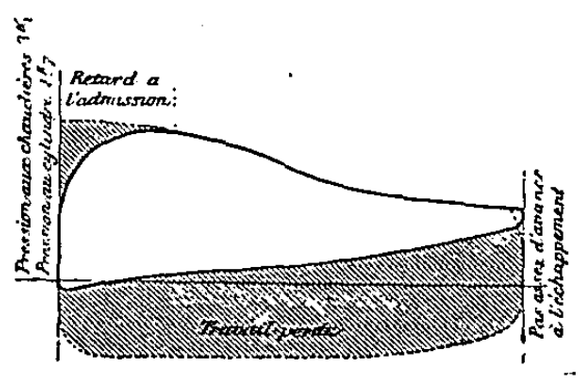


Fig. 611.

Machine à condensation, détente genre Meyer. Les orifices sont beaucoup trop petits, ils font perdre la pression à l'admission et surtout à l'échappement, où le vide au cylindre disparaît.

Nous terminerons cet exposé sommaire en complétant les détails donnés au *Dictionnaire* sur l'examen des diagrammes, car c'est là une question des plus intéressantes pour les industriels. L'inspection du tracé de la courbe d'admission permet de reconnaître s'il y a étranglement des lumières, s'il y a chute de pression trop forte en passant de la chaudière au cylindre, on voit également s'il y a admission anticipée, quelle en est l'importance. L'examen du tracé de la courbe d'échappement donne des indications analogues en ce qui concerne cette phase de la distribution. Si l'admission et l'échappement rentrent dans les conditions normales, il reste à étudier la courbe de détente, dont l'examen permet d'apprécier l'utilisation du travail de la vapeur dans les cylindres. On sait que la courbe théorique est donnée par la formule $pv^m = constante$, formule dans laquelle l'exposant *m* varie suivant les cas, et sa détermination permet d'apprécier dans une certaine mesure les phénomènes qui accompagnent la dé-

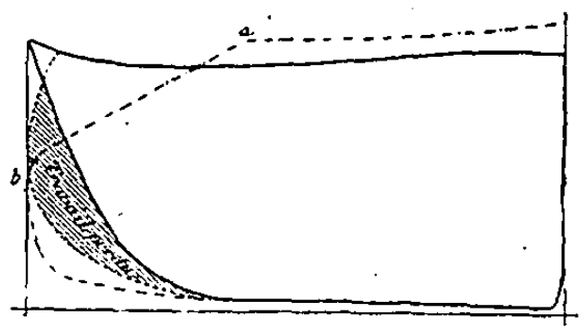


Fig. 612.

Machine sans condensation. Il y a admission pendant toute la course et pas d'avance à l'échappement, ce qui entraîne une perte de travail. Le tiroir a été transformé pour donner la détente *a b*.

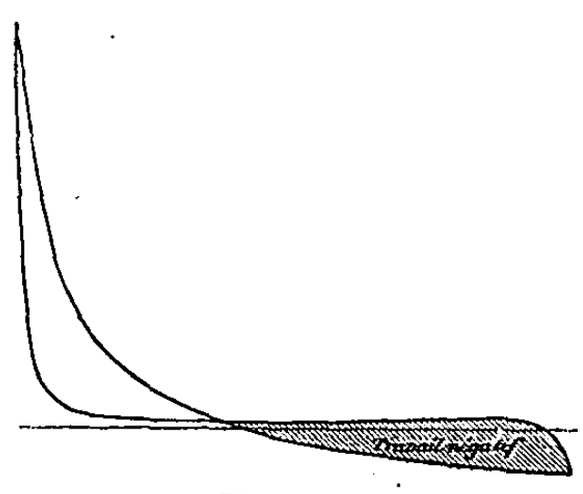


Fig. 613.

Exemple de détente trop grande sur une machine sans condensation.

tente. Si on trace en effet sur le diagramme lui-même la courbe $pv = constante$, laquelle correspond à la loi de Mariotte exprimant la détente de la vapeur saturée et sèche, on peut la rapprocher du tracé réellement obtenu dans le diagramme, et on a ainsi, suivant la remarque de M. Richard, un moyen de comparaison immédiat. Si dans la courbe réelle, l'exposant m est plus petit que 1, c'est qu'il y a vaporisation pendant la détente, et quelquefois surchauffe de la vapeur ; si au contraire, on a m plus grand que 1, c'est qu'il y a condensation pendant la détente ou fuite aux échappements. Observons d'autre part, d'après M. Richard, que l'intervention de l'espace nuisible a pour effet de donner une détente réelle moindre que celle que l'on calcule en n'en tenant pas compte, et on peut admettre à cet égard la formule suivante :

$$r' = r\frac{1}{1+re}$$

dans laquelle

r désigne le rapport de détente calculé sans espace nuisible ;

r' le rapport de détente réel, c'est-à-dire le rapport du volume occupé par la vapeur détendue dans le cylindre et l'espace nuisible quand le piston est à bout de course, au volume occupé à la fin de l'admission ;

e est le volume de l'espace nuisible exprimé en fonction du volume décrit par une course du piston.

Nous représentons dans les figures 604 à 613 une série de diagrammes avec leurs légendes empruntés par M. Richard au septième *Bulletin de l'Association parisienne des propriétaires à vapeur*, ces légendes montrent immédiatement les observations auxquelles donnent lieu les diagrammes représentés, et nos lecteurs pourront les consulter utilement pour se familiariser, s'ils en ont besoin, avec le maniement de l'indicateur, qui est d'un précieux secours, comme on voit, dans l'étude du tempérament des machines. — B.

* **INDIGOTINE** (V. *Dictionnaire*, INDIGOTINE NATURELLE, ARTIFICIELLE et *Supplément*, BLEU, COLORANTES [Matières]). 1° La formule d'abord admise pour l'indigotine était C^8H^5AzO en notation atomique. C'était la formule la plus simple répondant à la composition centésimale, déduite de l'analyse élémentaire de l'indigotine pure. Le baron de Sommarugua, professeur de chimie à l'Université de Vienne, a pu déterminer, dans ces dernières années, la densité de vapeur de l'indigotine à la température de 440°, à la pression de 60 à 80 millimètres de mercure. Cette densité, 9.45, correspondant à un poids moléculaire double de

$$C^8H^5AzO$$

on a dû prendre pour formule brute de l'indigotine $C^{16}H^{10}Az^2O^2$. Cette formule doublée, est en accord, du reste, avec l'interprétation des méthodes les plus récentes de synthèse de l'indigotine ;

2° Nous devons faire remarquer aussi, pour éviter au lecteur toute méprise dans la lecture des ouvrages, que le groupe indigotique comprend deux séries de composés, les uns en C^8 ou avec huit atomes de carbone, les autres en C^{16} ou avec deux fois huit atomes de carbone, ces derniers n'étant que les produits de condensation des premiers.

3° Les composés du groupe indigotique en C^8 peuvent être considérés comme des anhydrides intérieurs soit d'acides orthamidés ou d'alcools orthamidés de la série aromatique en C^8, soit d'acides orthamidés ou orthonitrés en C^9 dont il faut enlever CO^2.

Les dérivés orthonitrés qui donnent lieu à des produits de condensation en C^{16} subissent d'abord une transposition moléculaire qui porte les deux oxygènes de la molécule nitrée sur les deux carbones acétyléniques. Cette transposition moléculaire de l'oxygène pourrait n'être que partielle, ce qui laisse une certaine indécision sur la formule de constitution de l'indigotine ;

4° La synthèse de l'indigotine est une des plus belles pages de la chimie moderne et le principal honneur en revient à Ad. Baeyer, professeur de chimie à l'Université de Munich. Les méthodes les plus élégantes sont traduites dans les équations suivantes :

a) Au moyen de l'isatine ou mieux par la réduction du chlorure isatique (Baeyer et Emmerling).

$$2C^6H^4\begin{cases}CO\\Az\end{cases}\!\!>CCl + \begin{matrix}H^2O + 2Zn\\ou\\2H^2\end{matrix}$$

Chlorure isatique

$$= \begin{matrix}ZnCl^2 + ZnO\\ou\\2HCl\end{matrix} + C^{16}H^{10}Az^2O^2$$

Indigotine

b) Par réduction du diisatogène (Baeyer).

$$C^{16}H^8Az^2O^4 + 3H^2 = 2H^2O + C^{16}H^{10}Az^2O^2$$

Diisatogène — Indigotine

Cette réaction se produit avec la plus grande facilité par le sulfhydrate d'ammoniaque. C'est la synthèse la plus nette et la plus directe, celle qui donne le rendement théorique sans production aucune de matière colorante rouge qui accompagne la réaction principale dans les autres méthodes.

c) Au moyen de l'acide orthonitrophénylpropiolique.

$$2C^6H^4\!<\!\begin{matrix}(1)\,C\equiv C-CO.OH\\(2)\,AzO^2\end{matrix} + 2H^2$$

Acide orthonitrophénylpropiolique

$$= 2CO^2 + 2H^2O + C^{16}H^{10}Az^2O^2$$

Indigotine

Ce procédé a été proposé pour impression sur tissu (genre vapeur), les réducteurs peuvent être le glucose, le sucre de lait, les sulfures et sulfhydrates alcalins, l'acide sulfhydrique, le sulfate de fer et surtout le xanthate ou xanthogénate de sodium. La réduction provoque en même temps le dégagement de l'acide carbonique ; le composé en C^9 devient un composé en C^8.

d) Au moyen de l'acide orthonitrocinnamique.

En copulant cet acide avec l'aldéhyde, on obtient l'aldéhyde orthonitrocinnamylique qui,

traitée ensuite par la soude, donnera de l'indigotine, du formiate de soude et de l'eau.

$$2C^6H^4\begin{matrix}(1)\,AzO^2\\(2)\,CH{=}CH{-}COH\end{matrix}+2NaOH$$

Aldéhyde orthonitrocinnamylique

$$=2H^2O+2HCO^2Na+C^{16}H^{10}Az^2O^2$$

Formiate Indigotine

On peut remplacer l'aldéhyde par l'acétone, on aura alors de l'acétone orthonitrocinnamylique qui donnera avec la soude de l'indigotine, de l'eau, de l'acétate de soude. L'acétone est le dérivé méthylé de l'aldéhyde correspondante, comme l'acétate est le dérivé méthylé du formiate.

5° La discussion de toutes les méthodes synthétiques dont nous n'avons fait entrevoir que les plus intéressantes, ne laisse aucun doute ni sur la série du groupe indigotique à laquelle appartient l'indigotine : c'est un composé en C^{16}, ni sur l'existence de deux noyaux de phénylène C^6H^4, ni sur le groupement des atomes en deux parties symétriques, mais la migration de l'oxygène qui a lieu dans la synthèse au moyen des composés orthonitrés en C^8 ou au moyen du diisatogène est susceptible d'interprétations diverses, et les chimistes proposent différentes formules de constitution.

(1) $C^6H^4\begin{matrix}CO\\AzH\end{matrix}>C=C<\begin{matrix}CO\\AzH\end{matrix}>C^6H^4$

ou $\begin{matrix}C^6H^4-CO & CO-C^6H^4\\ | & | \quad | \\ AzH-C & =C \quad -AzH\end{matrix}$

(2) $C^6H^4<\begin{matrix}C-O-O-C\\ | \quad\quad | \\ Az \quad\quad Az\end{matrix}>CH-CH<\begin{matrix}C-O-O-C\\ | \quad\quad | \\ Az \quad\quad Az\end{matrix}>C^6H^4$

(3) $C^6H^4<\begin{matrix}CO-CH-CH-CO\\ /\quad\quad\quad

ans, dans le domaine colonial de la France; il convient de lui consacrer ici une étude toute spéciale et détaillée, principalement au point de vue de ses ressources agricoles, minérales et industrielles, et de son commerce. Une vue d'ensemble est nécessaire avant tout, mais il est indispensable d'étudier séparément dans leur détail économique les différentes régions qui la composent.

Aussi ferons-nous tout d'abord autant d'études distinctes pour les différentes parties principales de l'Indo-Chine, qui ont du reste des caractères distinctifs spéciaux : nous étudierons ensuite successivement la Cochinchine, le Cambodge, l'Annam et le Tonkin.

On attribue généralement 20 millions d'habitants à l'Indo-Chine, dont 2 millions à la Cochinchine, 5 millions pour l'Annam, 9 millions pour le Tonkin.

Les richesses de ces pays sont surtout agricoles et forestières; nous commencerons par donner des renseignements sur les forêts de l'Indo-Chine, qui seules peuvent être considérées dans leur ensemble.

Les forêts en Indo-Chine. Les forêts couvrent les deux tiers de la surface de notre Empire indo-Chinois ; rares et dévastées sur les côtes, où une population nombreuse s'est acharnée à les détruire, elles règnent sur toute la partie montagneuse qu'elles couvrent depuis les premiers contreforts du Laos jusqu'au Mékong. La race annamite, qui s'est établie, après la conquête, dans les deltas et les vallées a détruit, ou peu s'en faut, les massifs boisés qui étaient à sa portée. Plus loin, dans l'intérieur, la forêt vierge apparaît; dans cette vaste région montagneuse, habitée par les populations aborigènes, Moïs, Muongs, etc., prennent naissance les grands cours d'eau de l'Annam et du Tonkin. Là, des défrichements locaux, par le feu, ont été faits par les habitants, permettant à ces derniers quelques cultures, puis les clairières sont abandonnées et la culture du riz est remplacée par l'envahissement naturel des bananiers sauvages et surtout des bambous. C'est dans ces cultures spontanées que les habitants trouvent en abondance tout ce qui est utile à leurs usages, depuis la paillotte légère qui les abrite, jusqu'au vêtement qui les couvre.

Le bois est la matière la plus abondante, et le stock ligneux accumulé par une végétation plus que séculaire représente une valeur colossale, mais actuellement difficile à réaliser. Le terrain est en effet sans routes, et presque absolument désert.

En Annam comme au Tonkin, le mode d'exploitation des bois et des produits de toute nature de la forêt est à peu près le même ; l'abatage du bois se fait à l'aide d'une petite cognée, l'usage de la scie étant à peu près inconnu dans ces régions, le travail n'avance que très lentement, mais pour l'asiatique le temps n'a aucune valeur. Les pièces sont coupées en billes de 5 mètres de long environ, et traînées par des buffles au bord du fleuve où s'organisent des trains de bois. Sur ces trains de bois sont également placés les produits que les indigènes exploitants trouvent dans les forêts, tels que l'écorce de cannelle, boules de cunao, huiles à bois et à laque, plantes médicinales, et cent autres produits qui sont l'objet d'un commerce considérable.

On compte, d'après les rapports techniques, plus de deux cents espèces ou variétés de bois, dont vingt-cinq d'excellente qualité, cinquante de bonne qualité, et cent environ tendres et médiocres, mais qui trouvent cependant de nombreux emplois.

Dans les bois de première catégorie, on peut classer en première ligne les quatre variétés de bois de feu : le limxanh, le sanmat, le toumat et le thietdinh, à coloration du rouge foncé ou jaune clair, suivant les variétés, à durée indéfinie, et d'une grande dureté ; ce bois, plus lourd que l'eau, sert aux constructions et à l'ébénisterie. Le mun, bois noir très dur, difficile à travailler, très lourd, sert à la confection des meubles de prix. Le trac-mat, bois rouge très dur, sert pour les incrustations de nacre. Les espèces de gosung, sua nep et le nghien présentent les mêmes qualités. Le sangle est excellent pour la batellerie. Le ngoc-am est un bois jaune clair très dur, spécialement employé pour les meubles sculptés et les cercueils de grand luxe.

Les bois de deuxième catégorie sont caractérisés par leur durée, qui ne dépasse pas soixante ou cent ans, dans les usages auxquels on les affecte ordinairement : construction, bateaux, mâts, cercueils, mobiliers.

Parmi les nombreux bois d'essence de troisième qualité, beaucoup sont débités en planches légères. Ces bois sont d'un emploi très répandu grâce à leur légèreté, leur élasticité, et à la facilité que l'on a à les travailler.

La cannelle, écorce parfumée d'une lauracée qui croît spontanément dans les hautes forêts du Moïs, du Quang-Nam et du Quang-Ngaï, est l'objet d'un commerce très actif de la part des Chinois, qui l'emploient à toute espèce d'usages. On se la procure par voie d'échange, et le prix d'achat varie beaucoup, suivant l'habileté des agents indigènes qui négocient les échanges avec les tribus Moïs. Les objets d'échange les plus appréciés par ces peuplades sont les cotonnades blanches et de couleur, les verroteries, les fils de cuivre, les poteries de Canton et les gongs. La production annuelle de cannelle des deux régions qui viennent d'être citées, dépasse 200,000 kilogrammes.

On trouvera, sur les principales productions agricoles et industrielles de l'Indo-Chine, des détails dans chacune des notices qui vont suivre sur la Cochinchine, l'Annam, le Cambodge et le Tonkin, mais auparavant, il sera utile d'avoir un aperçu d'ensemble sur le commerce que fait actuellement la France avec ses possessions et ses protectorats d'Extrême-Orient.

Mouvement général du commerce de la France avec l'Indo-Chine. Si l'on s'en rapporte aux chiffres ci-après, fournis par l'administration des douanes, on constate que le commerce de la France avec l'Indo-Chine serait stationnaire ou peu s'en faut, dans son ensemble.

Importations et exportations réunies (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Commerce général	Commerce spécial	Années	Commerce général	Commerce spécial
1884	19.9	17.2	1887	16.0	12.7
1885	22.0	17.5	1888	16.7	14.6
1886	13.8	11.0	1889	17.1	14.5

Comme dans le commerce de tous pays, il y a eu une crise passagère en 1886 et 1887, cette crise est finie actuellement et les chiffres partiels que nous donnons ci-après confirment la tendance à augmenter du commerce de la France avec ses colonies d'Indo-Chine.

Décomposés en importations et exportations, les chiffres ci-dessus ont eu les variations suivantes, pendant la période que nous considérons.

Valeurs exprimées en millions de francs.

Années	Importations	Exportations	Années	Importations	Exportations
1876	2.2	4.3	1883	2.7	7.2
1877	2.1	4.4	1884	9.1	8.1
1878	0.9	4.1	1885	2.8	14.7
1879	3.1	4.2	1886	2.0	9.0
1880	4.1	4.3	1887	2.7	10.0
1881	2.7	4.6	1888	2.9	11.7
1882	3.2	5.2	1889	2.3	12.2

D'après ces chiffres, on voit que les exportations de France en Indo-Chine ont été presque toujours de quatre

à cinq fois plus considérables en valeur que les importations. Cette disproportion durera longtemps tant que de grandes industries ne seront pas établies dans ces pays d'avenir.

Voici comment se sont décomposées, pour les deux dernières années, les importations d'Indo-Chine en France et de France en Indo-Chine.

1° Importations en France (valeurs exprimées en milliers de francs).

Désignation des marchandises	1888	1889
Riz	1.568	921
Soie et bourre de soie	574	602
Peaux et pelleteries brutes	191	228
Huiles volatiles et essences	»	232
Graines et fruits oléagineux	252	81
Meubles	»	16
Espèces médicinales	52	»
Minerais de cuivre	»	26
Végétaux filamenteux	48	»
Cornes de bétail brutes	»	47
Tissus de soie pure	»	4
Autres articles	209	107
Total	2.894	2.312

C'est donc surtout le riz, la soie, les graines et les fruits oléagineux qui dominent dans les importations en France.

2° Exportations de France (valeurs exprimées en milliers de francs).

Désignation des marchandises	1888	1889
Vins	4.057	3.375
Outils et ouvrages en métaux	1.026	1.179
Tissus de coton	1.030	2.178
Tissus de laine	680	396
Sucres	863	336
Bimbeloterie	325	310
Eaux-de-vie, esprits et liqueurs	279	164
Fonte, fer et acier	216	269
Zinc laminé	219	109
Papier, carton, etc.	206	192
Machines et mécaniques	164	127
Légumes salés ou confits	183	165
Bougies	165	174
Beurre salé	140	171
Huile d'olive	126	89
Fils de toute sorte	130	321
Poterie, verres et cristaux	111	109
Bijouterie	110	»
Vêtements et lingerie	97	277
Tabac fabriqué	79	105
Viandes salées	55	91
Parapluies et parasols	72	45
Autres articles	1.321	2.124
Total	11.654	12.236

Parmi les principaux articles qu'envoie la France dans ses possessions et protectorats de l'Indo-Chine, il faut noter, d'après les chiffres ci-dessus, les vins, les tissus de coton, de laine, les outils, ouvrages en métaux, mécaniques, les spiritueux, les objets de bimbeloterie, de quincaillerie, les fils de toutes sortes, les vêtements et objets de lingerie, etc.

Après avoir donné un aperçu rapide du commerce entre la France et l'ensemble de l'Indo-Chine, nous indiquerons dans quatre monographies distinctes, les principaux caractères économiques des pays qui la composent.

Cochinchine. Le sol de la Basse-Cochinchine est de formation récente et complètement alluvionnaire. Il est argileux dans les parties basses, et sa consistance augmente à mesure que l'on s'éloigne davantage des bords de la mer ; quelques massifs granitiques et quelques dunes viennent interrompre la monotonie de la plaine.

Au point de vue minier, la Cochinchine n'offre donc aucun intérêt. Le sol ne donne que quelques pierres à bâtir, c'est dans les régions voisines qu'il faut rechercher les richesses minérales.

Moyens de transports, communications, navigation, prix des passages. La capitale de la colonie, Saïgon, communique avec le Cambodge au moyen des bateaux des Messageries fluviales de Cochinchine, deux fois par semaine, avec Siam, par les mêmes bateaux, une fois par semaine, du 31 juillet au 15 janvier, le reste de l'année, il n'y a plus assez d'eau dans les lacs, et le service est suspendu. Il n'y a pas de communication régulière avec le Laos, mais il est relativement facile de remonter le Mékong jusqu'à Luang-Prabang.

Pour le Tonkin, tous les quatorze jours, douze heures après l'arrivée de la malle d'Europe, il part un paquebot qui dessert Qui-Nhou, Hué et Tourane. Saïgon correspond avec la Chine par les paquebots des Messageries maritimes qui passent tous les quatorze jours, et très fréquemment par les steamers de commerce ; avec le Japon, tous les quatorze jours, par Hong-Kong ; avec l'Australie, tous les mois, par Bombay ; avec Manille, avec Java, et enfin avec la France, tous les quatorze jours par un paquebot des Messageries maritimes qui va rejoindre la malle anglaise à Singapore. En réalité, les communications avec la France sont hebdomadaires.

Les prix des passages de France sont par les Messageries maritimes, de Marseille à Saïgon : 1re classe, 1,625 francs ; 2e classe, 1,040 francs et 3e classe, 600 francs.

Agriculture. La culture du riz tient chez les Annamites la plus large part, car c'est celle qui demande le moins de travail et qui produit le plus. Un tiers environ de la récolte suffit à la nourriture des habitants, les deux autres tiers sont vendus et exportés. Cette exportation représente une valeur de six millions de piastres (30 millions de francs) ordinairement.

Quant aux autres cultures, c'est par des quantités infiniment moindres qu'on peut les compter ; c'est à peine si un sixième de la superficie totale cultivée reçoit les soins des indigènes, pour une autre culture que le riz. Ils accordent la préférence aux cultures qui leur donnent le moins de peine.

Les Annamites tirent un assez bon parti des fruits du cocotier, qui leur fournissent l'huile dont ils ont besoin.

Les aréquiers, les arachides, les cannes à sucre constituent les autres cultures, mais il n'en existe aucune grande exploitation.

Les jardins de légumes, de poivre, de bétel, sont cultivés par chaque habitant dans des proportions très exiguës, qui représentent les besoins de chaque famille. Le tabac et les ananas sont aussi l'objet d'une production très restreinte ; le tabac est de mauvaise qualité et n'est consommé que par les indigènes.

Le mûrier, dans certaines provinces de l'est, est cultivé par un petit nombre d'éleveurs de vers à soie, sur une superficie de 2,000 hectares environ.

Industrie. Les industries indigènes sont de peu d'importance. Chaque producteur exploite sa matière première, vend lui-même les produits qu'il fabrique, comme il l'entend, et aux prix qu'il en trouve ; mais l'indigène est surtout cultivateur ; indolent par nature, et attaché à un sol qui le nourrit sans exiger de travail, l'Annamite a peu de besoins, et n'est pas industrieux.

Néanmoins, sous la direction de l'Européen, l'Annamite peut devenir un bon maçon, forgeron, serrurier, mouleur, mais il n'est qu'un médiocre charpentier, menuisier ou ébéniste.

On peut citer quelques usines de décortiquerie et de blanchisserie de riz, des brasseries, des fabriques de glace artificielle, de savonnerie, quelques petites sucreries. Plusieurs tentatives de filatures de soie ont été faites dès l'installation des Français dans la colonie, mais elles ont échoué. Il n'existe plus qu'un dévidage avec nettoyage. Cet insuccès vient de l'apathie de l'ouvrier annamite, qui travaille avec beaucoup moins de soin, lorsque c'est pour l'étranger, que lorsqu'il le fait pour son compte.

Conditions du travail. Salaires. La main-d'œuvre indigène est bien meilleure marché que la main-d'œuvre européenne. Le manœuvre gagne dans les centres de Saïgon et de Cholon, 20 à 30 cents (centième de piastre), soit de 1 franc à 1 fr. 50 par jour de 10 heures; le forgeron, le maçon, le charpentier, 60 à 80 cents, selon le travail qu'ils fournissent, le tourneur, l'ajusteur, le mécanicien, de 80 à 1 piastre 25 cents.

Les ouvriers annamites sont généralement forgerons et tourneurs; les Chinois sont maçons et charpentiers, ces derniers arrivent assez facilement à être mécaniciens, c'est-à-dire capables de surveiller des machines.

L'ouvrier français gagne largement sa vie, car il devient immédiatement contremaître ou patron, il peut gagner de 75 à 125 piastres par mois. Le prix de la nourriture pour un Européen est de 25 à 30 piastres par mois, son logement lui coûte 10 à 12 piastres également par mois.

Le commerce de la Cochinchine s'élève annuellement, d'après les documents officiels, à 123 millions de francs dont 67 millions de francs pour les exportations.

Les principaux articles d'importation en Cochinchine sont : guinées, articles de librairie et de papeterie, machines, matériel de ponts, chemins de fer et accessoires, opium, soieries, tissus et cotonnades, thé, vêtements, vivres, vins et liqueurs.

Les trois quarts des exportations sont effectués par les Chinois, tandis que la moitié des importations passe par l'intermédiaire des Européens. L'avantage de l'élément européen dans le commerce d'importation a pour cause l'introduction de l'opium, qui entre pour le compte de la régie, et les fournitures de l'armée et de l'administration, fournitures qui ne se font que par les Européens. La supériorité des Chinois dans le commerce et surtout dans celui d'exportation tient surtout à leur race, leur civilisation, leur mélange plus intime avec la population indigène, à la connaissance qu'ils ont de la langue annamite.

Régime douanier. Avant 1887, les marchandises importées à Saïgon étaient exemptes de tout droit de douane à l'entrée. Seuls les alcools, les armes, les munitions, les huiles de pétrole étaient frappés d'un octroi de mer. Quelques marchandises étaient également soumises à un droit d'exportation, comme le riz, les buffles, les porcs. L'opium, étant l'objet d'une régie, entrait en franchise. Ce régime prit fin le 1er juin 1887, date de la mise en vigueur d'une loi appliquant à toute l'Indo-Chine le tarif général des douanes françaises, modifié par arrêté ultérieur.

Les prescriptions de ces actes législatifs ont eu pour but, non seulement des mesures fiscales, mais encore de soustraire l'Indo-Chine à l'exploitation du commerce étranger. La première conséquence de sa mise en vigueur a été une forte diminution des importations, par suite de l'élévation du prix; les indigènes achètent beaucoup moins de produits européens, et reviennent, par exemple, à leurs anciens tissus du pays, les étoffes qui leur conviennent le plus sont d'origine anglaise ou indoue, les cotonnades françaises, malgré la protection dont elles sont aujourd'hui l'objet, reviennent plus cher encore que les cotonnades anglaises de Bombay.

Ajoutons que si les mesures protectionnistes dont il vient d'être question ont arrêté momentanément l'essor du commerce d'importation, elles ont déterminé d'un autre côté certaines industries à se fonder en Indo-Chine; mais ce n'est que peu à peu après, de longs et patients efforts, que l'industrie nationale pourra parvenir à substituer en grande partie ses produits à ceux de ses concurrents étrangers.

La colonie exporte plus de 500,000 tonnes de riz à destination de la Chine; quelques Français avaient essayé de créer des rizières afin d'établir un courant commercial vers la métropole, et de pouvoir offrir un fret de retour aux importateurs de produits français, mais ils ne pouvaient lutter contre la concurrence de la Birmanie, et voici pourquoi : autrefois les riz, sauf ceux provenant d'Italie, étaient importés avec leur balle, c'est-à-dire à l'état brut; depuis quelques années des usines se sont établies en Birmanie, qui font subir au riz les opérations du décortiquage, du blanchissage et du polissage. Cette pratique ayant pour but d'économiser sur le prix du transport et sur la main-d'œuvre, car le riz brut contient 25 0/0 de déchets, il en résulte une double perte pour le fret et pour le travail.

Il résulte de cet état de chose que des maisons chinoises drainent en faveur de la Chine, la préparation et le commerce du riz, au grand détriment des relations commerciales entre la France et sa colonie.

Emigration et immigration. Le courant d'immigration en Indo-Chine vient surtout de la Chine; elle a existé de tout temps et va sans cesse en augmentant. Cette immigration est-elle un bien? est-elle un mal? Cette question est très discutée, tant au point de vue économique qu'au point de vue politique; il est incontestable que le Chinois, plus actif, plus laborieux et plus industrieux que l'Annamite, se substitue facilement à ce dernier, et surtout à l'Européen, dont les besoins sont plus grands. Une des raisons qui pousse l'émigrant chinois en Indo-Chine, est aussi qu'il est repoussé des Etats-Unis et de l'Australie.

Le champ de l'immigration européenne est fort limité; elle n'aurait en effet aucune place dans l'agriculture où la main-d'œuvre est excessivement basse, et est d'ailleurs assez dangereuse pour la santé, mais elle pourrait en avoir une dans l'industrie. Le rôle de l'ouvrier européen dans l'atelier se borne à la direction, à l'instruction de l'Annamite, car le travail personnel et continu lui est en quelque sorte défendu par le climat. Il faudrait, en Indo-Chine, des ouvriers européens spéciaux en bois et en fer, pouvant faire des contremaîtres.

Cambodge. Situation agricole. Nature du sol. Le Cambodge peut être considéré comme divisé en quatre régions distinctes :

1° Les montagnes et les collines qui, ordinairement boisées, renferment des carrières et des mines, les hauteurs sont en général très peu peuplées;

2° Les plateaux, composés d'immenses plaines couvertes de grandes herbes, où se trouvent de rares villages, dont les habitants, peu nombreux, cultivent du riz sec et quelques arbres fruitiers;

3° Les terrains de hauteur moyenne, couverts par l'inondation annuelle du Mékong. Ces régions sont les plus fertiles et les plus peuplées;

4° Les terrains marécageux, couverts de forêts inexploitées et de lotus, la plante sainte du pays, que les habitants récoltent avec soin et dont ils mangent la graine.

Certaines parties du Cambodge sont très montagneuses, mais les sommets des montagnes n'y dépassent guère 1,200 et 1,500 mètres. Leurs flancs sont couverts de forêts renfermant des essences de bois très variées et très précieuses; mais le manque de voies de communi-

cation s'oppose à leur exploitation et il faudra des efforts sérieux et persistants, pour améliorer cette situation.

Voies de communication. Le Cambodge n'a pas de canaux pour relier entre eux les divers cours d'eau du pays et faciliter les communications ; il n'a pas non plus de routes dignes de ce nom et celles qui ont été construites autrefois ont disparu ou sont devenues impraticables. De grands efforts pour les rétablir, ou pour doter le pays de la voirie qui lui manque seraient nécessaires, mais leur résultat promet d'être si avantageux que nous ne doutons pas que le gouvernement de l'Indo-Chine ne s'attache à commencer le réseau de routes nécessaire à la mise en valeur de si riches contrées. Au surplus, la configuration du pays est telle que la construction des routes ne sera pas très difficile ni très coûteuse. Quant à celle des canaux, la main-d'œuvre du pays, bien dirigée, suffira très certainement, de sorte que la dépense sera relativement faible, surtout si l'on considère les avantages que le commerce pourra en tirer.



Fig. 614. — *Carte de l'Indo-Chine.*

garantit, nécessitera leur construction dans un avenir peu éloigné. Pour le moment, des routes, des canaux, et des travaux destinés à régulariser le lit de certains passages parsemés de roches dangereuses ou encombrés de vase ou de sable, peuvent être considérés comme suffisants.

PRODUCTIONS AGRICOLES. *Riz.* La culture du riz au Cambodge comme dans toute l'Indo-Chine et en général dans tout l'Extrême-Orient, est la principale occupation de la population. Voici quelques détails sur la manière dont les Cambodgiens pratiquent la culture de cette importante céréale. Dans les terrains irrigables, le riz est d'abord planté très serré, puis quand il est suffisamment levé, on le repique dans un champ soigneusement labouré. Le labour de ces champs se fait à l'aide de buffles, qui, seuls, peuvent labourer dans des terrains où ils enfoncent dans la vase jusqu'au ventre. Les bœufs, ni les chevaux ne pourraient résister à ce travail. Ainsi planté, le riz a besoin d'être arrosé souvent.

Les Cambodgiens font tout leur possible pour obtenir des récoltes hâtives, parce que le premier riz se vend beaucoup plus cher. Du reste, le riz du Cambodge est très beau et très recherché.

Maïs. Le maïs est aussi cultivé, mais d'une manière secondaire. Il est surtout employé pour la nourriture des animaux de France.

Légumes. Au Cambodge, les habitants ne cultivent que peu le légume, qui est une des principales ressources du cultivateur chinois. La plupart des variétés de légumes d'Europe sont cependant cultivées au Cambodge, et y viennent bien ; mais leur culture exige beaucoup de soin.

Plantes industrielles. Parmi les plantes industrielles ; il faut placer le coton, dont la culture a donné de bons résultats, la canne à sucre, le caféier, dont les produits peuvent rivaliser avec le café de Bourbon, la cannelle, qui pourrait, si l'exploitation en était aussi soignée qu'en Annam, donner d'aussi bons résultats, le poivrier, le bétel, dont la culture est facile et lucrative ; le tabac, l'indigo, le palmier à sucre.

Le mûrier donne au Cambodge des feuilles toute l'année, de sorte que l'élève des vers à soie, étant donné le climat, et moyennant certaines précautions, n'est jamais interrompue. L'espèce de vers élevés au Cambodge produit de petits cocons, donnant une soie très fine. Les Cambodgiens la dévident très mal, et néan-

moins parviennent avec des procédés primitifs à produire de très belles étoffes. Rien ne serait plus facile que de leur enseigner nos procédés de dévidage et de moulinage. La race du ver à soie paraît excellente, avec quelques soins et notamment en pratiquant la sélection pendant plusieurs années, elle pourrait s'améliorer. Cette race, malgré ses défauts, est très précieuse, car elle semble être à l'abri des maladies qui déciment presque toutes les autres. La production de la soie a un grand avenir et pourra un jour être une source de richesse pour l'industrie française, en lui fournissant une excellente matière première, à bon marché.

Bois. Les forêts sont très étendues, mais peu exploitées, faute de chemins. Cependant elles renferment de véritables trésors, car les bois du Cambodge sont très précieux ; ces bois peuvent se diviser en bois de charpentes, en bois de mâture pour les navires, en bois de menuiserie, en bois d'ébénisterie, et en bois de teinture. Chacune de ces catégories est représentée par de nombreuses espèces, dont la plupart ont été énumérées plus haut.

Animaux domestiques. Parmi les animaux domestiques, il convient de placer au premier rang l'éléphant, qui se trouve à l'état sauvage dans les forêts du Cambodge, mais qui a été domestiqué depuis un siècle, et rend les plus grands services dans ce pays, où, comme nous l'avons déjà dit, les routes font presque complètement défaut. Après l'éléphant, il faut mentionner le cheval, le buffle, qui est la bête de travail par excellence dans le pays et sans lequel il serait impossible de cultiver, le bœuf à bosse, qui sert à la fois d'animal de trait et d'animal de boucherie, le porc, appartenant à la race dite en France *cochon du Tonkin* et qui est répandue dans toute l'Indo-Chine ; les animaux constituent une des principales ressources alimentaires du pays. Enfin, signalons parmi les animaux domestiques, le chien, le chat et les volailles, dont le nombre est considérable.

Production minérale. D'après sa composition géologique, presque toute d'alluvions, on peut prévoir que le Cambodge n'est pas très riche en minéraux ; le seul métal actuellement exploité est le fer, dont il existe de nombreux gisements dans les montagnes. Quelques-uns de ces minerais extraits de ces gisements produisent d'excellent fer, que les Cambodgiens travaillent d'une manière assez adroite, en dépit de leur outillage grossier. Ils réussissent également à tremper un acier assez bon, et confectionnent des armes passables.

La chaux est très commune et est utilisée partout par les indigènes. Les principales pierres sont le granit et le grès. On rencontre également d'assez importants gisements de craie, d'ardoises et d'une pierre poreuse, nommée *pierre de Bien-Hoa*, qui sert à empierrer les routes et à faire les fondations des édifices. On assure même qu'il y a de la houille, ce qui n'est pas impossible étant donnée l'activité de la flore de ces pays, qui a dû déjà exister avant la période préhistorique, mais jusqu'à présent, l'on n'a pas encore découvert de traces sérieuses de sa présence.

On trouve enfin dans le Cambodge, des salines, dont le sel se trouve à de grandes profondeurs, et des tourbières, qui ne sont pas exploitées, le bois étant à profusion à la disposition de l'indigène.

Industrie. L'industrie du Cambodge est encore à l'état rudimentaire, sauf pour quelques produits que nous allons signaler, comme dans la plupart des peuples primitifs, les industries dont vivent ceux des habitants qui ne pratiquent pas l'agriculture, sont la pêche et la chasse.

La pêche est pratiquée, non seulement par les Khmers, mais aussi par les Malais, les Chinois et les Annamites, qui viennent tous les ans dans le pays, à l'époque favorable, de la même manière que les marins de certains de nos ports se rendent à Terre-Neuve et en Islande pour y pêcher la morue. La salure et la dessiccation du poisson s'opèrent de la même manière qu'à Terre-Neuve.

La chasse, qui est très fructueuse, et qui s'adresse surtout à l'éléphant, au rhinocéros et au buffle, fait vivre une certaine partie de la population ; outre les défenses des éléphants, on peut mentionner, parmi les produits de la chasse, les plumes de parure, qui donnent lieu à un commerce notable.

Soie. Les Cambodgiens sont favorisés comme il a été dit plus haut, sous le rapport de la qualité de la soie, extraite des cocons, mais ils conservent encore de mauvais procédés pour étouffer et dévider les cocons. Malgré cela, ils parviennent à faire de très belles étoffes avec des métiers primitifs, dont le modèle remonte à la plus haute antiquité.

Sucre. Le sucre dont se servent de préférence les Cambodgiens est extrait, par des procédés grossiers, de la canne à sucre, et aussi des palmiers à éventail (*palmier doun-teno*). Le sucre n'est jamais raffiné.

Parmi les autres produits industriels, citons encore, la gomme-gutte, la cire, l'alcool de riz.

A l'occasion de la production minérale, nous avons cité le fer comme étant le seul métal qui soit, au Cambodge, l'objet d'une industrie spéciale, néanmoins, les Cambodgiens confectionnent quelques bijoux en or et en argent, et sont assez habiles à repousser l'or et l'argent.

Bois. Enfin l'industrie du bois, peu avancée, est pratiquée dans quelques centres, des embarcations, des meubles qui ne peuvent rivaliser avec ceux du Tonkin, sont construits, mais non exportés.

Importations et exportations. La valeur des importations et celle des exportations, sont pour le Cambodge à peu près égales ; il serait peut-être prématuré, étant donné les faibles moyens de contrôle que possède l'administration, de les évaluer d'une façon précise, mais on peut, sans être éloigné de la vérité, dire qu'elles ne sont pas supérieures à 10 ou 12 millions de francs. Nous ne comprenons nullement, dans cette évaluation, le courant constaté, mais de valeur inconnue, des échanges entre le Laos, d'une part, et la partie S. E. du royaume de Siam, d'autre part, avec le Cambodge.

Dans le chiffre qui vient d'être cité, le poisson salé entre pour plus de trois millions de francs, et comme son prix est peu élevé, cette somme représente une quantité relativement considérable, que l'on peut évaluer à 10 millions de kilogrammes. Ce poisson est transporté en Cochinchine d'où il est reporté dans tout l'Extrême-Orient, et jusqu'en Chine, où il est fort estimé, paraît-il.

Puis viennent ensuite, par ordre d'importance :

1° Le coton égréné, près de 6 millions de kilogrammes. Ce coton est excellent, et avec quelques efforts, il serait facile d'augmenter sa production dans des proportions considérables ;

2° Les haricots ; 3° la cardamine ; 4° le sucre de palmier, dont presque toute l'exportation est destinée à la consommation de la Cochinchine et de l'Annam ; nous ne sachons pas qu'il en soit exporté en France, et cependant, au point de vue de la production de l'alcool, ce sucre pourrait rendre de grands services. L'alcool qu'on en retire, est en effet d'excellente qualité, et sa rectification est très facile. Il est possible que la culture du sucre de palmier, qui est simple et déjà fructueuse, sera dans l'avenir l'une des sources de richesse du pays.

Autres articles d'exportation, dont quelques-uns sont susceptibles d'acquérir une assez grande importance :

La colle de poisson, les peaux brutes, les matelas dits *Cambodgiens*, dont l'usage est général dans l'Extrême-Orient, et qui réunissent les avantages d'une extrême légèreté à celui d'une grande solidité. Ces matelas en coton sont composés de petits cylindres en étoffes, juxtaposés comme des tuyaux d'orgue. Grâce à cette disposi-

tion, le matelas peut facilement se plier et chacune de ses parties conserve son élasticité propre, ce qui prolonge sa durée. Mentionnons enfin, parmi les articles exportés, les nattes, les bois de construction, les bois précieux, le poivre, les gommes.

Les articles d'importation comprennent : le sel nécessaire à la conservation du poisson et dont la consommation est considérable ; les vins et les spiritueux, les tissus, surtout les cotonnades; les armes et les outils ; les articles de Paris.

En majeure partie, ces articles viennent de France et d'Angleterre. Le thé, dont les Cambodgiens font grande consommation vient de Chine, ainsi que l'opium dont une partie seulement est fournie par les Indes anglaises.

En résumé, le commerce du Cambodge est déjà très avantageux pour la France, qui commence à trouver là un débouché sérieux dans ce pays, et qui, dans l'avenir, y trouvera certainement une clientèle précieuse et assurée.

Le transport des marchandises lourdes et encombrantes est encore aujourd'hui fait par des jonques chinoises ou par des sampans annamites ; celui des marchandises plus précieuses est fait par les navires de la Compagnie des Messageries fluviales de Cochinchine qui a établi un service régulier desservant les points les plus importants du pays.

Emigration et immigration. Les Cambodgiens émigrent fort peu ; bien entendu, le nombre des émigrants est inconnu, faute de recensement, mais leur pays est, depuis quelque temps surtout, l'objet d'une assez forte immigration, d'Annamites, de Siamois, de Malais, mais surtout de Chinois.

Les Français y sont encore très peu nombreux, même à Pnom-Penh ; cependant leur nombre s'est accru depuis l'établissement du protectorat, et un certain nombre de maisons de commerce, destiné à devenir important, y ont été établies.

Annam. Situation économique. L'Annam s'étend le long de la côte orientale de la presqu'île indochinoise, entre une longue chaîne de montagne et la mer. Cette chaîne qui sépare géographiquement l'Annam du territoire du Laos et du Haut-Cambodge, a pour effet d'isoler le pays du reste de l'Indo-Chine; l'Annam n'a guère de relations que par la mer avec la Chine et les autres nations, par le sud avec la Cochinchine, et par le nord avec le Tonkin. Les routes y font presque défaut; il n'y a qu'une grande route, celle qui suit le littoral, et encore est-elle loin de répondre aux exigences des communications commerciales. Quelques sentiers de montagnes, pour la plupart peu praticables, traversent la chaîne de montagnes du Laos et pénètrent dans l'intérieur de l'Indo-Chine, mais le trafic y est insignifiant.

Une voie fluviale relie l'Annam au Tonkin par une série de canaux, joignant entre eux les différents fleuves du nord du pays.

Produits agricoles. Le territoire de l'Annam est relativement petit, eu égard à la population qui l'habite, et les produits du sol sont insuffisants pour nourrir la totalité des habitants. Le riz qui est la base de leur nourriture vient en grande partie du dehors (Hong-Kong pour les 5/6 et Saïgon pour le 1/6).

Si les terrains de rizières font défaut, par contre les collines et les plateaux fournissent des plantes industrielles en abondance.

Cannelle. En première ligne, il faut citer la cannelle qui est produite surtout dans le Quang-Nam où elle pousse à l'état sauvage sur les hauts plateaux. C'est Tourane qui est le marché le plus important de la cannelle.

Coton. Le coton, qui sera la richesse du pays, vient admirablement dans le Tranh-Hoa. C'est vers les industries auxquelles ce produit donne naissance que devront surtout tendre les efforts de nos compatriotes. Une grande quantité de coton est consommée dans le pays, une partie passe en Chine, par voie de terre, par le Tonkin, le reste, soit le tiers est exporté par les ports du Tonkin; 400,000 à 500,000 kilogrammes sont exportés chaque année par Haïphong.

Canne à sucre. Dans le Phu-Yen, le Binh-Dinh, le Quang-Nam et surtout le Quang-Ngaï, la canne à sucre est cultivée avec succès. Malheureusement ces provinces ont beaucoup souffert des troubles de ces dernières années. Le sucre est expédié presque en totalité sur Saïgon et sur Haïphong.

Arachides. Les cultures d'arachides, qui ont été très prospères, sont aujourd'hui reprises dans le Binh-Dinh et le Phu-Yen et fourniront avant peu un élément notable au commerce d'exportation.

Thé. Les provinces de l'Annam produisent aussi du thé, mais de qualité inférieure, qui n'est pas exporté, on le consomme dans le pays.

Parmi les autres plantes, citons le tabac, les plantes légumineuses et certains arbres fruitiers, l'igname, le sésame, le ricin, les bananes, les ananas, les patates. Les produits les plus cultivés sont les noix de l'aréquier, du cocotier. Les feuilles de bétel, les fruits du manguier, du goyavier, des oranges et mandarines, etc., tous produits consommés sur place.

Café. Des essais de plantation de café ont été faits par les missionnaires et ont parfaitement réussi dans les terrains élevés. Les missions récoltent suffisamment de grains pour leur consommation ; l'expérience a démontré qu'il y avait dans cette culture tout un avenir de richesse pour ceux qui l'entreprendraient.

Mûrier. Le mûrier est cultivé dans toutes les provinces de l'Annam. Cet arbrisseau est planté de préférence sur le bord des cours d'eau, et donne lieu, par l'élève des vers à soie, à une industrie, la seule importante de l'Annam.

Forêts. Les forêts qui couvrent les montagnes, contiennent une grande variété d'arbres dont les bois sont recherchés pour la construction et l'ébénisterie. Certaines essences sont d'une grande valeur. Le gouvernement annamite a concédé l'exploitation de ces forêts à des Chinois.

Chevaux et animaux de fermes. On trouve d'assez bons pâturages dans certaines provinces et les indigènes s'y livrent avec succès à l'élevage des chevaux et des bœufs. Les chevaux sont de très petite taille, mais fort vigoureux, les bœufs et buffles sont employés à la culture, et surtout aux transports ; le mouton est inconnu pour ainsi dire en Annam. Cependant le pays pourrait contenir et nourrir de nombreux troupeaux.

Les habitants élèvent des porcs et des volailles en grande quantité. Ils ne se servent guère de l'éléphant, qui vit à l'état sauvage dans les forêts des montagnes.

Parmi les produits d'animaux, citons les nids d'hirondelles, qui ont tant excité la curiosité des Européens, et qui sont si recherchés en Chine. Le nid d'hirondelle est un composé blanchâtre, secrété par l'oiseau et se présentant sous la forme de filaments entrecroisés, semblables à du vermicelle. Le prix de ce produit est très élevé; la première qualité, très rare et un peu rosée, est payée 48 francs les 100 grammes; la seconde, plus commune, est payée 24 francs. Chaque nid, ou soi-disant nid d'hirondelle pèse en moyenne 19 grammes. Le commerce des nids d'hirondelle entre pour une somme relativement considérable dans l'exportation de l'Annam.

Le gouvernement annamite a affermé la récolte de ces nids, pour 6,000 francs; le produit de cette récolte, qui se fait dans les grottes dont l'entrée est envahie par la mer, est d'environ 200 kilogrammes, représentant une valeur de 36,000 francs.

Industrie. *Mines.* Le sol de l'Annam contient des gisements miniers qui ont été reconnus, mais qui n'ont pas été exploités. Il serait difficile de donner sur leur

richesse une appréciation à peu près exacte. La législation annamite a d'ailleurs fort peu jusqu'ici favorisé les recherches et les tentatives d'exploitation. On sait cependant qu'il y a de l'or dans le Quang-Nam, de l'argent dans le Thanh-Hoa, du cuivre et du zinc dans le Quang-Nam,. et du fer dans les environs de Hué et dans le Quang-Tri. Une mine de charbon, dont l'exploitation s'est trouvée arrêtée par suite des événements politiques locaux, a été concédée, à Trong-San, au-dessus de Tourane, et produit aujourd'hui, dit-on, quelques milliers de tonnes de houille.

Soie. Toutes les provinces de l'Annam produisent de la soie. Les soies grèges fabriquées en Annam sont plus appréciées que celles du Tonkin et se distinguent par la finesse et la souplesse de leurs fils. Cette industrie est en progrès; le commerce d'exportation qui en résulte a presque doublé depuis un an, et a dépassé, en 1888, le chiffre de 800.000 francs.

La province de Binh-Dinh fabriquait autrefois des crépons qui avaient une grande réputation et qui étaient connus sous la désignation de *crépons de Qui-Nhon.* Il faut espérer que les métiers arrêtés par la rébellion ne tarderont pas à reprendre leur ancienne activité.

Exportations. En résumé, les marchandises principales qui viennent d'être énumérées ont fourni à l'exportation en 1888 pour les ports de Faitoô, Quang-Ngai, Tourane, et Qui-Nhon, près de 4 millions de francs, d'après les statistiques du service des douanes. Dans les autres ports nouvellement ouverts, les bureaux qui ont été récemment établis ne peuvent pas encore donner assez d'indications sur l'extension qu'ont dû prendre ces marchés.

Le mouvement du cabotage qui est établi entre les ports de l'Annam et du Tonkin ne saurait non plus être évalué avec précision; les statistiques donnent en 1888, de 7 à 8 millions pour les exportations des deux pays.

Quelques échanges s'opèrent encore par la voie de terre avec les tribus du Laos qui viennent chercher en Annam du sel, du riz, des métaux et des poteries contre l'ivoire, les cornes, les peaux, les résines, les cires, etc., qu'elles apportent de leurs montagnes. Ce commerce est forcément limité par l'absence des voies de communication, où le mauvais état de celles qui existent. Ces marchandises sont apportées à dos d'hommes par dessus les montagnes, avec des difficultés énormes; les produits lourds ou encombrants sont dès lors exclus du trafic.

La création de routes de pénétration dans le bassin du Mékong augmenterait notablement le chiffre des exportations par les portes de l'Annam et modifierait certainement la situation économique des populations misérables de la montagne. C'est de là que dépend l'avenir commercial de l'Annam.

Importations. En 1888, le commerce d'importation a atteint pour les six ports, ou plus exactement pour les six bureaux de douane, le chiffre de 7 millions de francs, en augmentation de 2 millions sur les années précédentes. Dans cette somme, Tourane entre pour un peu plus de 5 millions et demi, et Qui-Nhon pour 1,200,000 francs.

Les principales marchandises importées sont le riz pour 2 millions, les cotons filés pour 1 million. L'importation des cotonnades est en baisse, à cause sans doute, de l'application du tarif général des douanes. Celles qui viennent encore de l'étranger sont achetées à Manchester. Il est indispensable que nos fabricants, s'ils veulent lutter contre les Anglais de la Grande-Bretagne ou de l'Inde, adoptent les dimensions et les couleurs en usage.

Parmi les autres articles importés, notons encore l'opium et le papier (surtout doré et colorié, pour les besoins du culte), le thé, le tabac, les médicaments, les faïences et poteries; le tout venant de Chine.

La part de la France et de la Cochinchine dans les importations de l'Annam est d'environ un million et demi de francs.

Tonkin. Le Tonkin présente deux régions bien distinctes, une partie montagneuse ou de hauts plateaux au Nord et à l'Est, et une partie plate et basse, communément appelée « Delta » qui confine à la mer. Les côtes qui s'étendent sur une longueur de 400 kilomètres, sont basses et marécageuses dans le Sud. Les montagnes sont couvertes de forêts difficilement pénétrables. Au N.-E., vers Lang-Son se trouvent de vastes plateaux cultivés. Le Song-Koï (fleuve rouge) est la principale artère du pays. Ce fleuve est navigable sur tout son parcours pour les jonques, mais son cours supérieur est obstrué par des rapides qui s'opposent à la navigation à vapeur. Il se jette à la mer par une foule de branches qui arrosent la région du Delta. La région du Delta est une immense plaine de 11,000 kilomètres carrés, et constitue la partie la plus riche et la plus fertile du Tonkin.

Les bras du Song-Koï, et les canaux construits par les indigènes forment le meilleur et presque l'unique réseau des voies de communication dans le Delta, les routes annamites sont en effet fort rares et ne répondent guère aux besoins de la circulation des Européens. A l'exception de la route royale qui va de Hanoï à Hué, les autres chemins n'ont que la largeur d'un sentier. Bientôt un chemin de fer, déjà commencé, mettra la capitale du Tonkin en communication rapide avec la frontière chinoise.

Pour ce qui est de la distance qui sépare la France du Tonkin, nous dirons seulement que cette distance, est de 8,095 milles marins, comptés de Marseille à Haïphong, et que la durée du trajet par les paquebots des Messageries maritimes est en moyenne de 35 jours (Prix du passage : 1,859 francs en 1re classe; 1,217 francs en 2e classe et 777 francs en 3e classe). Départs de Marseille tous les 15 jours.

Productions agricoles. *Riz.* Le Delta est presque entièrement consacré à la culture du riz. Sa production suffit, d'une manière générale, à la consommation des habitants, et donne généralement deux récoltes par an. Les bonnes récoltes permettent d'en exporter jusqu'à 25 millions d'hectolitres, mais lorsqu'elles sont mauvaises, il faut en importer de grandes quantités de la Cochinchine ou de Hong-Kong.

Canne à sucre. Parmi les cultures les plus importantes du Delta, celle de la canne à sucre vient en second lieu. La canne récoltée a besoin d'être beaucoup améliorée, mais telle qu'elle se présente, elle donne lieu à une industrie assez productive qui se développera certainement avec le perfectionnement de l'outillage industriel.

Mûrier. Le mûrier vient bien dans les terrains un peu élevés du Delta. Ces terrains ne paraissent pas aptes à produire le grand mûrier de la Chine et du Japon, lequel ne se prêterait pas au mode d'exploitation des Annamites par cueillettes incessantes, mais il serait possible à notre avis, d'améliorer les cultures existantes.

Coton. Peu cultivé actuellement, le coton est certainement appelé à tenir une grande place sur les marchés du Tonkin. Il peut être planté dans la plupart des terrains du Delta; c'est surtout vers la rivière Noire, vers Tuyen-Quan, Thaï-Nguyen, dans la province de Bac-Ninh, et une partie du Bay-Saï que les plantations seraient le mieux placées. En un an, le port de Haïphong a exporté 526,000 kilogrammes de coton, vendu sur place au prix moyen de 1 franc le kilogramme (60 à 65 francs le picul : 63 kilogrammes). La plus grande partie de ce coton vient de Tranh-Hoa. Il est à souhaiter que la filature et le tissage mécaniques viennent s'implanter au Tonkin; on estime à 6 ou 7,000 broches, l'outillage nécessaire à mettre en œuvre la production actuelle. C'est

là une des industries sur lesquelles on doit fonder le plus d'espérances.

Autres cultures. Le ricin pousse partout, et avec une vigueur remarquable ; les arachides sont rares, mais la culture du sésame est plus développée. Celle du maïs est plus importante, mais elle n'existe que pour la consommation d'une partie de la population. Le Delta fournit encore la noix d'aréquier, le coco, et quelques fruits non exportés, qui sont tous consommés sur place. Le bétel est peu cultivé, quoique très recherché.

L'une des richesses du Delta est le bambou, qui y croît avec une rapidité et une vigueur merveilleuses, et dont la tige est utilisée de mille manières par l'indigène et par l'Européen.

Signalons enfin, dans les parties de la région montagneuse, qui ne sont pas couvertes par les forêts, le thé, dont la qualité est inférieure à celle du thé de Chine, mais qui pourrait être relevée par une meilleure préparation. Le meilleur vient de la région de Lao-Kay. L'indigo croît en grande quantité du côté de la rivière Noire. Le cunao, plante tinctoriale, tubercule qui donne une couleur brune très employée par les Annamites, est également récolté dans les forêts du haut Tonkin. Cette plante figure à l'exportation pour 700,000 francs.

Le tabac vient bien et est d'assez bonne qualité dans les provinces de Sontay, de Hong-Hoa et de Tuyen-Quan.

Les collines de cette région fournissent également une plante industrielle précieuse, la badiane, sorte d'anis employée dans la parfumerie. Cette plante, dont le kilogramme vaut 20 pence à peu près, est exploitée par une maison française, qui, installée récemment, a fourni dès l'origine, 4,400 kilogrammes d'huile de badiane, qui ont été exportés en France.

Café. Des essais de culture de café tentés sur plusieurs points, notamment à Kéro, chez les missionnaires, ont donné d'excellents résultats. Les essais de culture du quinquina n'ont pas aussi bien réussi.

Forêts. Les forêts, qui occupent une superficie considérable du Haut-Tonkin, renferment une grande variété d'essences de bois, mais elles sont difficilement accessibles et n'ont guère été exploitées, faute de routes, que dans les parties qui avoisinent les fleuves.

Aussi le plus souvent les bois de construction sont-ils importés d'Annam, et il en sera ainsi tant que des voies de communication ne permettront pas d'atteindre aisément les régions qui renferment les essences les plus utiles.

Animaux. Le Tonkin n'est pas un pays d'élevage, les pâturages font totalement défaut dans le Delta, la plus grande partie du bétail qu'on y trouve vient des plateaux de l'Est, presque tous les chevaux de petite taille viennent de l'Annam, les bœufs sont rares et de petite taille également. Les buffles sont par excellence, comme d'ailleurs dans toute l'Indo-Chine, les animaux de labour de la rizière, ils vivent dans la vase. Les porcs pullulent, et servent à l'alimentation des indigènes et de nos troupes. Il en est exporté une grande quantité sur Hong-Kong.

PRODUCTIONS MINÉRALES. La région des montagnes est riche en mines de toutes sortes. On trouve de l'or dans toute la région du Tonkin et de l'argent dans celle de Thaï-Nguyen et de Tuyen-Quan. Il faut reconnaître toutefois que les minerais ne sont pas d'une grande richesse. Il existe des mines de cuivre, d'assez bon rapport, dans les provinces de Tuyen-Quan et de Sontay.

Lang-Son, Thaï-Nguyen et Cao-Bang possèdent du fer. On fabrique, dans cette dernière province, des fontes d'une qualité exceptionnelle.

Des gisements de fer ont été reconnus dernièrement dans la province de Quang-Yen. Ils paraissent devoir fixer l'attention de nos industriels, en raison surtout de leur proximité avec les mines de charbons de Hon-Gay. L'exploitation de celles-ci est en effet entrée dans le domaine pratique. Deux compagnies concessionnaires ont commencé leurs travaux, l'une à Hon-Gay, l'autre dans l'île de Ké-Bao. On peut espérer, d'après les échantillons extraits jusqu'à présent, que le charbon du Tonkin égalera en quantité le Cardiff ou tout au moins le charbon du Japon.

INDUSTRIE. *Soie.* Parmi les industries indigènes, celle de la soie vient en première ligne. Elle est répandue dans tout le Tonkin, mais plus particulièrement dans les provinces de Nam-Dinh, de Hanoï et de Sontay. Les fileurs annamites sont très habiles, malgré l'imperfection de leur outillage. Les métiers sont à peu près semblables à ceux de nos anciens tisserands. Il est difficile d'apprécier la quantité de soie employée dans le pays, mais on peut aisément admettre que le tiers de la population s'habille avec ces étoffes. Malgré cette consommation locale, l'exportation des soies et tissus de soie représente une valeur considérable : plus de 500,000 francs en étoffes, plus de 2 millions de soie grège, de 230,000 francs de soie filée, 600,000 francs de soie redévidée.

Etoffes de coton. Les étoffes de coton sont fabriquées en grande quantité dans le pays. Les statistiques de la douane accusent, surtout depuis l'application du tarif général, une diminution très sensible dans l'importation et dans l'exportation du coton indigène. Il faut en conclure que les Annamites trouvent plus avantageux de fabriquer eux-mêmes les étoffes de coton dont ils ont besoin.

Sucre. L'industrie du sucre est assez développée au Tonkin, et bien que les procédés de fabrication y soient encore des plus primitifs, elle donne encore pour plus de 300,000 francs de produits à l'exportation. Des industriels français munis d'un bon outillage pourraient développer de beaucoup cette branche de l'industrie.

Papier. Les procédés pour la fabrication du papier au Tonkin sont encore très primitifs, mais leur production, centralisée surtout aux portes de Hanoï, ne laisse pas d'être relativement considérable.

Huiles. Les Annamites fabriquent une assez grande quantité des huiles de sésame, d'arachides, de ricin et de l'huile à laques. Ils font un grand usage de la laque, qu'ils appliquent sur les objets en bois, dans un but de conservation et de décoration, mais leurs produits sont très inférieurs à ceux des Chinois ou des Japonais. Le côté artistique de cette industrie a été négligé, mais il pourrait certainement être beaucoup développé.

Mentionnons, parmi les autres industries principales du Tonkin, la fabrication de l'alcool de riz, celle des ciments, celle des poteries et celle des objets en bronze. Enfin, Hanoï et Nam-Dinh sont le centre de la petite industrie de l'incrustation et de la broderie.

La colonisation tend, malgré ce qui a été dit trop souvent, à prendre une réelle consistance. Les demandes de concession sont de plus en plus nombreuses et il leur est donné suite autant que cela est possible.

Les concessions de gisements houillers déjà consenties, entrent dans la période d'exploitation à Kébao et à Hong-Gay. Pour favoriser l'écoulement du charbon provenant de ces mines, les droits de phare et d'ancrage pour les navires arrivant sur lest à Haïphong et qui en partent avec chargement complet de houille, ont été réduits, par voyage, à 4 cents par tonne, s'ils sont étrangers, et à 2 cents s'ils sont Français.

La société française d'allumettes est en instance pour obtenir du Gouvernement l'autorisation de construire une usine destinée à la fabrication de ses produits. Cette industrie est appelée à occuper un grand nombre d'ouvriers.

On a également installé à Hanoï un atelier de dévidage des cocons à soie, dont les débuts ont produit les meilleurs résultats et qui est appelé certainement à prendre par la suite une importance considérable.

Main-d'œuvre. Au Tonkin, les Européens ne peuvent se livrer à des travaux fatigants, les affaires, le commerce,

la surveillance dans les industries sont les seules occupations qui leur conviennent. Les indigènes conservent le monopole des ouvrages pénibles et de la main-d'œuvre; la culture du sol leur est particulièrement réservée. Le prix de la journée pour les ouvriers agricoles et terrassiers est de 60 à 75 centimes et pour les ouvriers d'art, il ne dépasse pas 2 francs dans les ateliers de la guerre et de la marine.

Nous devons ajouter aussi, que le petit commerce de détail n'offre pas de grands profits aux négociants européens, qui auraient à lutter contre le commerçant chinois. Celui-ci se contente d'un bénéfice minime, et ses frais généraux sont presque nuls. L'immigration ne doit donc être au Tonkin, conseillée qu'aux gros industriels et commerçants rompus aux affaires et pourvus de capitaux. Le Tonkin, riche en gisements miniers de toutes sortes, d'une fertilité extraordinaire, est propre, comme on l'a vu plus haut, à la production d'un grand nombre de matières nécessaires à l'industrie.

Importations et Exportations. Les dernières statistiques du service des douanes estiment à 38,500,000 francs la valeur des marchandises importées au Tonkin, en très forte augmentation sur les années précédentes. Dans ces 38 millions, les produits de la France ou de ses colonies entrent pour près de 9 millions, soit près du quart. Les rois quarts de ces marchandises sont entrés par le port d'Haïphong qui a reçu dans l'année, 418 navires ou grandes jonques, se divisant comme suit : navires français, 58; anglais, 42; allemands, 52; danois, 50; américains, 1; hollandais, 1; Norwégiens, 2; jonques chinoises et annamites, 212. Les vapeurs de l'Etat et les navires affrétés pour le transport des troupes ne sont pas compris dans cette statistique.

A Hanoï, le chiffre des importations a décuplé en un an; il est monté de 130,000 à 1,400,000 francs. Cet accroissement provient de l'importance des transactions par la frontière du Yun-Nan à Laokay.

Parmi les marchandises qui n'ont pas été déjà mentionnées plus haut, comme faisant l'objet d'un commerce actif, citons encore :

Les allumettes, venant surtout du Japon, les conserves alimentaires, les vins, les spiritueux, la bière, la bimbeloterie venant surtout de France, la farine, venant d'Amérique et d'Australie, le thé, l'opium et l'étain venant de la Chine, par la voie de Yun-Nan.

Les exportations consistent surtout en riz, en soie, et bourre de soie, en poivre, elles sont également en progrès.

Transit. Pendant le premier semestre de cette année, la valeur des marchandises transitant par le Tonkin, à destination du Yunnan a dépassé 340,000 piastres, alors que pendant la même période 1889, elle ne représentait que 31,000 piastres. Cet accroissement indique suffisamment quelle sera l'importance de cette voie fluviale, lorsque les travaux d'amélioration actuellement en cours auront décidé la Compagnie des correspondances fluviales à établir un service à vapeur régulier de Hanoï à Laokay.

Emigration. Immigration. Le Tonkinois n'émigre que fort peu, mais son pays est le siège d'une immigration considérable de Chinois et d'Annamites du Sud. On estime à plus de 10,000 le nombre des Chinois qui sont établis au Tonkin. Ce chiffre peut paraître même trop faible, étant donnée l'affluence des Chinois dans certains ports du Delta.

Si l'on met à part l'effectif de l'armée française d'occupation, dont l'effectif est variable, et qui ne doit pas compter dans l'immigration, bien que sa présence donne lieu à un gros commerce d'importation, on compte de 1,100 à 1,200 Français habitant le Tonkin. Ces Français habitent surtout Haïphong (plus de 500), et Hanoï, près de 500. Le reste se répartit par petits groupes dans toutes les provinces. — V. T.

L'Indo-Chine à l'Exposition de 1889.

De bonne heure, les pays d'Extrême-Orient, rattachés à la France par le protectorat ou par l'administration coloniale, ont pris leurs dispositions pour figurer dignement à l'Exposition de la métropole. Mais MM. Filippini, gouverneur de la Cochinchine; Piquet, résident au Cambodge, ainsi que l'administration du Tonkin, réclamèrent, chacun de leur côté, l'honneur d'être chargés de l'organisation générale et en particulier de donner les plans du pavillon spécial qui devait contenir les produits de toutes ces colonies, reliées par une origine et des intérêts communs. Pour mettre l'accord parmi ses subordonnés, M. Constans, alors gouverneur de l'Indo-Chine, décida qu'un pavillon particulier serait affecté à chaque pays, sous la direction et sur les dessins de M. Foulhoux, architecte, chef du service des bâtiments civils en Cochinchine. Nous suivrons donc, dans ce compte-rendu rapide de nos possessions d'Extrême-Orient, l'ordre qui avait été officiellement adopté.

Cochinchine. Le pavillon de la Cochinchine occupait, à l'esplanade des Invalides, une surface de 1,200 mètres carrés environ, il se composait en principe d'une cour carrée fermée par des pavillons latéraux ou des portiques en bois peint. Le style imité des constructions du pays, se faisait remarquer par la simplicité et l'élégance de ses lignes, qui ne rappelaient en rien les capricieux contours de l'architecture chinoise; il s'en distinguait, notamment, par l'horizontalité de ses arêtes, et l'absence de toitures baroques.

Toute la menuiserie extérieure et intérieure du pavillon avait été couverte de sculptures exécutées avec beaucoup d'adresse par les artistes annamites, et inspirées directement des édifices de l'époque la plus pure, des pagodes du Goriap, de Cholon, de Chodoc, et de maisons particulières; la charpente a excité l'admiration des spécialistes par sa hardiesse et son ingénieuse simplicité; une fort belle et grande crête en faïence qui surmontait la toiture, venait de Binh-Taï près de Cholon, ses soixante-dix-sept panneaux représentaient des scènes de théâtre, des animaux fantastiques et une fleur de lotus soutenue par deux dragons, comme motif central. Quant aux peintures, qui ne nécessitaient pas d'installations particulièrement difficile, et qu'on craignait de voir détériorer en route, elles ont été exécutées à Paris même, par vingt artistes tonkinois, dont la dextérité a fait l'admiration de tous les visiteurs qui ont suivi les travaux de l'Exposition. La dépense totale a été de 250,000 francs, dont 140,000 à Saïgon et 110,000 à Paris.

On sentait, dans l'envoi de la Cochinchine, les tâtonnements d'un pays neuf qui s'organise; ce qu'on a le plus remarqué, c'est le développement de l'instruction. Le collège Chasseloup-Laubat, l'école municipale des filles de Saïgon et l'école des sœurs de Saint-Paul de Chartres ont mérité des médailles d'or. La même récompense a été décernée au service des bâtiments civils de Cochinchine, au cadastre pour ses plans et cartes, au pénitencier de Poulo Condor, à la collection de plantes de serre envoyée par la colonie. A citer encore, parmi les premières récompenses, la Compagnie française de Saïgon, la rizerie à vapeur de Cholon, la rizerie saïgonaise, pour leurs riz décortiqués; les poivres et cafés de M. Girard, à Phu-Quoc; les engins de pêche réunis par le gouvernement de la colonie et par les soins de M. Forestier; les collections minérales de M. Petiton; et parmi les objets les plus remarqués, les meubles et broderies de soie, notamment les étoffes prêtées par les congrégations de Cholon pour la décoration de la grande salle du palais, les faïences indigènes, très bizarrement décorées, mais avec beaucoup de goût et d'harmonie dans les couleurs; les bois dont les échantillons étaient fort beaux, etc. L'exposition de la Cochinchine a remporté 88 récompenses, dont un grand prix et 18 médailles d'or.

Cambodge. L'architecte du Cambodge, M. Fabre, chef du service des travaux publics à Pnom-Peuh, a trouvé dans ce pays les merveilleux modèles de l'art Khmer ; il s'en est inspiré très heureusement. Le plan de son pavillon était en forme de croix, et à l'intersection s'élevait une tour centrale de 40 mètres de hauteur, imitée d'un des plus jolis motifs du temple d'Angkor-Wat; l'ensemble figure une fleur de lotus épanouie au-dessus de laquelle s'étageait la quadruple tête de Brahma. La tour était élevée sur un soubassement orné de moulages pris sur les monuments Khmer par MM. Delaporte et Fournereau. Le lecteur trouvera la vue du temple d'Angkor au mot KHMER du *Dictionnaire.*

C'était le plus curieux de l'exposition cambodgienne, car les colons européens, fort peu nombreux, n'avaient envoyé que peu de choses. Le roi Norodom avait fait envoyer une collection très complète d'engins de pêche qui lui a valu un diplôme d'honneur. La pêche est en effet la principale richesse du pays, et l'exportation spéciale dépasse 12 millions de kilogrammes; après vient le coton, dont on exporte 7 millions de kilogrammes, les *langouti* ou *sampot,* vêtements nationaux en soie ou en cotonnade ; les bois, notamment le fameux bois d'aigle, très précieux, qu'on brûle dans tout le pays à l'occasion des fêtes et cérémonies religieuses ; les poivres de Kampot, les charettes à buffles et palanquins de M. Planté et d'Ohnka Pohoulatep, les bâts d'éléphants avec palanquins envoyés par le ministre de la guerre du Cambodge et le gouverneur de Battambaug (Siam), enfin les ivoires de MM. de Champeaux, Pascal Drimi, Planté et Mégère.

Annam et Tonkin. Le pavillon de l'Annam et du Tonkin formait un carré de près de 600 mètres superficiels, le milieu formant une cour où se dressait un grand Bouddha. Les galeries intérieures, de 8m,50 de large sur 25 mètres de longueur étaient couvertes de velums en sorte de toile à voile, sur laquelle on avait peint les objets les plus divers, ou bien en soie brochée avec des caractères chinois rouges.

La sculpture des portes d'entrée et des façades était empruntée aux monuments du pays, le palais de Gia-Long et le tombeau de Minh-Mang.

Ce qui donnait le plus de caractère à l'exposition tonkinoise, c'était la suite de toiles envoyées par M. Gaston Roullet, le peintre bien connu. La baie d'A-long avait été prise par lui pour centre de ses études, très lumineuses et très exactes. MM. Adolphe et Gaston Léofanti avaient envoyé des aquarelles qui complétaient cet ensemble de documents. M. Dumoutier, inspecteur d'enseignement, avait là une collection intéressante d'idoles

Dans les classes d'enseignement et d'imprimerie, Mlle Clayon a exposé des livres de lecture pour les écoles annamites, M. Dumoutier des publications analogues et une collection de livres boudhistes ; M. Chesnay, directeur du journal l'*Avenir du Tonkin,* la collection complète de tout ce qui a été imprimé là-bas, et l'évêque du Tonkin les spécimens de tous les papiers du pays, très curieux comme matières et comme formes.

L'état-major de l'expédition française avait dressé et envoyé une carte générale du pays et des cartes de détail très utiles, si non encore très précises, et M. Janet, ingénieur à Tientsin, a commencé le relief du Tonkin au 1/12500, travail difficile, dont il n'a pu montrer qu'une partie.

L'incrustation de nacre est une des curiosités et en même temps l'article le plus estimé de l'industrie tonkinoise ; il existait, il y a quelques années, une école dont on a pu voir, à l'esplanade des Invalides, quelques ouvrages artistiques et dont on doit déplorer la disparition. Les ouvriers tonkinois sont aussi d'excellents fondeurs, quoique encore inférieurs aux Japonais ; dans cette catégorie il faut noter les curieuses chaufferettes à mains, composées de deux boules concentriques, dont la plus petite contient des charbons allumés.

Quant aux tissus, ils étaient fort utilement représentés par les cotonnades de Bac-Thuon-Bac-Ha et de Hanoï et la soie de toutes les parties de la contrée, notamment celle de Nam-Dinh ; les crépons de Quinhon, les soies grèges de M. Bourgoin-Meiffre et de M. Arnal.

A citer encore les minerais de M. Fuchs, dont l'intérêt n'était encore que scientifique, les charbons de l'île de Ké-bao, les échantillons de minerais de M. Vezin, à Hon-Gay, le papier végétal, quelques bois curieux, des laques, des huiles de bois, enfin un grand nombre de plantes rares et ornementales et des fruits du pays, notamment les lytchis, que nous connaissons déjà.

* **INDOPHÉNOL** (V. ce mot au *Dictionnaire*). Les indophénols ont été découverts par H. Kœchlin et O. Witt. Le brevet allemand est du 19 mars 1881. La formule de constitution des indophénols est aujourd'hui bien fixée. Le colorant désigné plus spécialement sous le nom d'*indophénol* ou de *bleu de naphtol* (V. BLEU), a pour formule

$$Az < \begin{matrix} C^6H^4.Az(CH^3)^2 \\ C^{10}H^6.O \end{matrix}$$

qui devient, sous l'influence de l'hydrogène naissant

$$AzH < \begin{matrix} C^6H^4.Az(CH^3)^2 \\ C^{10}H^6.OH \end{matrix}$$

leukodérivé.

C'est sur cette réaction que repose l'emploi de l'indophénol en teinture. Il se comporte d'une manière analogue à l'indigo devant les influences réductrices et oxydantes. Par l'hydrogène naissant, il devient comme l'indigo blanc, peut former *cuve* et par l'oxygène de l'air insufflé ou par l'action oxydante du bichromate, il redevient indophénol reprenant sa couleur et son insolubilité primitives. Employé seul et à l'état de cuve comme succédané de l'indigo, il n'a pas donné de résultats satisfaisants ni pour la nuance ni pour la solidité. Si l'on monte la cuve en associant les deux colorants indigo et indophénol (V. INDIGOTINE, § 7), la réduction a lieu sur l'un comme sur l'autre, ils pénètrent dans la fibre, l'oxydation en bichromate les fixe en les régénérant à l'état d'indigo et d'indophénol. Employé ainsi concurremment avec l'indigo, l'indophénol donne la nuance favorable, prendrait une solidité comparable à celle de l'indigo, permettrait de monter plus vite au numéro de la gamme dans la nuance et réaliserait une économie qui ne serait pas à négliger, bien que difficile à déterminer en dehors de la grande pratique industrielle. — V.

* **INSTITUTIONS PATRONALES.** *Econ. Soc.* Au début de ce siècle, dans ce que M. Paul Leroy Beaulieu appelle la *période chaotique* de la grande industrie, les patrons étaient convaincus qu'ils avaient à s'ingérer le moins possible dans la vie intime de leur personnel. On lui devait le salaire : rien de plus. Dans les usines rurales, où tout était à créer, on se résignait bien à s'occuper du logement des ouvriers et de leurs approvisionnements, on subissait ce souci, comme une nécessité industrielle; mais, au fur et à mesure que l'interven-

tion patronale devenait moins inévitable, on la restreignait de plus en plus.

Quant aux usines urbaines, la ville offrant au patron un grand marché de main-d'œuvre avec des ressources toujours disponibles pour y puiser au gré des exigences du travail, à quoi bon se serait-il mis en peine de la façon dont les ouvriers avaient à pourvoir à leur alimentation ou à leur logement? Il semblait, en un mot, qu'entre ouvriers et patrons, il ne dût y avoir d'autres relations que celles de la vente et de l'achat du travail, et qu'une fois ce travail livré et payé, l'on fût quitte de part et d'autre.

Cette doctrine et la pratique qui en découle, ont produit des fruits si amers que l'industrie s'est aperçue qu'elle faisait fausse route et s'est ravisée : elle a compris que, derrière la main-d'œuvre, cette abstraction économique, il y a un ouvrier, un homme, avec sa famille et ses besoins ; que, si ces besoins ne sont pas satisfaits, il en résulte dans toute la machine industrielle des frottements, des soubresauts et des à-coups qui peuvent l'arrêter ou même la briser.

En se bornant à la question matérielle de l'intérêt financier du patron, quelle différence à ce point de vue dans la productivité de ses ouvriers, à égalité de salaire, suivant l'esprit qui les anime! Pour saisir sur le vif cette différence, il suffit de considérer deux ateliers voisins, adonnés à la même industrie, mais dont l'esprit n'est pas le même.

Dans l'un, les ouvriers sont aigris, mécontents; ils appartiennent à cette catégorie de « Sublimes » pour lesquels, suivant le mot de leur historiographe, M. Denis Poulot (1). « *couler* le patron est plus qu'une habitude, c'est un devoir. » Ils se ménagent, ou, comme ils disent, « se retiennent » surtout si la commande est pressée ; au besoin, ils feraient manquer une pièce ; ils quittent l'atelier au moment du coup de feu ; ils se mettent en grève sous le plus futile prétexte ; ils guettent, en un mot, l'occasion de témoigner leur malveillance au patron et de nuire à ses intérêts.

Dans le second atelier, au contraire, la paix règne ; les ouvriers, loin de détester le patron, ont confiance en lui et s'intéressent à la prospérité de ses affaires ; ils ont l'esprit de corps et sont attachés à la maison, comme le soldat l'est à son régiment.

En dehors du contentement intime que procure au chef de ce second atelier la direction d'un personnel confiant et satisfait, ne trouve-t-il pas dans cette harmonie même un levier puissant pour le succès industriel? Pendant que le « Sublime » gaspille, dans la mesure où il le peut, son temps et les matières premières dont il dispose, l'ouvrier apaisé évite tout coulage et toute malfaçon ; sa conscience est le meilleur et le plus efficace des contremaîtres. Comment tenter une traversée aventureuse avec un équipage dont on n'est pas sûr et qui peut, à chaque instant, se révolter contre son capitaine? Aussi a-t-on vu sombrer, dans la tempête des crises, plus d'une de ces entreprises affaiblies par cette tension sourde de rapports, tandis que les autres supportaient victorieusement l'épreuve. C'est là un fait indéniable que l'observation tend partout à confirmer.

Il y avait autrefois pour un patron deux manières certaines de se ruiner : c'était de ne pas bien savoir vendre ou acheter et de ne pas bien savoir fabriquer, en d'autres termes, d'être un mauvais commerçant et un mauvais industriel. Il faut maintenant y ajouter une troisième manière, non moins infaillible que les deux premières et dont l'importance va sans cesse grandissant : celle de ne pas savoir manier son personnel, d'être un mauvais conducteur d'hommes.

Qu'est-ce à dire, si ce n'est affirmer cette grande vérité, que les forces morales, telles que l'harmonie, la bonne organisation et le bien-être de la famille ouvrière, sont de puissants facteurs économiques ; qu'en dehors du sentiment, elles dominent de haut les intérêts et que de leur bonne ou de leur mauvaise solution dépendent la vie ou la mort de l'industrie? Les industriels ont un besoin absolu de mettre ces forces morales de leur côté, s'ils ne veulent pas s'exposer à être paralysés par les tiraillements intérieurs ou brisés par le choc de la concurrence étrangère.

L'industrie comprend de plus en plus cette nécessité, et, nous devons le dire à sa louange, elle se met résolument à en remplir les devoirs.

Une première révélation de ses efforts dans ce sens et de ses résultats a été due à l'exposition universelle de 1867 et elle a reçu une confirmation éclatante à l'occasion de l'exposition universelle de 1889.

Lors de la première de ces expositions, l'illustre Commissaire général, Frédéric Le Play, fit instituer « un nouvel ordre de récompenses en faveur des personnes, des établissements et des localités qui, par une organisation ou des institutions spéciales; avaient développé la bonne harmonie entre ceux qui coopèrent aux mêmes travaux et assurent aux ouvriers le bien-être matériel, moral et intellectuel. »

Ce concours, auquel ont pris part plus de 600 maisons tenant la tête de l'industrie dans le monde entier, marque une date mémorable dans l'histoire du patronage et de la science sociale elle-même. Pour se prononcer entre tous ces concurrents, le haut Jury sentit le besoin d'une méthode, et c'est son enquête même qui la lui fournit.

Il ne tarda pas, en effet, à s'apercevoir que, sous leurs profondes dissemblances de nationalité, de climat, de religion, de langue, d'industrie, tous les ateliers, jouissant du bienfait de la paix et de ce qu'on pourrait appeler de « la bonne santé sociale », présentaient des traits communs, certaines pratiques, qui faisaient défaut dans les autres. La présence de ces pratiques attestait l'harmonie entre patrons et ouvriers ; leur absence, l'instabilité et l'antagonisme, si bien qu'entre elles et la paix sociale, on pouvait établir le rapport de cause à effet et qu'on était en droit de les prendre pour criteriums de classement. Les différents mérites à comparer furent répartis en douze classes distinctes, une treizième classe étant réservée

(1) *Le Sublime*, Librairie internationale, 1870.

aux mérites spéciaux et exceptionnels. Comme ces mérites étaient d'importance inégale, chacun d'eux fut doté d'un coefficient proportionnel à sa valeur sociale.

Le tableau suivant indique à la fois ces catégories et leurs coefficients respectifs :

I. Institutions remédiant à l'imprévoyance et au dénûment.	1
II. Institutions remédiant au vice	2
III. Institutions améliorant l'état intellectuel et moral.	2
IV. Organisation des travaux et salaires tendant à élever la condition de l'ouvrier	3
V. Subventions tendant à rendre stable la condition de l'ouvrier	3
VI. Habitudes d'épargne	3
VII. Harmonie entre les personnes coopérant aux mêmes travaux.	4
VIII. Permanence des bons rapports entre les personnes coopérant aux mêmes travaux. . . .	4
IX. Alliance des travaux agricoles et manufacturiers.	4
X. Propriété de l'habitation ou permanence des locations	5
XI. Respect accordé au caractère de la jeune fille.	5
XII. Respect accordé au caractère de la mère de famille	5
XIII. Mérites particuliers.	

Le tableau des questions à instruire étant ainsi arrêté, on convint que chaque rapporteur serait invité à exprimer son appréciation par un chiffre qui varierait entre zéro et 20, le chiffre zéro représentant une absence complète de mérite, et le chiffre 20, un état de perfection exceptionnel.

Il ne restait plus qu'à multiplier chacune de ces notes par son coefficient d'importance, puis à additionner ces treize produits partiels pour obtenir la note définitive de chaque concurrent.

Un système très judicieux de revision et de contrôle successifs assurait, d'ailleurs, l'uniformité dans l'évaluation des mérites et dans le classement des candidats.

C'est ainsi que, « écartant de ses appréciations tout système préconçu et basant uniquement ses décisions sur des faits avérés » (1), le Jury a pu dépouiller plus de 600 dossiers, en faire le classement méthodique et décerner aux plus méritants 12 prix de 10.000 francs et 24 mentions honorables.

En 1878, l'Exposition universelle ne nous a offert ni le dixième groupe, ni le nouvel ordre de 1867. Celle de 1889 a tenu à honneur de combler cette lacune ; mais, au lieu de se borner comme alors à une simple enquête dépouillée par un Jury, elle a mis les dossiers sous les yeux du public en complétant l'enquête par une exposition véritable.

Si l'on n'avait dû s'adresser qu'à des économistes, à des hommes de loisir et d'étude, l'installation de l'exposition d'Economie sociale eut été facile et aurait consisté simplement à déposer sur des tables les documents qui définissent les institutions de chaque usine (statuts, comptes rendus statistiques et administratifs). Mais le problème devenait autrement compliqué, du moment où l'on voulait viser le grand public, intéresser au passage le visiteur pressé et qui ne s'arrête pas à feuilleter des brochures ou des tableaux de chiffres. Ce passant, il fallait le saisir par un spectacle extérieur, forcer son attention, l'obliger à regarder et à réfléchir.

C'est là que résidait la difficulté de l'exposition d'Economie sociale. On s'explique sans peine le relief d'une exposition de produits, tels que des meubles, des armes, des machines ; mais comment en donner à des institutions ? Comment matérialiser des choses immatérielles ? Comment exposer des abstractions ?

S'il était délicat, le problème n'était pas insoluble et il a été résolu en faisant appel aux artifices du dessin, des tableaux muraux, des emblèmes, des modèles en relief. C'est en mettant en jeu ces diverses ressources que chaque exploitation est parvenue à réaliser la combinaison la mieux adaptée à ses conditions et à son caractère.

A la condition d'être traités avec assez de sobriété et de tact pour que la malignité, même la plus malveillante ne pût s'y méprendre et y suspecter une arrière-pensée de réclame industrielle, ces détails matériels avaient leur importance de mise en scène légitime ; ils prévenaient la monotonie banale d'installations purement graphiques, et donnaient aux institutions patronales un cadre à la fois pittoresque et professionnel.

Ainsi comprise, l'exposition échappait à cette objection de froideur, d'abstraction et d'obscurité dont on s'était fait une arme contre elle au début. Tout passant attentif pouvait la comprendre et s'y intéresser. En réalité, ce coin de l'Esplanade des Invalides a été l'un des plus visités et des plus étudiés, non seulement par les hommes de science et de loisir, mais par la foule, par les ouvriers. Ils étaient frappés et touchés de ce bel ensemble où l'on s'occupait tout le temps d'eux et de leur bien être ; ils échangeaient, devant ces tableaux, ces photographies de vieux ouvriers, les réflexions les plus reconnaissantes, et les plus admiratives. C'était comme une « leçon de choses » qui leur laissait une impression profonde et salutaire. Si les autres parties de l'exposition offraient un spectacle plus éblouissant pour les yeux. celle-ci parlait surtout à l'esprit et au cœur, mais avait, par surcroit, cet agrément de forme qui rend la vérité aimable et dépouille l'enseignement de son austérité.

Cette exposition était partagée en 16 sections correspondant aux principaux chapitres de la science sociale. On peut les grouper en trois principales catégories, suivant qu'elles relèvent de l'initiative des patrons, de celle des intéressés, enfin de celle de l'Etat, avec les subdivisions tenant à l'intervention mixte de ces trois facteurs.

Quoique différant ainsi par le moteur en jeu, ces diverses sections ont du moins eu ce trait commun de se rattacher toutes à la prévoyance et de ne pas s'ouvrir aux œuvres d'assistance pure. La distinction est importante et vaut la peine qu'on y insiste.

(1) Rapport accompagnant le décret qui institue le nouvel ordre de récompenses.

(2) V. sur ces 36 lauréats le *Rapport* de M. Alfred Le Roux (Paul Dupont, 1867).

L'assistance, c'est le secours donné à l'homme tombé, c'est l'aumône, c'est l'hospice et l'hôpital, c'est le refuge de nuit, c'est la « bouchée de pain ». On comprend bien que là où la famille se dérobe et où l'individu est hors d'état de se suffire, la charité intervienne et tende la main au malheureux, pour l'aider à se relever, si sa déchéance n'est pas irrémédiable, pour le mettre à l'abri du besoin jusqu'à la fin de sa vie, s'il est atteint par la vieillesse ou par d'incurables infirmités. Mais cette assistance veut être maniée avec prudence et discrétion, sous peine de développer la misère en brisant le ressort moral des assistés.

Toute autre est la prévoyance. Elle donne autant qu'elle reçoit ; elle tend le ressort moral au lieu de l'énerver ; elle relève au lieu de déprimer ; elle respecte l'indépendance de celui qui l'exerce, et l'associe aux efforts qui assurent la sécurité de son avenir. C'est une vertu de père de famille : qui la pratique, est sauvé. C'est pour l'avoir méconnue, que tant de ménages ouvriers et autres sont en proie à de si grands embarras. En un mot, elle vise une autre clientèle que l'assistance, répond à d'autres situations et s'inspire d'un autre esprit.

Les institutions qui émanent du patron faisaient l'objet de la section XIV. Cette section groupait une centaine de maisons ou de compagnies, dont les noms sont inscrits au livre d'or de l'industrie française. Il suffit de citer le Creusot, les mines d'Anzin, de Saint-Etienne, de la Loire, de Montrambert, de Firminy, de Bessèges, de Campagnac, les Forges du Nord et de l'Est, celles de Champagne, les filatures Seydoux, Agache, la blanchisserie de Thaon, les librairies Mame, Chaix, Colin, la papeterie Laroche-Joubert, les manufactures Pleyel, Albaret, la cristallerie de Baccarat, la faïencerie de Choisy-le-Roi, la maison Moët et Chandon d'Epernay, la Compagnie des Petites voitures, celle du gaz de Paris, celle des Messageries maritimes, celle des chemins de fer de l'Ouest et de Lyon...

Les patrons de tous ces établissements sont venus dire ce qu'ils ont fait en faveur de leur personnel et montrer toutes les combinaisons adoptées dans ce but : caisses d'épargne, de secours, d'accidents, de prévoyance, de retraite, économats, participation aux bénéfices, primes ; chacune de ces combinaisons variées étant elle-même caractérisée par ses conditions particulières d'application.

Devant cette imposante manifestation du patronage, on ne pouvait s'empêcher d'être émerveillé de la richesse et de la souplesse des moyens qu'il met en œuvre.

Agissant chacun de leur côté à l'insu l'un de l'autre, ces chefs d'industrie ont imaginé les solutions que leur ont suggérées les circonstances locales, les habitudes et l'esprit de leur population. Bien que diversifiées à l'infini, ces solutions procèdent toutes du même principe et de la même inspiration.

Le principe, c'est qu'il faut, pour tarir les sources de l'antagonisme, intéresser le personnel à la prospérité de l'atelier. Ouvriers et patrons ne peuvent pas être des ennemis, sans vérifier bientôt la grande parole : « toute maison divisée contre elle-même périra. » Ils doivent avoir les mêmes intérêts, de manière à se réjouir et à s'affliger ensemble, comme les membres d'une même famille. A cette condition seulement, l'harmonie peut régner entre les différents facteurs du travail. Toutes les combinaisons qui tendent à cette solidarité d'intérêts sont avantageuses, là où on les applique avec succès. La meilleure pour un point donné, est celle qui réussit le mieux sur ce point, sans qu'on puisse ériger aucune d'elles en panacée universelle et absolue.

Quant à l'inspiration commune, à tous ces patrons, c'est leur attachement à leur personnel. Là est le grand secret : savoir aimer. Hors de là, tout est stérile, et l'on n'a que des mécanismes inanimés. « Que puis-je lui apprendre : il ne m'aime pas ! » disait mélancoliquement Socrate d'un de ses disciples qui ne profitait pas de ses leçons. De même, en face d'un patron au cœur sec qui viendrait demander à introduire chez lui une institution éprouvée ailleurs, mais qui verrait en elle une sorte d'outillage mécanique, d'où jaillirait automatiquement la paix comme l'électricité d'une machine Gramme, on peut prédire presque à coup sûr l'échec de sa tentative : il n'aime pas. On ne le redira jamais assez : ce qui fait la valeur de ces solutions, c'est celle du patron qui les applique et qui leur prête âme et vie. Tant vaut l'homme, tant vaut la formule. Erreur et chimère, que de croire à la vertu intrinsèque d'une organisation même ingénieuse ! Tout dépend des mains qui la dirigent et surtout du cœur qui l'inspire.

Cette influence de l'homme est si grande qu'elle peut, au besoin, suppléer les institutions. Tels, d'après Polybe, nos ancêtres les Gaulois, qui se battaient tout nus au premier rang et faisaient reculer leurs ennemis bardés de fer. De même, il se peut très bien que l'harmonie règne dans certains ateliers par cette vertu toute nue du patron, tandis qu'elle fera défaut dans une maison voisine, même pavoisée d'institutions de prévoyance très décoratives, mais sans profondeur, sans dévouement, et, dès lors, sans efficacité et sans vie.

Ces institutions concrètes sont indispensables à la société anonyme, où les contacts directs du chef à homme sont moins faciles et surtout moins usités. Ailleurs, elles peuvent être suppléées par l'action personnelle des patrons. Mais ce qui importe, c'est le résultat, non le moyen ; la santé, non le traitement. Les institutions ne sont, après tout, que des sortes de médicaments, destinés à fortifier la prévoyance individuelle par le patronage ou l'association. A quoi bon cette pharmacopée, si l'on se porte bien sans son assistance ?

Le critérium de la santé sociale, de l'atelier avec ou sans institutions, c'est l'état de moralité et de bien-être de l'ouvrier. La famille possède sa maison ; elle cultive son champ ; elle n'a pas de dettes, elle est sobre ; elle fait des épargnes ; elle a beaucoup d'enfants légitimes et presque pas d'enfants naturels ; elle ne se met pas en grève ; enfin et surtout, elle jouit d'une grande stabilité.

Pour ce dernier élément, on avait demandé aux

exposants de dresser une courbe spéciale, qui exprimait aux yeux la durée de séjour des ouvriers partagés en diverses catégories d'après leur ancienneté.

La durée moyenne de ce séjour peut servir de mesure à la fidélité du personnel. Si cette durée est longue, elle constitue un symptôme d'une extrême importance. Quand, sous le régime de la liberté réciproque, patrons et ouvriers restent volontairement en tête-à-tête pendant de longues années, c'est qu'apparemment ils y trouvent, les uns et les autres, leur compte. Bon nombre d'exposants avaient ainsi des *coefficients de stabilité* qui allaient jusqu'à douze et quatorze ans et qui attestent ainsi d'excellents rapports avec leurs ouvriers.

Cette préoccupation de la stabilité domine et inspire presque toutes les institutions patronales. C'est principalement pour retenir l'ouvrier qu'on le fait participer aux bénéfices, qu'on lui constitue un patrimoine après un certain stage, qu'on le rend propriétaire de sa maison, qu'on cherche, en un mot, à lier son bien-être à sa fidélité.

Comme l'a si bien dit un patron modèle, M. Frédéric Engel, il faut choisir : ou accepter brutalement la lutte avec la main-d'œuvre, ou se la concilier en l'intéressant à la prospérité du capital. Partout on s'aperçoit que ce dernier parti est préférable. Les actionnaires des sociétés anonymes arrivent eux-mêmes à comprendre que leur dividende est lié à cette harmonie de l'atelier. Leur éducation se fait sur ce point: ils commencent à intervenir dans les assemblées générales en faveur des intérêts moraux des agents, et les conseils d'administration, au lieu de glisser timidement, comme autrefois, sur leurs œuvres sociales, les étalent aujourd'hui à la plus belle place de leur rapport. C'est une marée bienfaisante qui monte, et à laquelle l'Exposition a imprimé une impulsion nouvelle. Beaucoup de patrons, qui hésitaient à entrer dans cette voie ou ne savaient comment s'y engager, ont trouvé à l'Exposition à la fois des encouragements et des exemples. A ceux même qui avaient déjà pris ces louables initiatives, elle a servi d'enseignement mutuel et leur a suggéré l'amélioration et le complément des combinaisons qu'ils avaient spontanément adoptées.

L'arsenal est complet. Les patrons disposent de moyens efficaces pour aider la famille ouvrière dans chacune de ses crises : la maladie, l'accident, la vieillesse, la mort; pour fortifier son action dans sa vie normale, lui faciliter l'épargne, lui procurer à bas prix sa maison, ses aliments... La collection s'enrichit d'ailleurs, chaque jour, de manière à fournir des ressources pour tous les besoins, tous les milieux et tous les cadres. En même temps que la généralisation du patronage, l'Exposition en a attesté la transformation. Le temps des procédés autoritaires, tels que les emploie le père vis-à-vis de ses enfants, est passé. L'ouvrier est émancipé et ne souffrirait plus aujourd'hui que, même pour lui faire du bien, on portât la moindre atteinte à son indépendance dont il est fier et jaloux. La tutelle, si bienveillante qu'elle puisse être, le révolte et l'offense comme un attentat contre sa liberté. Cette disposition un peu farouche et ombrageuse est celle de la plupart des esprits : les patrons avisés en tiennent très grand compte et substituent de plus en plus à leur action apparente et directe cette protection discrète que Mentor employait vis-à-vis du jeune Télémaque prêt à se cabrer sous le frein, de manière à défendre au fond les ouvriers contre l'imprévoyance, mais presque à leur insu, et, tout en écartant d'eux les dangers, à leur laisser l'illusion d'abord et progressivement la réalité d'une liberté de plus en plus complète pour la gestion de leurs institutions de prévoyance.

Un autre caractère commun à ces institutions dans notre pays, c'est leur spontanéité. Ailleurs, en Allemagne, par exemple, c'est l'Etat qui en a pris l'initiative, qui en impose et en surveille le fonctionnement. Elle nous présente, pour toutes les questions relatives à la maladie, aux accidents, à la vieillesse de l'ouvrier, le système le plus cohérent et le plus complet. Inspiré par un socialisme d'Etat qui s'avoue, et par des préoccupations non moins politiques que sociales, il suppose une main de fer qui l'applique et un peuple discipliné qui le subisse. Par l'ampleur et le radicalisme des solutions qu'il met en œuvre, en même temps que par l'influence contagieuse, on pourrait dire par la fascination qu'il exerce sur tous les pays en mal de réformes ouvrières, ce système commande à coup sûr l'attention; mais on ne saurait, sans de graves inconvénients, chercher à le transplanter dans notre pays où il ne trouverait aucune des conditions si nécessaires au succès de son application. Ce n'est pas un article d'importation pour la France.

Avec ce système, nulle place pour la liberté : l'obligation en est le pivot; tout y est obligatoire. Abandonnés à eux-mêmes, les industriels auraient pu imaginer les combinaisons les plus variées; désormais, la loi étend sur eux ses contraintes uniformes; par cela seul qu'il exerce l'industrie, le patron devra assurer, de la façon voulue par la loi, ses ouvriers contre les accidents, contre la vieillesse, l'invalidité, les maladies; il sera condamné d'office à la prévoyance. Tout est minutieusement prévu par un code qui a un aspect de règlement militaire. Ouvriers et patrons connaissent leurs droits et leurs devoirs, comme un soldat sa consigne.

Si la loi fait appel à des syndicats corporatifs d'assurance, c'est encore l'Etat qui, au fond, est le moteur de ces mécanismes; c'est lui qui en agence les rouages et qui préside de haut à leurs mouvements.

Une telle organisation ne peut pas aller sans un grand déploiement de la bureaucratie : c'est est à là fois la nécessité et la plaie du socialisme d'Etat. Elle fait table rase des institutions privées; elle tarit la générosité du patron et la reconnaissance de l'ouvrier; elle substitue à ces rapports directs, qui sont féconds et bienfaisants, l'action de la loi et de ses formules implacablement uniformes; elle trouble le tête-à-tête de la famille industrielle pour y faire intervenir l'inspecteur et l'agent du fisc.

En France, nous avons eu la sagesse de rester fidèles à nos traditions nationales et de laisser les institutions de prévoyance aux mains des patrons. Ce que nous demandons à l'Etat en ces matières, ce sont de bonnes informations statistiques qu'il est seul capable de nous fournir avec autorité et précision ; c'est, en outre, un contrôle supérieur sur les opérations de celles de ces institutions qui sollicitent ses subventions et son estampille ; mais nous le prions de s'en tenir là et de ne pas s'aviser de se substituer à nous pour le reste. Nous ne sommes pas de ceux qui profèrent l'aphorisme irrévérencieux : « Quand l'Etat fait le bien, il le fait mal » ; mais, du moins, nous pensons que les individus peuvent le faire mieux que lui, parce qu'ils bénéficient de la souplesse et de la richesse des solutions qu'engendre la liberté, tandis que l'Etat est condamné à l'uniformité brutale et niveleuse de l'obligation. L'Etat aurait-il jamais pu faire surgir tous ces systèmes si variés, si ingénieux, si complexes, si bien adaptés à chaque cas particulier, en un mot, ces mille combinaisons qu'ont su découvrir les individus ou les associations, sous l'impulsion de leurs sentiments ou de leur intérêt bien entendu ? A la place de cette végétation touffue et luxuriante, l'Etat aurait planté ses poteaux à l'alignement officiel, tous identiques, tous mornes, tous monotones et secs, non seulement sans feuilles et sans fleurs, mais encore et surtout sans fruits.

L'obligation est, en effet, stérile ; elle supprime, avec la spontanéité, le mérite et l'efficacité sociale de l'institution. En devenant obligatoires, l'épargne, la prévoyance, le patronage, cessent d'être des vertus ; elles ne rapprochent plus les classes ; elles ne trempent plus les caractères ; c'est un impôt qu'on acquitte, non un effort qu'on s'impose : la formule et l'automatisme, au besoin servis par le gendarme, ont remplacé les initiatives libres, qui ne sont fécondes que précisément en raison de leur liberté.

C'est aux industriels qu'il appartient de conjurer les dangers de cette intervention légale, en la rendant inutile. Si la liberté se montrait impuissante, le pays devrait subir la nécessité du socialisme d'Etat comme une *ultima ràtio*. Mais l'industrie française n'a qu'à suivre le magnifique mouvement que lui ont inspiré sa générosité et ses intérêts bien compris et à développer de plus en plus ces institutions d'où dépend la solidarité entre le capital et le travail.

Pour provoquer et guider ces institutions salutaires, il est très désirable que les documents privés, réunis à l'occasion de l'Exposition d'Economie sociale, soient conservés dans un musée permanent, qui serait entretenu sans cesse au courant de la science par de nouvelles acquisitions.

Nous avons de très nombreux musées, des musées commerciaux, des musées artistiques, des musées pédagogiques, des musées ethnographiques, des musées d'hygiène, et tant d'autres qu'on pourrait citer. Sans médire d'un seul d'entre eux, l'économie sociale ne répond-elle pas à des besoins assez pressants et à des intérêts assez considérables pour avoir aussi son tour? On nous fait contempler, dans des musées militaires, les engins les plus destructeurs et les meilleurs moyens de nous entretuer. A côté de cet outillage de la guerre, n'est-il pas temps de nous montrer celui de la paix sociale, et d'étaler en belles panoplies, dans un musée spécial, les armes les mieux trempées et les plus puissantes pour procurer aux patrons et à leurs ouvriers les bienfaits de la prévoyance, de la stabilité et de l'harmonie ? — E. CHEY.

• * **IODOFORME**. *T. de chim.* (Syn. : *formène triiodé*) CHI^3. L'iodoforme se présente en paillettes nacrées, douces au toucher, d'un jaune de soufre, d'une odeur particulière rappelant un peu celle du safran. Il fond à 119°, se décompose par la chaleur et ne peut être distillé que dans un courant de vapeur d'eau.

Il fut découvert, en 1822, par Serullas qui l'obtint par l'action du potassium ou mieux de la potasse sur une solution alcoolique d'iode. Sa synthèse aux dépens de l'alcool est si facile que Lieben en a tiré parti pour déceler la présence de petites quantités d'alcool étendu dans beaucoup d'eau. A cet effet, on chauffe la liqueur dans un tube à essais, on y ajoute quelques parcelles d'iode et quelques gouttes de potasse, juste assez pour décolorer le liquide. Il se sépare aussitôt un dépôt jaune et cristallin d'iodoforme. Cette réaction peut accuser 1/2000 d'alcool.

On prépare l'iodoforme par une réaction analogue ; M. Filhol donne le procédé suivant : on fait dissoudre 2 parties de cristaux de soude dans 10 parties d'eau ; on ajoute 1 partie d'alcool et après avoir porté le mélange à 60 ou 80° on y projette par petites portions 1 partie d'iode. A la fin de l'opération on voit se déposer de l'iodoforme au sein de la liqueur encore chaude. L'eau mère de ces premiers cristaux est portée de nouveau à 70° additionnée de carbonate de soude et d'alcool et traitée par un courant rapide de chlore qui met de l'iode en liberté. Une nouvelle quantité d'iodoforme se dépose. On continue ainsi jusqu'à ce qu'il ne se dépose plus rien.

On peut remplacer l'alcool par l'acétone ; on obtient aussi l'iodoforme en ajoutant de l'hypochlorite de chaux à une solution alcoolique d'iodure de potassium et en cessant les additions dès que la liqueur ne se colore plus. Le dépôt qui prend naissance par refroidissement est un mélange d'iodoforme et d'iodate de chaux que l'on sépare par l'alcool ou le sulfure de carbone.

L'iodoforme est très employé en médecine et en chirurgie comme antiseptique et cicatrisant.

• * **ISOLEMENT ÉLECTRIQUE**. Les installations électriques sont maintenant universellement répandues et dans toutes les industries. En général, le personnel chargé de la conduite a reçu l'instruction nécessaire pour la mise en marche et l'entretien du matériel. Mais on peut dire que jamais on ne l'a mis à même de se rendre compte du bon état des fils conducteurs. Aussi beaucoup d'inconvénients se produisent-ils souvent qu'il serait facile de prévenir si l'on savait se rendre

compte de l'état de la canalisation. Le seul critérium que l'on puisse avoir de cet état, est la connaissance de l'*isolement électrique* des fils. On sait qu'il n'y a pas de *diélectrique* parfait ; tous laissent donc s'échapper une certaine quantité d'électricité ; ils ont une résistance électrique mesurable. Il en résulte que toujours une canalisation électrique donne lieu à une déperdition. Mais si cette déperdition est normale, elle est excessivement faible ; si elle est notable, c'est qu'il y a dans le réseau des conducteurs un point faible, qu'il est facile de découvrir et qu'on doit réparer.

L'isolement est donc une résistance qui se mesure en ohms. Sa valeur varie suivant une foule de conditions, mais il est facile de donner une loi applicable à tous les cas. Voici cette loi :

Prendre en volts le chiffre E qui correspond à la marche normale de la machine. Prendre de la même manière les ampères I. Divisant E par I, on obtient un chiffre qui donne en ohms la résistance équivalente à l'installation.

Pour que l'isolement soit bon, il faut qu'il soit égal, au moins à 500 fois la résistance ci-dessus ; algébriquement si x est l'isolement, et K le coefficient 500 ci-dessus, on devra avoir toujours

$$x > K\frac{E}{I}.$$

Ce coefficient K que nous prenons égal à 500 a été très discuté. L'ordonnance de police relative à la sécurité des théâtres indique une valeur de 1,000. On peut obtenir dans de bonnes installations des valeurs beaucoup plus élevées ; mais il n'y a aucun inconvénient à admettre 500 dans la généralité des cas.

Pour mesurer l'isolement, le plus simple est de mesurer le courant de fuite. Les fuites électriques accidentelles se font par des *terres*, c'est-à-dire des communications plus ou moins parfaites entre le cuivre des conducteurs, et le sol ou les murs humides, qui sont également conducteurs. Une seule terre ne détermine pas une fuite, mais deux terres la produisent sûrement. Aussi est-il bon d'employer toujours un *indicateur de terre*. Ce petit appareil, que l'on peut toujours construire soi-même est ainsi fait. On prend deux lampes incandescentes (ou à défaut deux fortes résistances) que l'on réunit en série, et que l'on alimente par les conducteurs principaux. Sur le fil de jonction entre les deux lampes, on greffe un fil que l'on met en contact franc à la terre à son autre bout. Sur le trajet de ce fil, on intercale une sonnerie ou un galvanoscope quelconque, et aussi un bouchon de sûreté. On détermine ainsi une première terre, fait qui n'a aucun inconvénient. Mais si une seconde terre vient à se déclarer : faible, elle influence le galvanoscope ; plus forte, elle actionne la sonnerie, et elle affaiblit l'éclat de l'une des lampes pendant que l'autre se renforce : enfin très forte, elle peut faire fondre le plomb de sûreté, qui doit être très fin.

On est donc averti qu'il se déclare quelque part une fuite. Mais il y a plus ; on peut toujours en déterminer l'importance avec les appareils de mesure que comporte toute installation. Si elle est faible, on se sert du voltmètre. Pour cela, on relie les bornes de cet instrument, l'une à la terre, et l'autre successivement aux deux fils principaux au départ de la machine. On lit dans les deux cas les volts, soit e et $é$ par exemple. Soit r la résistance du voltmètre, qui est toujours indiquée sur l'instrument. La valeur de la résistance d'isolement x est donnée par

$$x = \frac{r}{e - e'}\left[E - e - e'\right].$$

Si la valeur de $e + é$ devient très voisine de E, la mesure manque d'exactitude parce que la fuite est forte. On se sert alors de l'ampèremètre, exactement comme on vient de se servir du voltmètre. On ajoute encore les lectures i et i' et on a pour l'isolement :

$$x = \frac{i + i'}{E}$$

en négligeant la résistance propre de l'ampèremètre, ce qui est toujours légitime.

Une fois en possession de ce chiffre, on est à même de se rendre compte de la valeur du coefficient d'isolement et de juger de l'état de l'installation. La détermination du point précis de la fuite et la réparation du dommage sont l'affaire d'un spécialiste ; mais la mesure de l'isolement permet de l'appeler en connaissance de cause et en temps voulu. — R. V. P.

* **ITALIE.** *Superficie et population.* L'Italie occupe une situation privilégiée entre les Etats de la terre; elle participe, par sa position géographique au milieu de la Méditerranée, au climat de l'Europe et à celui du Nord de l'Afrique, aussi ses richesses végétales sont-elles très variées. Ce pays, resserré entre deux mers, a une superficie de 288,540 kilomètres carrés, et compte actuellement 30 millions d'habitants. Il n'y a pas longtemps, l'Italie avait une superficie et une population moitié moindre que celle de la France. Depuis l'annexion de la Vénétie, son territoire n'a pas changé, mais sa population a augmenté de moitié. La densité de la population y est très forte (108 habitants par kilomètre carré), surtout dans la vallée du Pô, dans la province de Naples et en Sicile. La Sardaigne est peu peuplée (30 habitants par kilomètre carré).

Régions agricoles. Le royaume peut se diviser en cinq régions agricoles distinctes :

1° La *région du Pô*, qui forme elle-même deux parties, celle du Nord du Pô et celle du Sud du Pô.

La partie Nord comprend la *montagne*, percée d'étroites vallées cultivées avec de vastes pâturages alpestres; la *colline*, où l'on trouve le mûrier, la vigne, le froment, le seigle ; la *plaine*, terre d'alluvion, contrée riche par excellence, exploitée en général par la grande culture, la terre y donne souvent deux récoltes par an, irriguée par des canaux habilement multipliés, ayant de belles rivières et des prairies dont quelques-unes donnent huit coupes par an.

La partie au Sud du Pô, moins bien arrosée, comprend le Montferrat, dont les coteaux portent la vigne et le mûrier ; la Ligurie, montagneuse, mais produisant sur les versants méditerranéens qu'échauffe le soleil, les plus beaux fruits des contrées méridionales, l'olivier, l'oranger, l'amandier ; l'Emilie, pierreuse et sauvage, dans l'Apennin, où elle produit plus de châtaignes que de blé, mais semée de vignobles sur les coteaux et couverte de moisson dans la plaine, surtout dans la plaine de la Romagne.

2° *La région du centre*, qui comprend la Toscane, dont les hauts plateaux montagneux sont couronnés de forêts et semés de pâturages, et dont les collines nourrissent le mûrier et la vigne et dont les plaines produisent le maïs et le blé ; l'Ombrie, montagneuse, mais bien cultivée ; les Marches, plus accidentées encore. La campagne de Rome est marécageuse et peu peuplée.

3° *La région napolitaine*, qui comprend les riches plaines de l'Ouest, situées entre les Apennins et la mer Tyrrhénienne, Terre de labour ; Naples et principauté extérieure, qui donnent d'excellents blés durs, du maïs, de la vigne, du mûrier ; on y trouve en abondance l'olivier, le peuplier et la vigne.

Cette région comprend également les âpres montagnes du Centre et de l'Est ; les Abruzzes, peu peuplées, mais renfermant de vastes pâturages. La plaine du Sud-Est, avec l'ancienne Pouille, peu fertile, mais abondant en oliviers et en petit bétail ; et les Calabres, en partie couverts de plateaux livrés à la vaine pâture, complètent cette troisième région.

4° *La Sicile*, dont le centre est formé par un vaste plateau presque sans culture, dont la côte méridionale est chaude et malsaine, tandis que la côte orientale et septentrionale est, au contraire, animée par une végétation luxuriante et presque tropicale.

5° *La Sardaigne*, présentant une série de plateaux montagneux et très boisés, avec des plaines fertiles, mais peu cultivées.

Production agricole. L'Italie et surtout l'Italie du Nord a une riche agriculture. Elle récolte environ 52 millions d'hectolitres de froment, dont une partie en blé dur dont elle fait des pâtes alimentaires, du maïs et du riz ; dans la vallée du Pô, des pommes de terre ; des haricots dans le Nord. Les cultures industrielles sont le chanvre et le lin des environs de Bologne, de Ferrare, de Modène et de la Lombardie ; le coton et la canne à sucre dans la Sicile. Dans cette île, qui participe au climat de l'Afrique, on rencontre donc plusieurs cultures coloniales. Les arbres cultivés pour leurs fruits sont : la vigne, donnant en abondance des vins dont plusieurs sont renommés : vins de Marsala, de Guarnaccio et de Syracuse, en Sicile, vin de Lacryma Christi, près du Vésuve, vins d'Emilie et de Toscane (Chianti et Montepulciano), vins du Montferrat (Asti, etc.), vins du Frioul, etc. ; l'olivier, qui pousse surtout dans les provinces napolitaines ; le mûrier, dans la vallée du Pô, qui produit beaucoup de soie ; l'oranger, dans l'Italie méridionale et en Sicile. En Toscane et en Sardaigne on exploite le chêne liège.

L'Italie est généralement pauvre en bétail. Cependant dans les provinces du Nord, on élève des bêtes à cornes, et on fabrique du fromage avec leur lait (Parmesan, etc.), dans les provinces méridionales (Abruzzes, Pouille, Sicile), on élève surtout des moutons et dans la Romagne, des porcs.

Il y a un demi-siècle, l'Italie était réputée à la fois pour la richesse et pour la fertilité de son sol, mais aussi pour la paresse et l'ignorance de ses habitants. Tout au plus y admettait-on la routine de quelques traditions, telles que les irrigations, l'élève du ver à soie, la culture du chanvre, la production de l'huile d'olive, des oranges et des citrons. Mais cette prospérité n'était que relative ; à cette époque les débouchés actuellement ouverts n'existaient pas ; l'Amérique, l'Asie mineure, l'Égypte, l'Algérie, le Japon, la Cochinchine, la Chine étaient ou peu connus ou arriérés ; l'Australie n'inondait pas encore de ses laines les marchés des autres continents. En outre, le percement de l'isthme de Suez n'avait pas facilité les communications avec l'Orient, et l'exploitation des voies ferrées en Europe et en Amérique étaient dans l'enfance.

Dans ces conditions, l'Italie pouvait passer pour prospère parce qu'elle fournissait aux autres pays la soie, l'huile d'olive, les oranges, les citrons, le riz, le fromage de Parmesan, le beurre, les vins d'Asti, de Capri, de Marsala ; les châtaignes, les amandes et le chanvre ; elle produisait une quantité de vins ordinaires et de céréales suffisant à la consommation d'une population assez dense ; des taxes peu onéreuses grévaient la propriété foncière, presque toute entière entre les mains des petits propriétaires vivant dans une aisance relative.

Les cultivateurs du sol, mal nourris, mal logés, exposés à mille maladies, se trouvaient à cette époque dans une situation pire que de nos jours ; mais résignés, sans ambition, ignorants de leur infériorité économique, peu soucieux des questions politiques, ils vivaient sans songer à améliorer leur sort et sans se plaindre.

On ne peut nier qu'il y ait eu progrès dans l'agriculture italienne ; l'amélioration a porté surtout sur les cultures arborescentes ; pour ne citer que la vigne, elle donnait, il y a trente ans, 24 millions d'hectolitres de vin ; elle en donne aujourd'hui 36 millions, au point que le lendemain de la rupture économique avec la France, l'exportation des vins pour la France se trouvant diminuée des trois quarts ; le propriétaire non préparé, non outillé ne savait plus que faire de son vin.

Les cocons de soie qui, avant l'atrophie du ver à soie, se chiffraient par 40 millions de kilogrammes, après avoir été réduits à un chiffre plus faible, sont remontés à 44 millions de kilogrammes en 1888.

Aujourd'hui la situation est bien changée : le propriétaire déclare ne pouvoir, avec ses revenus actuels, vivre comme autrefois ; l'agriculture est appauvrie, si on la compare à celle des pays voisins, et les charges fiscales qui pèsent sur la terre ont augmenté.

On peut néanmoins dire que la production agricole de l'Italie est supérieure à celle d'autrefois ; des efforts, couronnés de succès, ont été faits dans tout le pays pour développer l'agriculture ; on a supprimé les douanes intérieures, créé de grandes voies de communication, creusé des canaux. On constatait, en 1887, l'accroissement du bétail, élément de richesse par lui-même et grand producteur d'engrais, bétail dont l'exportation atteignait annuellement 45 millions de francs ; l'extension de la culture de la vigne, et l'augmentation des exportations de vins, enfin l'application croissante des machines agricoles et l'emploi d'engrais chimiques inconnus à la précédente génération. En un mot, la production agricole s'était accrue dans de grandes proportions. Et cependant des plaintes s'élevaient de partout, un malaise général se manifestait, lorsque l'Italie, mue par des préoccupations politiques d'un ordre particulier, a rompu les liens qui l'attachaient à la France, avec qui elle faisait le tiers de son commerce. Aussi la crise devient-elle plus aiguë encore à partir de 1888, et la pléthore de certaines marchandises, ne pouvant plus passer en France, a-t-elle pour conséquence immédiate l'avilissement des prix, la dépréciation des terres et la ruine des paysans.

Production et industrie du lin. Les provinces de Lodi, Crémone et Brescia ont de tout temps, dans la région lombarde, passé pour les plus fortes productrices de lin ; leur récolte suffisant jadis amplement à la consommation locale. Aujourd'hui, l'Italie semble, comme pays producteur de lin, occuper le sixième rang parmi les puissances européennées.

Industries. Pour ce qui est des industries autres que l'industrie agricole, laquelle est la principale de la Péninsule, elles sont en incontestable progrès ; le mouvement en avant s'accentue assez rapidement sur certains points du territoire ; ce sont les provinces de Milan et de Turin surtout qui ont le plus perfectionné leur outillage industriel, et qui produisent le mieux. Sont à signaler quelques districts manufacturiers, tels que Schio, dans le Vicentin ; et Biella, dans le Piémont, mais le progrès s'est manifesté, plus ou moins partout.

En voici un exemple que l'on peut considérer comme le critérium de l'activité manufacturière : importation de

la houille en 1871, 791,000 tonnes; en 1888, 3,900,000 tonnes, sans compter la consommation des tourbes, lignites et autres combustibles indigènes.

Un des moteurs les plus utilisés dans certains endroits, comme à Terni, par exemple, où la houille coûte trop cher, et où les forces de la nature se trouvent à portée de la main des hommes, est la force hydraulique; on estime à 600,000 chevaux la force hydraulique disponible en Italie, dont la moitié au moins pourrait être utilisée dans un laps de temps assez court.

Les mines donnaient un produit de 42 millions en 1871; elles ont donné 52 millions en 1888, malgré la chute des prix. Dans le même espace de temps, c'est-à-dire en dix-sept ans, le nombre des ouvriers employés dans les mines s'est accru de 30,000 à 50,000.

Dans l'industrie métallurgique, le progrès est beaucoup plus significatif: 5,732 ouvriers en 1881, 12,749 en 1888.

Pour les industries mécaniques, la production totale était évaluée à 12 millions de francs en 1860; il s'élève aujourd'hui à 100 millions de francs, en chiffres ronds, y compris 30 millions pour les chantiers de l'Etat. Il n'est pas sans intérêt de noter à ce sujet, et à titre de comparaison utile, que nous avons estimé la production de l'ensemble de l'industrie française à *25 milliards de francs*.

Pour la filature de coton on comptait, en 1870, en Italie, un demi-million de broches, leur nombre s'est élevé à 1,800,000 en 1888.

Salaire et condition de l'ouvrier italien. M. Bodio, directeur général de la statistique du royaume d'Italie, a calculé le mouvement du salaire moyen de l'ouvrier italien dans la grande industrie, et l'a mis en parallèle avec le mouvement du prix du blé. Voici les résultats des recherches :

Prix moyen d'une heure de travail.

14,6 centimes. . . . . en 1862
23,8 — . . . . . en 1888

Prix de 100 kilogrammes de froment.

28 fr. 52. . . . . en 1862
22 fr. 14. . . . . en 1888

Combien d'heures de travail l'ouvrier doit-il fournir pour 100 kilogrammes de blé?

195 heures. . . . . en 1862
93 — . . . . . en 1888

Les salaires auraient donc, en définitive, doublé en vingt-six années, puisque la même quantité de blé peut être achetée aujourd'hui par un nombre d'heures de travail deux fois moindre; il est vrai que le prix du blé a quelque peu diminué et que d'un autre côté la puissance productive de l'ouvrier a pu augmenter.

Productions minérales et industrielles. L'Italie renferme peu de combustibles minéraux; l'île d'Elbe et la Sardaigne fournissent du minerai de fer, mais la production du fer ne dépasse guère 50,000 tonnes par an. La Vénétie (Agordo), la Toscane (Montecatini), donnent du cuivre, la Sardaigne produit du plomb. La Sicile, surtout les provinces de Caltanisetta et de Catane produisent le soufre en grande quantité; la Toscane, près de Voltera, produit de l'acide borique. Une des richesses minérales de l'Italie consiste dans ses marbres, marbre blanc de Carrare et de Serravezza, marbre de Massa. Les industries alimentaires, charcuterie, pâtes, confiseries, liqueurs, ont un grand développement en Italie. Les industries textiles sont pratiquées : celles du coton en Lombardie et à Biella, celles de la laine à Biella (Piémont), celles de la soie à Gênes, à Bologne; La Toscane fabrique des chapeaux de paille.

Nous donnons ci-après quelques détails sur la production minérale et métallurgique de l'Italie, d'après les documents officiels.

Tableau résumé de la production minérale de l'Italie en 1887.

	Nombre d'exploitations	Production		Nombre d'ouvriers employés
		Quantités	Valeurs	
		tonneaux	francs	
Fer (minerai de). .	36	230.575	2.527.652	1.809
Manganèse.	5	4.434	113.324	111
Cuivre (min. de). .	8	43.826	1.219.391	1.252
Zinc (min. de). . .	96	93.143	6.257.060	9.010
Plomb argentifère (min. de)		38.221	6.937.951	
Argent (min. d'). .	9	1.892	2.173.644	1.446
Or (min. d'). . . .	18	»	584.918	432
Antimoine (m. d').	5	848	105.832	345
Mercure.	4	244	1.022.939	406
Pyrite de fer. . . .	6	18.470	185.826	461
Houille, lignite etc.	32	327.665	2.502.860	2.870
Soufre.	364	342.215	23.694.194	26.851
Sel gemme.	13	18.788	280.924	416
Sel marin	3	10.412	295.851	213
Asphalte et bitume	13	18.507	419.921	615
Pétrole.	7	208	76.720	135
Alun.	1	6.000	30.000	93
Acide borique. . .	13	2.879	1.525.817	523
Plombagine. . . .	10	1.572	17.095	32
Divers (minerais mixtes)..	2	104	5.200	43
Totaux. . . .	644		49.977.119	47.063

C'est donc l'extraction du soufre qui est l'industrie extractive la plus importante de l'Italie. Elle occupe plus de la moitié des ouvriers des mines et minières, et la valeur de la production représente également la moitié, ou peu s'en faut, de l'ensemble des minerais extraits. C'est dans la Sicile qu'est localisée cette industrie spéciale à l'Italie. Vient ensuite l'industrie du zinc, du plomb argentifère, du fer, de la houille et de l'acide borique.

Après les industries minérale et métallurgique, il convient de consacrer une étude sommaire à l'industrie textile, qui est une des richesses de l'Italie, nous parlerons surtout de l'industrie de la soie, et du commerce auquel elle donne lieu.

C'est au commencement de 1888, que la France a appliqué aux soies de provenance italienne une taxe de un franc par kilogramme sur les soies grèges et de 2 francs sur les soies ouvrées. Les lyonnais ont déclaré que ce droit aurait des conséquences fâcheuses pour notre commerce des soies; il est du plus haut intérêt de rechercher quelle influence peut avoir eu ce faible droit, alors que l'on propose aujourd'hui au Parlement de grever, non seulement les soies d'Italie, mais toutes les soies étrangères, d'un droit soi-disant protecteur de 5 francs par kilogramme sur les soies grèges et de 6 francs sur les soies ouvrées.

Au premier abord, il semble que le commerce français des soies n'ait pas souffert de la dénonciation du

Importations des soies grèges.

	1887	1888	1889
	kilogr.	kilogr.	kilogr.
Italie.	990.000	752.000	654.000
Turquie.	461.000	396.000	538.000
Chine	2.312.000	1.463.000	2.648.000
Japon	600.000	607.000	1.142.000
Autres pays. . .	389.000	396.000	396.000
Totaux. . .	4.752.000	3.614.000	5.378.000

traité franco-italien, car les chiffres de notre commerce extérieur sont plus élevés en 1889 qu'en 1887, aussi bien à l'entrée qu'à la sortie. Mais il faut entrer dans le détail de ces chiffres pour en comprendre la portée. Comparons d'abord nos importations de soie grège pendant les années 1887, 1888, 1889, en les distinguant par pays de provenance (V. le tableau du bas de la page 984).

Un premier fait se dégage de ces chiffres, c'est que le droit de 1 franc a suffi pour réduire de 25 0/0 en 1888 et de 34 0/0 en 1889, le chiffre de nos importations de soies grèges italiennes en 1887, époque où ces soies étaient exemptes de droits. Si les droits mis en 1888 sur les soies italiennes, ont détourné du marché français les soies grèges d'Italie, le même résultat s'est produit, mais d'une façon encore plus sensible, pour les soies ouvrées. Voici le tableau de ces soies depuis trois ans :

Importations en France des soies ouvrées.

	1887	1888	1889
	kilogr.	kilogr.	kilogr.
Italie.	707.000	262.000	266.000
Autres pays (Suisse surtout)	68.000	84.000	160.000
Total.	775.000	346.000	426.000

En deux ans, l'importation venant d'Italie a passé de 707,000 à 266,000 kilogrammes, c'est une diminution de 62 0/0 et au contraire l'importation venant de Suisse, a augmenté de 135 0/0.

Malgré cette diminution d'affaires, l'industrie des soies en Italie semble avoir reçu une impulsion nouvelle, comme l'indiquent les chiffres suivants empruntés aux comptes rendus des Chambres de commerce de Lyon et de Milan, pour ce qui concerne la condition des soies.

1887	Lyon. .	4.818.000	kil. de soies grèges et ouvrées.	
	Milan. .	3.840.000	—	—
1888	Lyon. .	5.184.000	—	—
	Milan. .	4.538.000	—	—
1889	Lyon. .	5.879.000	—	—
	Milan. .	5.183.000	—	—

De 1887 à 1889, Lyon a augmenté ses transactions de 22 0/0, et Milan de 35 0/0. Milan a donc gagné du terrain.

C'est en Suisse et en Allemagne que Milan expédie maintenant les soies qui allaient auparavant à Lyon et ce sont les villes de Zurich, de Bâle, de Crefeld et d'Elberfeld qui ont bénéficié du courant d'affaires que le droit de 1 et de 2 francs ont détourné du marché français. On peut conclure avec certitude que les droits de 5 et de 6 francs projetés auraient pour effet prochain de déplacer le marché des soies au détriment de la France.

Commerce extérieur de l'Italie. Le commerce extérieur de l'Italie atteint actuellement 2 milliards de francs, après avoir, il y a quelques années, dépassé ce chiffre de plus d'un quart, nous verrons tout à l'heure, à quoi tient cette diminution.

Le commerce de l'Italie est donc en pleine crise, nous allons voir que cela tient uniquement au commerce que fait ce pays avec la France, qui a été subitement arrêté en 1888. Voici quelle est la part de chaque pays dans le commerce total de l'Italie.

Pendant la dernière année connue, 1888, le mouvement des échanges entre l'Italie et les autres pays a été le suivant :

Pays de provenance et de destination	Importations	Exportations
	francs	francs
Russie.	123.784.000	12.275.000
Etats Scandinaves.	9.588.000	2.000.000
Allemagne.	145.632.000	85.632.000
Pays-Bas.	6.895.000	11.442.000
Belgique.	35.822.000	30.232.000
Royaume-Uni.	263.980.000	118.935.000
France et Algérie.	218.374.000	224.258.000
Espagne et Portugal . . .	11.694.000	11.690.000
Autriche.	138.764.000	88.606.000
Suisse.	60.986.000	223.828.000
Grèce et Malte.	6.846.000	14.511.000
Turquie, Serbie et Roumanie.	22.783.000	9.495.000
Egypte.	14.019.000	7.850.000
Tunis et Tripoli.	7.171.000	6.076.000
Indes anglaises.	75.079.000	14.085.000
Etats-Unis et Canada. . .	76.987.000	61.030.000
Républ. Argentine, Uruguay, Paraguay.	8.878.000	35.984.000
Autres pays de l'Amérique du Sud	8.035.000	4.136.000
Autres pays.	6.915.000	5.348.000

C'est l'Angleterre, la France, la Russie et l'Allemagne qui envoient le plus à l'Italie, c'est la Suisse, la France et l'Angleterre qui lui demandent le plus.

Commerce extérieur de l'Italie par nature de marchandises en 1888. La répartition des importations et des exportations de l'Italie a été la suivante dans l'année 1888 :

1° Importations.

Nature des marchandises	Quantités	Valeurs
	têtes	francs
Chevaux.	19.567	21.524.000
	kilogr.	
Fromages.	8.768.000	14.905.000
	tonnes	
Charbon de terre..	3.873.000	89.077.000
	kilogr.	
Café.	14.027.000	29.457.000
Coton brut.	74.978.000	86.225.000
Filés de coton.	3.453.000	9.981.000
Tissus de coton, écrus. . .	1.674.000	4.974.000
Tissus de coton, blanchis	1.777.000	6.200.000
Tissus de coton, teints . .	1.647.000	6.335.000
Tissus de coton, imprimés	1.766.000	9.630.000
Poissons de toute sorte. .	46.827.000	30.454.000
	tonnes	
Blé.	669.789	147.353.000
	kilogr.	
Peaux et pelleteries brutes	13.315.000	21.899.000
Fer de première fusion en barres.	119.741.000	20.138.000
Fils de lin et de chanvre..	3.977.000	11.471.000
	quintaux	
Machines.	359.276	39.604.000

Commerce spécial de l'Italie pendant la période 1878-88.

Années	Importations	Exportations
	francs	francs
1878	1.062.345.000	1.021.331.000
1879	1.251.696.000	1.071.970.000
1880	1.186.831.000	1.104.127.000
1881	1.239.672.000	1.164.616.000
1882	1.227.033.000	1.151.785.000
1883	1.287.506.000	1.187.731.000
1884	1.318.778.000	1.070.928.000
1885	1.459.870.000	950.759.000
1886	1.458.244.000	1.028.232.000
1887	1.604.947.000	1.002.137.000
1888	1.174.602.000	891.934.000

1° Importations (Suite).

Nature des marchandises	Quantités	Valeurs
	kilogr.	francs
Huile d'olive.	3.142.000	3.300.000
Huile de pétrole raffiné. .	»	4.242.000
Riz.	»	2.166.000
Soie brute.	697.000	27.886.000
Soie ouvrée	194.395	13.349.000
Sucre brut.	541.000	243.000
Bois de construction. . . .	»	30.822.000
Tabac en feuille.	14.254.000	15.394.000
Laine brute	9.379.000	23.906.000
Tissus de laine.	36.000.000	»
. . . . .	. . . . .	. . . . .
Total général des importations de 1888	»	1.174.602.000

Parmi les principales marchandises importées en Italie, figurent le blé, le coton, le café, les machines, les bois, les peaux.

Voici maintenant la répartition, par nature de marchandises, de l'exportation italienne :

2° Exportations.

Nature des marchandises	Quantites	Valeurs
	têtes	francs
Bestiaux.	20.298	6.579.000
Chevaux.	1.023	818.000
Porcs.	10.779	854.000
	kilogr.	
Corail ouvré.	84.025	15.124.000
Coton brut.	13.289.000	15.282.000
Tans et mat. tinctoriales .	38.000.000	8.300.000
Œufs.	18.089.000	22.612.000
Fruits de table, frais. . . .	164.933.000	29.688.000
Amandes et fruits secs . .	8.019.000	11.627.000
	tonnes	
Froment.	2.635	606.000
Autres céréales	62.372	10.361.000
	kilogr.	
Lin, chanvre bruts	38.415.000	26.910.000
	tonnes	
Marbre.	105 806	13.048.000
	kilogr.	
Viandes fraîches et salées	7.077.000	10.340.000
Huile d'olive.	52.395.000	62.874.000
Riz.	9.809.000	3.392.000
	quintaux	
Soie en cocons.	11.804	12.984.000
	kilogr.	
Soie grège.	5.082.000	254.085.000
Bourre de soie.	2.932.000	23.935.000
Soie ouvrée.	204.668	14.603.000
	quintaux	
Peaux et pelleteries brutes	51.329	11.255.000
	kilogr.	
Soufre brut et raffiné . . .	323.790.000	23.151.000
	hectol.	
Vins.	1.802.000	54.061.000
	kilogr.	
Zinc brut (minerai). . . .	90.674.000	9.007.000
. . . . .	. . . . .	. . . . .
Total de l'exportation de 1888.	»	891.935.000

La soie, le vin, le lin, les fruits de table, l'huile d'olive sont les principales marchandises exportées par l'Italie.

Examinons maintenant, avec quelques détails les fluctuations du commerce de l'Italie avec la France.

Importations et exportations réunies (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Commerce général	Commerce spécial	Années	Commerce général	Commerce spécial
1884	700.3	540.5	1887	641.1	499.8
1885	590.1	440.0	1888	441.3	300.6
1886	645.9	501.8	1889	436.5	277.4

On voit d'après cela que la France absorbe près du tiers du commerce de l'Italie.

Comme on le verra par les chiffres qui suivent, les importations d'Italie en France ont été, jusqu'en 1889, plus élevées que les exportations. Il y a quelques années, les importations en France dépassaient les exportations de plus de moitié. Aujourd'hui, comme on le voit par le diagramme de la page suivante, les importations ont diminué au point de devenir égales aux exportations françaises qui elles-mêmes ont diminué d'un quart.

Commerce de la France avec l'Italie pendant les seize dernières années (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Importations	Exportations	Années	Importations	Exportations
1874	288.9	204.2	1882	361.4	200.4
1875	322.5	218.7	1883	427.3	176.8
1876	415.4	215.8	1884	368.7	171.8
1877	341.8	185.5	1885	262.7	177.3
1878	348.5	169.7	1886	309.3	192.5
1879	357.8	180.4	1887	307.7	192.1
1880	398.3	181.3	1888	181.2	119.4
1881	433.9	210.2	1889	133.1	143.8

Le diagramme de la figure 615 donne mieux encore qu'un texte, l'idée de l'allure du commerce de la France avec l'Italie depuis 1846, et fait ressortir l'effet désastreux de la rupture commerciale qui a eu lieu en 1888, entre les deux pays.

On peut se rendre compte des résultats produits depuis trois ans par la rupture des relations commerciales que des circonstances politiques récentes ont amenées entre les deux pays.

Voici les résultats officiels (V. le premier tableau de la page 987).

Ces résultats sont désastreux, mais beaucoup moins pour nous que pour l'Italie, le déficit ayant été, pour cette dernière, de 57 0/0, tandis que celui de la France n'a été que de 25 0/0.

C'est, comme on le voit, surtout sur les importations d'objets d'alimentation, vins principalement, que la diminution a porté ; les arrivages de ces objets ont baissé dans la proportion des quatre cinquièmes.

Toutefois, si nos manufactures ont dû supporter une perte considérable dans leurs envois en Italie, elles ont trouvé d'autres débouchés, puisque l'exportation générale des produits fabriqués français qui se chiffrait, en 1887, par 1,738,000,000 de francs, s'est élevée, en 1889, à 1,925,000,000.

Le commerce de l'Italie avec la France est des plus intéressants à étudier, surtout à cause de la dénonciation du traité de commerce qui liait les deux pays à la fin de 1887. Malgré quelques écarts, dont nous allons dire deux mots, l'allure générale du commerce (importation et exportation réunies), était à la hausse jusqu'en

Valeurs actuelles exprimées en francs.		1887	1889	Diminution absolue	Diminution p. 100
Importations d'Italie en France	Objets d'alimentation.	163.069.633	31.891.307	131.178.326	80.4
	Matières nécessaires à l'industrie . . .	123.214.436	89.464.750	33.749.686	27.4
	Objets fabriqués	21.425.447	12.247.859	9.177.588	42.9
		307.709.516	133.603.916	174.105.600	56.6
Exportations de France en Italie	Objets d'alimentation.	13.759.043	9.895.772	3.863.271	28.2
	Matières nécessaires à l'industrie . . .	90.024.149	88.320.058	1.704.091	1.9
	Objets fabriqués.	88.349.653	45.565.460	42.784.193	18.5
		192.132.845	143.781.290	48.351.555	25.2

Mouvement des échanges avec la France pendant les seize dernières années (valeurs en millions de francs).

Années	Importations	Exportations	Années	Importations	Exportations
1874	288.9	204.2	1882	361.4	200.4
1875	322.5	218.7	1883	427.3	176.8
1876	415.4	215.8	1884	368.7	171.8
1877	341.8	185.5	1885	262.7	177.3
1878	348.5	169.7	1886	309.3	192.5
1879	357.8	180.4	1887	307.7	192.1
1880	398.3	181.3	1888	181.2	119.4
1881	433.9	210.2	1889	133.6	143.8

1881. A partir de cette époque, une diminution s'est fait sentir, subitement aggravée en 1888, par suite de la rupture des relations commerciales, et de l'élévation réciproque des tarifs. Les années 1856, 1864, 1865, 1872, 1876 et 1882, ont été très favorables au commerce entre les deux pays, tandis que 1848, 1854, 1857, 1870, 1874 ont été peu favorables. Mais les effets de la dénonciation des traités et l'application des nouveaux tarifs, ne se sont pas fait attendre, et dès le lendemain, les importations italiennes se sont brusquement modifiées et ont baissé de plus de la moitié.

Le commerce de la France avec l'Italie, qui augmentait jusqu'en 1887, suivant une progression normale, a tout d'un coup diminué; comme on devait s'y attendre, d'ailleurs, après que le traité de commerce qui nous liait a été

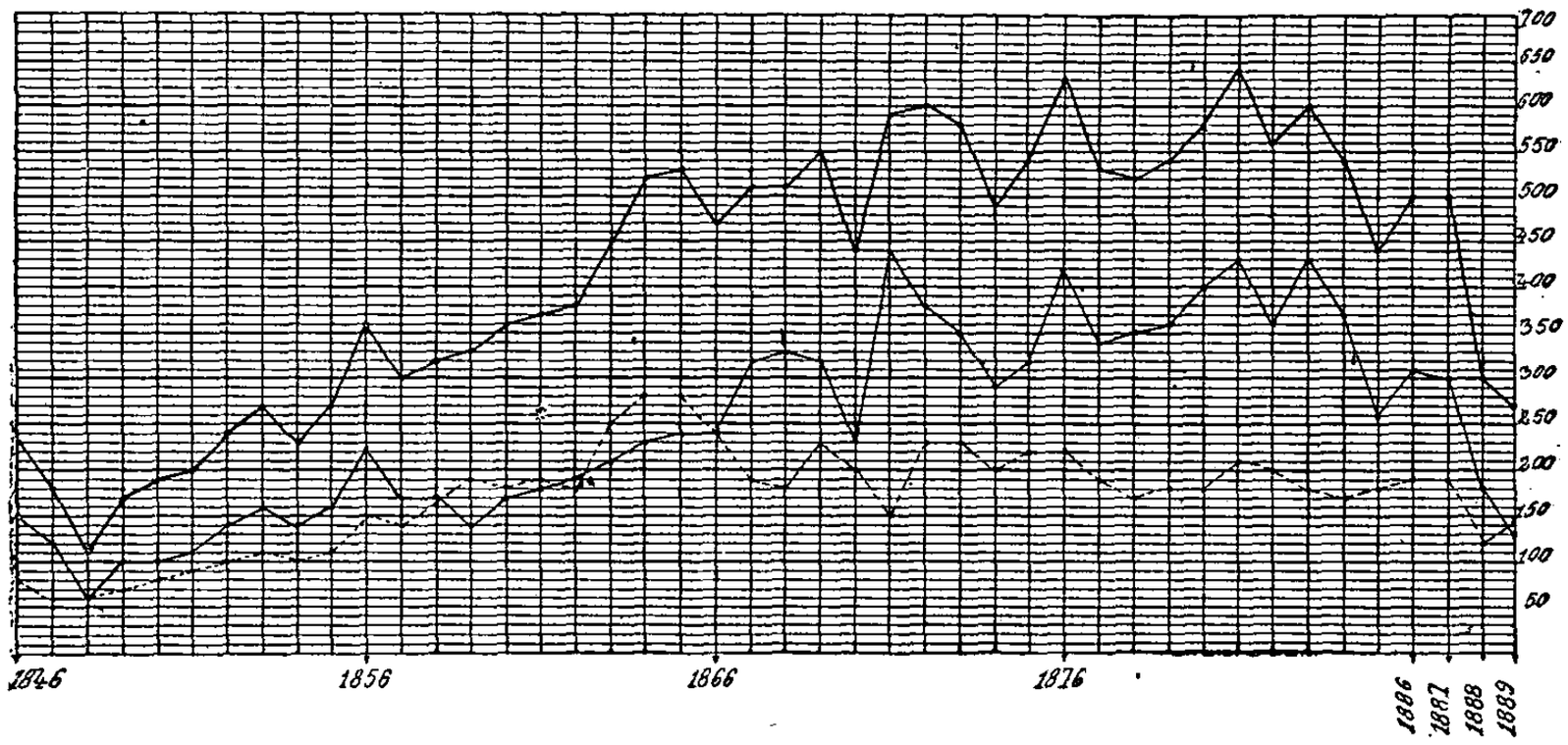


Fig. 615. — *Effets de la rupture commerciale entre la France et l'Italie. Les chiffres de droite expriment les millions.*

dénoncé, en 1887, par l'Italie. Mais ce que ce phénomène offre de particulier, et ce qui peut donner à réfléchir à nos voisins, c'est qu'eux seuls paraissent avoir eu à souffrir de cette rupture; en effet, les importations d'Italie en France ont fléchi brusquement de moitié; elles ont perdu 180 millions, tandis que nos exportations en Italie ne perdaient, en 1888, que 70 millions, et remontaient de 30 millions en 1889. Les chiffres de la dernière période, divisés par grandes catégories de marchandises, sont indiqués dans les tableaux suivants.

Si l'on examine le détail de ces chiffres, on voit que la diminution a porté à la fois sur chacune des trois catégories de marchandises, mais c'est peut-être la catégorie des objets d'alimentation qui a le plus souffert. Depuis 1883, cette catégorie, composée surtout de vins, comme on le sait, a diminué des deux tiers (212 millions en 1884 et 74 millions en 1889).

1° Importations d'Italie en France (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés	Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés
1874	176.2	66.7	31.1	1882	156.4	155.1	27.5
1875	184.5	88.4	33.8	1883	159.7	212.0	23.9
1876	239.7	128.4	31.8	1884	138.8	188.5	23.7
1877	137.3	150.4	32.9	1885	105.3	121.0	17.2
1878	162.4	149.2	22.0	1886	117.7	162.9	15.6
1879	153.6	159.1	22.2	1887	116.7	161.6	17.1
1880	170.7	179.9	32.1	1888	85.9	74.0	12.1
1881	198.5	183.4	29.8				

2° Exportations de France en Italie (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés	Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés
1874	45.0	28.4	122.4	1882	68.1	12.7	87.0
1875	47.7	25.3	113.8	1883	55.6	11.9	90.6
1876	64.6	22.0	115.6	1884	67.1	8.6	84.0
1877	68.8	15.9	101.8	1885	55.0	11.2	92.9
1878	59.6	15.8	99.1	1886	66.0	13.9	88.8
1879	73.6	13.3	77.3	1887	71.4	10.4	94.6
1880	64.5	9.4	82.8	1888	48.5	7.6	46.3
1881	72.8	11.0	89.9				

Comme il a été dit tout à l'heure, l'exportation des produits français a moins souffert du nouveau régime douanier établi entre les deux pays. Si l'exportation des produits manufacturés de notre industrie a diminué de moitié, celle des objets d'alimentation et des matières premières paraît se maintenir quelque peu, malgré une diminution incontestable. Quant au détail des échanges par nature de marchandises, il a été le suivant en 1889 :

1° Importations d'Italie en France.

Marchandises	Quantités	Valeurs
	kilogr.	francs
Soies écrues, grèges ou moulinées	920.575	39.563.000
Bourre de soie et frisons	1.712.000	13.011.000
Huile d'olive	6.905.000	7.596.000
Chanvre teillé, peigné et étoupes	7.035.000	6.049.000
Bestiaux	»	5.834.000
Soufre	62.317.000	5.577.000
Peaux brutes	1.434.000	5.046.000
	litres	
Vins	11.093.574	4.591.000
Poteries, verreries, cristaux	»	3.108.000

Parmi les principales marchandises italiennes importées en France, nous signalons les soies et bourres de soie (pour 52 millions de francs), l'huile d'olive, le chanvre, les bestiaux et les peaux. Les marchandises purement italiennes, telles que soufre, vins et cristalleries viennent ensuite variant de 3,000,000 à 5,500,000 fr. Dans cette liste, il ne figure qu'une seule espèce de produits de l'industrie italienne, la verrerie et cristallerie, c'est de Venise que nous vient cette importation de luxe, sur laquelle l'élévation des tarifs a eu peu d'action.

2° Exportations de France en Italie.

Marchandises	Quantités	Valeurs
	kilogr.	francs
Soies écrues, teintes et bourre de soie	830.219	30.663.000
Soies en cocons	881.223	10.134.000
Tissus de laine	467.375	6.817.000
Peaux préparées	679.740	6.812.000
Laines et déchets de laine	2.421.000	5.929.000
Tissus de soie	82.511	5.075.000
Houille	1.914.900	4.790.000
Outils et ouvr. en métaux	3.117.000	4.637.000
Œufs de vers à soie	12.412	3.972.000
Tabletterie, art. de Paris	430.843	3.830.000

En 1889, l'Italie a fait de très gros achats de soie en France, au point d'émouvoir les industriels de Lyon qui auraient manqué de matière première sans les importations de soies asiatiques. Après les soies, les marchandises qui font l'objet des plus actives transactions entre la France et l'Italie, sont les laines brutes et les tissus, la houille, les outils et ouvrages en métaux, et les articles de tabletterie, bimbeloterie et les produits de l'industrie parisienne.

Le commerce de l'Italie avec la France représente actuellement les 3,5 0/0 du commerce total de la France et de 10 0/0 du commerce entier de l'Italie.

Transit. Le transit à travers l'Italie, reliant le Royaume-Uni, une certaine zone de l'Allemagne, la Suisse et la Belgique, aux échelles du Levant, aux Indes et à l'Extrême-Orient, est considérable, mais en décroissance. On avait toujours cru que le chemin de fer du Saint-Gothard devait favoriser le transit de l'Italie. La vérité est que ce transit a graduellement diminué de moitié depuis le jour où la ligne du Saint-Gothard a été exploitée. En 1882, la valeur des marchandises ayant traversé l'Italie dépassait 100 millions ; elle est actuellement d'un peu plus de la moitié de cette somme. Cela tient à ce que les marchandises anglaises qui allaient à Brindisi s'embarquer à destination des Indes, sont expédiées aujourd'hui directement des ports de la Grande-Bretagne.

C'est, d'ailleurs, une erreur capitale de croire qu'il peut y avoir des marchandises en transit direct d'Anvers pour Gênes et Marseille. La marchandise à transporter ne naît pas à Anvers ; elle y vient par mer. Or, le frêt d'Anvers à Marseille ou à Gênes est de 20 à 25 francs, tandis que par voie ferrée, le prix du transport serait plus grand.

La ligne de Saint-Gothard a été construite pour favoriser les relations de l'Allemagne avec l'Italie. Le seul effet sensible de cette ligne a été de détourner annuellement de Marseille et du chemin de fer P.-L.-M. à peu près 70,000 tonnes de céréales, qui sont échangées directement entre la Suisse et l'Italie.

Navigation. Le mouvement général de la navigation dans l'ensemble des ports italiens, se chiffre comme il suit (année 1888, d'après l'annuaire statistique italien), entrées et sorties réunies.

	Nombre de navires	Tonnage
		Tonneaux
Cabotage	184.883	24.848.730
Long cours	31.890	12.239.112
	216.773	37.087.842
Relâche	40.502	3.407.523
Grande pêche	2.605	20.607
	259.880	40.515.972

En 1871, on avait compté 279,965 navires, représentant un total de 23,202,000 tonneaux. Le tonnage a donc doublé pendant que le nombre de navires a diminué. Cette diminution tient surtout aux progrès de la navigation à vapeur, comme l'indiquent les chiffres suivants :

Années	A voiles		A vapeur	
	Navires	Tonneaux	Navires	Tonneaux
1871	244.083	11.672.927	35.882	11.529.514
1886	203.538	9.208.100	56.342	31.307.872

La presque totalité du mouvement du cabotage se fait sous pavillon italien. Vient ensuite le pavillon grec, puis anglais et français.

Parmi les navires étrangers qui font le long cours, entre leur pays et l'Italie, c'est également la nationalité grecque qui tient le premier rang, vient ensuite l'Autriche, l'Angleterre et la France.

Une mention spéciale doit être faite pour la grande pêche. C'est de Venise et de Naples que sortent le plus de bateaux pêcheurs qui ont armé pour la pêche du poisson, du corail et des éponges.

Le poisson est pêché surtout sur les côtes de l'Autriche, de l'Illyrie, de la Tunisie et de la Sicile ; le corail, sur les côtes de Sardaigne et de Sicile ; les éponges enfin, près de Sfax, sur les côtes de la Tunisie.

Les ports principaux de l'Italie sont, par ordre : Gênes, Venise, Naples, Livourne, Messine et Palerme.

Navigation entre la France et l'Italie en 1889 (navires chargés seulement).

		Nombre de navires	Tonnage	Equipages
1° Entrées dans l'ensemble des ports français.				
Navires français.		493	164.776	10.894
Navires étrangers	portant pavillon italien.	879	173.398	10.543
	autres national.	73	49.354	1.565
	Total.	952	222.752	12.108
Total des navires français et étrangers.		1.445	387.528	23.002
Dont à vapeur.		714	310.912	17.860
2° Sorties de l'ensemble des ports français.				
Navires français.		445	167.201	10.711
Navires étrangers	portant pavillon italien.	1.097	187.380	11.318
	autres national.	72	38.698	1.192
	Total	1.169	226.078	12.510
Total des navires français et étrangers.		1.614	393.279	23.221
Dont à vapeur.		666	290.144	17.004

La plupart des ports français ont des relations commerciales avec l'Italie, nous ne mentionnerons que les principaux :

PRINCIPAUX PORTS FRANÇAIS.

1° Entrées.

	Nombre de navires	Tonnage	Equipages
Bordeaux	10	8.128	188
St-Louis-du-Rhône.	20	2.127	146
Cette.	59	20.707	828
Marseille.	471	177.143	8.916
La Ciotat	21	2.305	141
Toulon.	7	164	30
St-Tropez	9	711	59
St-Raphaël	12	997	78
Cannes.	10	398	46
Antibes	6	342	34
Nice	121	12.526	862
Menton.	27	1.025	110
L'île Rousse.	8	479	46
Bastia	343	105.757	8.214
Bonifacio.	104	1.295	355
Ajaccio.	56	9.348	979

C'est donc avec les ports français de la Méditerranée que l'Italie a le plus de relations commerciales.

2° Sorties.

	Nombre de navires	Tonnage	Equipages
Port-Vendres	5	655	37
St-Louis-du-Rhône.	21	4.386	147
Cette.	93	24.639	1.126
Port-de-Bouc. . . .	35	6.138	244
Marseille.	719	264.342	14.018
Cassis	24	2.256	152
La Ciotat.	11	963	61
La Seyne	7	538	92
Toulon.	23	1.705	143
Cannes.	7	268	34
Antibes	81	4.228	430
Nice.	169	29.985	2.055
Menton.	19	510	69
Ile Rousse.	10	792	71
Bastia	127	30.667	2.807
Cervione, ...	19	1.213	109
Porto-Vecchio. . . .	18	961	104
Bonifacio.	39	754	165
Propriano	30	1.597	75
Ajaccio	16	731	98
Sagone, ...	42	3.191	288

Voici quels sont les ports italiens qui reçoivent le plus de marchandises françaises :

PRINCIPAUX PORTS ITALIENS.

1° Entrées dans les ports français.

Ports de provenance	Nombre de navires	Tonnage	Equipages
Catane.	49	26.530	1.191
Gênes	159	56.802	2.957
Livourne.	296	96.129	7.018
Maddalena.	58	15.042	1.355
Naples.	80	31.105	1.862
Porto-Torrès. . . .	74	14.605	1.323
Venise.	22	22.672	934
Autres ports.	707	124.643	6.362

2° Sorties des ports français.

Ports de destination	Nombre de navires	Tonnage	Eqnipage
Catane.	30	16.897	782
Cagliari.	8	870	52
Gênes	370	130.308	7.008
Livourne.	295	81.234	5.760
Naples.	138	42.879	2.575
Palerme.	49	16.696	796
Savone.	174	24.696	1.220
Autres ports.	550	79.788	5.028

Transport. Voici quelques chiffres relatifs aux transports : pour les chemins de fer, la longueur des chemins de fer était 2,561 kilomètres en 1861 ; en 1888, elle avait atteint 12,600 kilomètres ; il y avait à cette même époque, 2,262 kilomètres de voies pour tramways à vapeur. Le capital dépensé pour l'établissement des voies ferrées dépassait, il y a dix ans, le chiffre de 3 milliards. Nombre de voyageurs : 25,500,000 en 1872 ; et 45,500,000 en 1887. Le poids des marchandises transportées par

voie ferrée, qui était de 6 millions de tonnes en 1872, s'est élevé, en 1887, à 16 millions, bétail non compris.

Postes et télégraphes. Voici, d'après les documents officiels, quel a été le mouvement postal en Italie, à deux époques, 1863 et 1889 :

En 1863, il y a eu une circulation de 72 millions de lettres ; en 1888-89 (du 1er juillet au 30 juin), cette circulation a été de 122 millions de lettres, auxquelles il faut ajouter 45 millions de cartes postales, soit un total de 167 millions de correspondances. La poste avait émis en 1863, 2,430,000 mandats ou articles d'argent, pour une valeur de 121 millions de francs ; en 1888-89, le nombre des articles d'argent s'est élevé à 5,140,000, représentant une valeur de 530 millions de francs.

Le réseau télégraphique, qui n'était que de 9,818 kilomètres au 31 décembre 1861, atteignait 35,322 kilomètres au 30 juin 1889.

Nombre de dépêches privées envoyées à l'intérieur et à l'étranger : 1,221,000 en 1865 et 7,762,000 en 1888-89.

Emploi des capitaux, richesse financière. La rupture du traité de commerce entre l'Italie et la France et l'abandon graduel, par les capitalistes français, des fonds de la Péninsule, la situation précaire dans laquelle se trouvent le commerce, l'industrie, les finances italiennes indiquent depuis longtemps à l'Italie ce que lui ont coûté et ce que lui coûtent son entrée dans la Triple-Alliance et son éloignement de la France.

Population et émigration. La population de l'Italie était de 22 millions en 1861, elle dépasse aujourd'hui 30 millions par les faits combinés des annexions territoriales et de l'excédent des naissances sur les décès. L'excédent des naissances sur les décès est assez considérable, aussi la population de l'Italie s'accroît-elle d'une manière rapide. Cet excédent a oscillé, dans les dix dernières années, autour de 1 0/0, se maintenant à une proportion inférieure à celle de la population russe, mais aussi élevée qu'en Allemagne, en Angleterre et que dans les pays Scandinaves. La Suisse, l'Autriche, l'Espagne et surtout la France, voient leur population augmenter plus lentement que l'Italie.

Il est à remarquer en même temps que la densité de la population de l'Italie est très grande (108 habitants par kilomètre carré, tandis que celle de la France est de 72 et celle de l'Allemagne de 87). L'Italie est dépassée sous ce rapport par l'Angleterre et par les petits Etats si riches de la Belgique et des Pays-Bas ; mais on pourrait découper dans le territoire même de l'Italie, dans la vallée du Pô, une autre Belgique qui n'aurait pas une population moins dense que celle qui vit sur la Meuse et dans les Flandres. Cependant, l'accroissement par les naissances est en partie annulé par une émigration qui, dans les dernières années, a atteint des proportions considérables.

C'est de cette émigration que nous allons maintenant dire quelques mots.

Emigration. Il y a lieu, en Italie, de distinguer deux sortes d'émigrations : l'une, qui n'a jamais varié de beaucoup autour du chiffre rond de 100,000, c'est une émigration temporaire qui dure seulement une partie de l'année, du printemps à la fin de l'automne. Ce sont des maçons, des tailleurs de pierre, des manœuvres qui se répandent dans les autres pays de l'Europe pour les travaux de terrassement de chemins de fer, pour le creusement des canaux, la construction des maisons et bâtiments, etc.

L'autre émigration, permanente, se compose de ceux qui partent pour un temps indéfini, sans esprit de retour; ces courants se dirigent principalement vers l'Amérique, les Etats-Unis au Nord, la République Argentine et le Brésil au Sud. Cette émigration permanente, après avoir été contenue, jusqu'en 1878, dans les limites d'une vingtaine de mille individus, est arrivée, en 1888, au chiffre de 196,000 individus.

C'est donc près d'un total de 300,000 personnes qui, au moins pendant une partie de l'année, vont chercher leur gagne pain hors de la frontière du pays; cette grande émigration, l'une des plus fortes assurément du monde, après celle que l'on constate en Irlande, accuse certainement des souffrances cruelles chez les populations qui la fournissent.

Il y a des provinces où l'émigration existe de longue date et n'a pas pour mobile la misère, mais plutôt le désir d'obtenir des salaires plus élevés, et d'arriver à un pécule assez élevé. Parmi elles, nous notons les provinces Liguriennes (Gênes), de la Lombardie (Côme), de la Toscane (Lucques). Mais les colonnes sombres et affamées qui partent des provinces Vénitiennes, des Calabres et de la Basilicate, sont entraînées par un état de pauvreté extrême, auquel, pour le moment, on ne saurait porter d'autre remède plus prompt et plus efficace que le transport dans les pays de colonisation. On a compté plus d'un million d'Italiens résidant en dehors de leur pays. — V. T.

L'Italie à l'Exposition de 1889. Le gouvernement italien, qui nous a donné depuis plusieurs années peu de marques de sympathie, a refusé son concours à l'exposition française. Ce n'est pourtant pas que les traditions de la monarchie toute nouvelle, lui aient interdit de prendre part à cette fête industrielle, commerciale et artistique, mais elle a obéi néanmoins à des sentiments de solidarité envers ses alliés, et en même temps, sans doute, à des raisons financières. Un comité privé s'est alors constitué sous la présidence de M. Villa, ancien ministre, ancien président de la dernière exposition nationale italienne. Au premier appel les fonds affluèrent parmi lesquels une seule souscription, celle de M. Sonzogno, atteignait 50,000 fr.; les chambres de commerce de toutes les grandes villes, la colonie italienne de Paris, donnèrent des sommes importantes, au total 350,000 fr. et ainsi fut assurée une participation digne de ce grand pays.

Le comité de Paris, sous la direction de M. de Camondo, fut chargé de l'installation. M. Mafredi, professeur d'architecture à l'Université de Rome, donna les dessins et les plans de la section, 780 exposants ont été admis, non compris les beaux arts, et répartis sur plusieurs points de l'exposition, surtout au palais des industries diverses et au quai d'Orsay, sur une superficie de 5,000 mètres environ. La façade de M. Mafredi, très fine et très coquette, était dans le style Renaissance primitif. Un grand portique central, portant l'écusson de la maison de Savoie, donnait accès à la section, et de chaque côté trois grandes baies avec des arcatures géminées éclairaient l'intérieur. La couleur rouge dominait dans cette façade en marbre et mosaïque, et contribuait à la rendre pittoresque et gaie.

Ce qui a paru surtout remarquable dans l'exposition italienne, c'est la verrerie. Les verres et cristaux de Venise, dont la vogue dura plusieurs siècles, ont reconquis là quelque faveur, par de véritables merveilles, sorties des ateliers célèbres de Murano, et de ceux de Salviati. On avait même installé dans une maison du XVIe siècle, appartenant à l'histoire de l'habitation, sur le quai, une verrerie complète, montée par M. Candiani, fabricant sous les yeux du public de menus objets très appréciés des visiteurs.

L'industrie des glaces a pris aussi, dans ce pays, une importance qu'on ne lui avait pas vue jusqu'alors, et les ateliers de l'usine Zenka, à Milan, paraissent chercher à rivaliser avec nos grands établissements français.

Beaucoup de jolies dentelles, et beaucoup aussi de ces bois sculptés, un peu mièvres, un peu chargés de détails d'ailleurs très soignés, mais en tous cas très remarquables, bien supérieurs, à prix égal, à ce que nous pouvons faire

chez nous. Mais pour les belles pièces l'industrie parisienne retrouve toujours sa supériorité.

D'ailleurs en tout ce qui touche l'art décoratif, on se sent en présence d'un peuple éclairé à la fois par ses aspirations propres, et par les exemples qui couvrent son sol. Depuis des siècles, les arts appliqués aux objets usuels ont trouvé des encouragements qui ne leur sont donnés chez nous que depuis peu d'années. On s'en aperçoit bien à tout ce qui porte une sculpture, tels les meubles dont nous venons de parler, et les marbres, ainsi que dans les céramiques de Florence, les camées de Naples, les mosaïques, les émaux; les bijoux étrusques, grecs et romains, vendus par M. Morabito, dans une maison pompéienne, etc. Cette partie artistique est la plus remarquable de l'exposition italienne; l'industrie ne présentait rien de fort intéressant, et si les grands industriels du pays avaient vraiment quelque chose à nous montrer, on ne s'explique pas qu'ils se soient abstenus. De même pour les sciences exactes et la mécanique. Au contraire, son matériel de chemins de fer a été l'objet d'une attention particulière des spécialistes, il méritait d'être placé à côté de celui de la Belgique. On a pu voir là trois locomotives à grande puissance, à roues couplées, montées sur bogies, dont une très intéressante pour la traction sur fortes rampes. La maison de construction Miani Silvestri avait envoyé un train complet présentant tous les perfectionnements et tout le confortable possibles. Un vagon pouvait être transformé, pendant le voyage, en hôpital. A citer particulièrement des appareils hydro-dynamiques pour les changements de voies, et un système de signaux de garage.

A la section d'économie sociale, nous avions noté d'importants travaux de M. Luzzati, de la municipalité de Naples, l'envoi de M. Sonzogno, des reliefs, des plans, des tableaux graphiques d'une haute portée pratique. Enfin, au palais des Arts libéraux, l'Italie avait une installation anthropologique sans grand intérêt.

On pouvait s'attendre à trouver plus d'enseignements utiles dans la section agricole, l'Italie étant un pays de production du sol. Cet espoir n'était pas trompé. Dans l'immense galerie du quai d'Orsay, de nombreux exposants avaient entassé les denrées alimentaires connues et inconnues. Parmi les premières, les blés, durs surtout, qui sont la base des pâtes d'Italie, dont cent échantillons divers de formes et de couleurs même, s'étalaient côte à côte, le maïs, l'avoine, le riz, le seigle, les marrons, les primeurs en conserves, les fromages romains, les huiles d'olives, le miel; parmi les autres, particulières au pays, les mortadelles de Bologne, les confitures à l'aspect bizarre, le sirop de Castagnoli, le birra de Rimini, les olives de Bari, les vinaigres blancs de Lombardie, etc.

Puis dans d'élégants flacons la liste si chargée de ses grands crus, une des principales richesses du pays. Vins de Marsala, Madère, Lacryma-Christi, Zucco, Syracuse, Baroli, Asti, Capri, Chianti, Malvoisie, Moscato, vino laureto et d'autres encore, sans compter les vermouths de Turin et de Pavie, et les liqueurs les plus variées.

Enfin, après des chocolats, des dragées et des confiseries de toutes sortes, qui terminent la liste des denrées alimentaires très estimées de l'Italie, voici pour finir les chanvres, les soies, la cire, et des renseignements sur l'élevage en Lombardie et en Piémont. Toute cette section agricole était fort belle, et pourtant il est certain que la terre italienne ne parvient pas à rémunérer suffisamment le travail d'ouvriers peu exigeants.

Beaux-Arts. L'Italie a un passé artistique écrasant; il ne lui est pas permis de jouer avec les traditions, de chercher le nouveau hors des sentiers battus; on la taxe aussitôt d'ingratitude envers ses grands maîtres. Quant à rester dans les pures aspirations de l'esthétique telle que la comprenaient les artistes de la Renaissance, ce lui est également impossible. Songez qu'il faut se mesurer avec des Raphaël, Michel-Ange, Titien, Ghiberti, Donatello, Carrache même et Benvenuto Cellini, et que si l'on ne parvient pas à les surpasser, le mot de décadence est vite prononcé.

D'ailleurs à vrai dire, cette considération n'a pas arrêté les Italiens; ils ont bravement abordé le classique, ou bien ils se sont jetés en aveugles dans la fantaisie, les résultats ont été les mêmes; étroitesse de conception, ou débordement d'imagination, maigreur ou recherche dans le dessin, coloris criard ou faux et papillotant. Leur art donne l'impression d'un irrémédiable défaut d'équilibre. Ce peuple essentiellement artiste s'est laissé aller à une dépression progressive, contre laquelle il ne peut plus réagir.

Ce n'est pas, en effet, qu'il n'ait essayé tous les genres, avec plus de bonne volonté que de bonheur. L'idée chrétienne qui a inspiré tant de chefs-d'œuvre est bien affaiblie, même dans ce pays qui devrait être son dernier refuge. Au Champ-de-Mars elle n'avait guère que un *Ave Maria* de M. Corelli, lourd et sans grand sentiment. Mais la peinture historique, par quoi était-elle représentée? Voici M. Simoni avec *Thaïs proposant à Alexandre l'incendie du palais de Persépolis*, il est difficile d'imaginer quelque chose de plus plat comme facture : une odalisque boulotte venant s'offrir à un bourgeois abruti. Lorsqu'ils veulent au contraire chercher le réalisme, ils tombent dans l'exagération, tel M. Milanolo dans son *Sacrifice aux temps préhistoriques*, mal inspiré par les succès de M. Cormon. Les plus jolies choses étaient les scènes de genre, les petits sujets, et surtout les paysages, généralement frais et brillants, bien ensoleillés. Nous retrouvions là aussi des noms bien connus de nous MM. Cortazzo, peintre amusant, Marchetti, Pittara avec ses ravissants paysages. Mais sont-ce bien des Italiens? La même interrogation se pose devant le nom de M. Bouvier et sa belle jeune fille à l'éventail. A côté de ceux là, si on en excepte les paysages français un peu vieillots, mais fins de M. Ancillotti, rien que du faux et maniéré, comme les paysages papillotants de M. Detti, ou la kermesse trop travaillée de M. Armenifo. Enfin, toute une école de jeunes, dont MM. Segantini, Carcano, Bazzaro, Sartorio nous avaient envoyé les plus étonnantes productions, semble chercher le succès dans une originalité contestable et dans des procédés techniques extraordinaires.

Néanmoins, il ne faut pas quitter la peinture italienne sans citer avec éloge le nom de M. Boldini, dont le portrait de Verdi était fort beau.

La sculpture n'était pas plus recommandable; toujours le même parti-pris d'abus de détails ridicules, de tours de force de praticiens, auxquels l'imitation en marbre du parapluie et de ses baleines dans la *Pluie*, par M. Argenti, ou une robe de soie dans la *Veuve*, par M. Ernest Bazzao, semble le dernier mot de l'art! Nous avons assisté, cette fois encore, à une suite de dessus de pendule d'une désespérante banalité. *Christophe Colomb* est accommodé au goût du jour, et M. Caroni a sculpté un *Benvenuto Cellini*, jouant de la flûte, pensant qu'il serait ainsi d'une vente plus facile! Toutes ces tendances sont regrettables, et une foule ignorante les encourage malheureusement de ses sympathies. Quelques artistes de valeur, MM. Ferrari, avec *Giordano Bruno*, Maccagnani, avec ses *Gladiateurs*, Dianelli, avec *Soleil couchant*, Nono, avec son gigantesque *Brigand en croix*, ont pourtant témoigné d'un louable effort vers un art mieux pondéré. Nous avons encore à noter quelques bons bustes, par MM. Gemito, Laurenti et Rosso.

En résumé l'Ecole italienne est restée dans l'ornière où elle se traîne depuis tant d'années. Trop d'artistes dans ce pays, et pas assez d'art! Rien à l'exposition de 1889 ne nous a fait espérer un relèvement. A tout prendre, l'envoi de 1878 était encore meilleur. — C. DE M.

J

*** JACQMIN.** Le 28 avril 1889, succombait à l'âge de soixante-huit ans, Jacqmin, l'éminent ingénieur qui fut, pendant vingt ans, directeur de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

Pour faire connaître le caractère, l'esprit et les travaux de M. Jacqmin, nous emprunterons quelques passages au discours prononcé par M. Van Blarenberghe, président du Conseil d'administration de la Compagnie de l'Est :

« Brillant élève de l'école polytechnique, sorti le premier de l'école des ponts et chaussées, M. Jacqmin resta, suivant l'usage, attaché pendant un an au secrétariat du Conseil général des ponts et chaussées. Il fut immédiatement apprécié par de bons juges et l'un des meilleurs, M. l'Inspecteur général Jullien, n'hésita pas à lui confier la construction d'une importante station de la ligne de Paris à Lyon. Ce fut son premier pas dans la carrière des chemins de fer, Il était destiné à y rester pendant sa vie entière. »

Le 8 janvier 1859, il était alors âgé de trente-huit ans, M. Jacqmin entra au service de la Compagnie du chemin de fer de l'Est, en qualité de directeur d'exploitation. Il y apportait une expérience déjà longue. Dès le début, il se montra à la hauteur de ses difficiles fonctions par ses talents administratifs et par ses connaissances approfondies en matière commerciale.

Survint la guerre de 1870, M. Jacqmin eut à pourvoir au transport des armées françaises à la frontière ; il eut aussi, hélas ! à faciliter autant qu'il dépendait de lui, leurs mouvements de retraite. Ces désastres de l'année terrible avaient profondément attristé son âme patriotique. Il avait pressenti là le rôle que, désormais, les chemins de fer devaient remplir pendant les temps de guerre, reliés ensemble par une organisation méthodique des transports militaires de toute nature. Il s'y consacra avec ardeur dès le rétablissement de la paix.

Nous ne pouvons citer, à cet égard, des paroles plus autorisées que celles qui ont été dites sur son cercueil par M. le général Haillot, chef d'Etat-Major général, président de la Commission militaire supérieure des chemins de fer, représentant le Ministre de la guerre :

« La part de M. Jacqmin dans l'organisation militaire du service des chemins de fer, dans la transformation stratégique du réseau, dans la création des troupes spéciales de chemins de fer, dans l'appropriation aux besoins militaires des puissantes ressources des Compagnies, cette part a toujours été considérable, souvent même prépondérante.

« L'un des premiers, il avait reconnu et apprécié le rôle capital des chemins de fer dans les guerres modernes. Mûries et appréciées par les épreuves de 1870, qui ont coûté de si grands efforts à la Compagnie de l'Est, ses convictions sur les nécessités d'une forte organisation militaire des réseaux n'avaient cessé de s'accroître et de s'affirmer.

« Les leçons qu'il fit en 1872, à l'Ecole des ponts et chaussées, le livre par lequel il ne tarda pas à les mettre à la portée de tous, ont été pour beaucoup dans le succès des efforts que le ministère de la guerre a faits pour arriver à une organisation aussi parfaite que possible. »

Dès que tout le réseau de l'Est fut occupé par l'ennemi, Jacqmin songea aux mesures à prendre pour rétablir, la paix une fois signée, la circulation sur le réseau de l'Est. Il se rendit alors en Suisse et y fit préparer les charpentes destinées à remplacer les ouvrages qui avaient été détruits soit par les Allemands, soit par la défense nationale elle-même.

En novembre 1872, alors que son œuvre de réorganisation venait d'être couronnée de succès, il obtint la juste récompense de son zèle intelligent et de son extraordinaire activité, en succédant à M. Sauvage, l'éminent directeur de la Compagnie qui venait d'être enlevé par une mort prématurée. M. Jacqmin n'a jamais failli à la lourde tâche qui lui incombait.

Il a pris la part la plus active à l'examen des questions si variées qui naissent chaque jour dans l'exploitation des chemins de fer et qui intéressent si vivement, qui passionnent même le monde industriel et commercial et le public lui-même.

M. Jacqmin était d'un caractère dur à lui-même; parfois sévère mais toujours juste, il est mort avec le sentiment d'avoir consacré sa vie entière au travail et d'avoir, chaque jour, accompli son devoir dans toute son étendue.

● * **JACQUEMART** (JULES-FERDINAND), graveur, né à Paris en 1837, débuta par l'étude de la peinture, y réussit médiocrement, et se tourna dès lors vers la gravure, où il acquit une habileté consommée et une honorable réputation. Il fut l'un des rénovateurs en France de l'eau-forte, dont il donna depuis 1861 d'excellentes planches exposées à nos Salons annuels, d'après les grands maîtres flamands et hollandais, et d'après Meissonier. Plus tard il copia les toiles les plus remarquables du musée de New-York, qui figurèrent au Salon de 1867 : l'*Auberge* d'après Van Ostade, des *Fruits* d'après Albert Cuyp, *Jeune Fille* d'après Greuze, *Belle Fille* d'après Goya, le portrait de *sir Richard Wallace* d'après Baudry, qui furent comme le couronnement de son œuvre d'artiste.

Mais où Jacquemart se montra peut-être le plus admirable, c'est dans ses célèbres eaux-fortes représentant les chefs-d'œuvre de l'art décoratif. Il n'y avait plus là les trucs du métier, les artifices de procédés, les effets habilement ménagés qui sont en grande partie l'art du graveur. Il fallait copier un modèle dont la sécheresse de lignes se refusait à toute supercherie. On pourrait presque dire que Jacquemart, tout en restant scrupuleusement fidèle, a prêté la vie à ces objets inertes. Son œuvre capitale en ce genre est les *Gemmes et joyaux de la Couronne*, texte de Barbet de Jouy, ouvrage pour lequel il fit 60 planches de toute beauté. Il avait gravé auparavant pour illustrer les œuvres de son père, 28 planches dans l'*Histoire de la Porcelaine*, et 12 dans l'*Histoire de la Céramique*, qui avaient fait sa réputation. On lui doit encore, dans le même genre, 12 planches d'armes de la collection Nieuwerkerke, et plusieurs autres dans diverses publications, notamment les *Annales archéologiques* et la *Gazette des Beaux-Arts et l'Art*. Cet excellent artiste avait obtenu des médailles en 1864, 1866, 1867 (Exposition universelle), la médaille d'honneur en 1878. Membre du jury à nos Salons annuels, président de la classe de gravure à l'exposition de Vienne en 1873, il était chevalier de la Légion d'honneur depuis 1869.

● * **JAMIN** (JULES), physicien distingué, l'un des secrétaires perpétuels de l'Académie des sciences, né à Termes (Ardennes), le 30 mai 1818; mort à Paris le 12 février 1886. Après avoir fait de brillantes études au collège de Reims, il entra, en 1836, dans les premiers, à l'école normale et, trois ans après, fut reçu agrégé des sciences physiques avec le numéro 1. Il débuta dans la carrière de l'enseignement comme professeur de physique, au collège de Caen, puis, en 1843, au collège Bourbon (Condorcet), et en 1846, à Louis-le-Grand : fut reçu docteur ès-sciences physiques en 1847. Nommé professeur de physique à l'Ecole polytechnique, il occupa cette place jusqu'en 1881. En 1863, il fut nommé professeur à la Faculté des sciences de Paris ; en 1868, il fut élu membre de l'Académie des sciences en remplacement de Pouillet ; en 1884, il succéda à Dumas comme secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences et remplaça M. Milne-Edwards comme doyen de la Faculté des sciences. Il était commandeur de la Légion d'honneur. Jamin, sans avoir été ni un inventeur, ni même un grand savant, a néanmoins publié un grand nombre de Mémoires scientifiques de valeur incontestable. Son plus grand ouvrage est un *Cours de Physique de l'Ecole polytechnique* en trois volumes in-8°, dont la deuxième édition a été faite en collaboration avec M. Bouty. Un appendice à la première édition (pour les élèves de mathématiques spéciales) et un *Petit Traité de Physique*, sont ses seuls ouvrages classiques. Il professait avec clarté et élégance et était un expérimentateur habile. On a de lui divers Mémoires sur la *compressibilité des liquides*, *la capillarité*, *l'hygrométrie*, *la chaleur spécifique*, *le magnétisme*, *l'électricité*, *la lumière* (*réflexion métallique*, *polarisation*, *anneaux colorés*) et divers articles publiés dans la *Revue des Deux-Mondes* et le *Temps*. — C. D.

● * **JAPON**. I. *Superficie et population.* La population de l'empire du Japon, qui augmente sans cesse de plus de 300,000 habitants par an, dépasse aujourd'hui la population de la France. Le Japon comptait, au 1er janvier 1889, 39,607,000 habitants qui se répartissaient de la manière suivante, d'après les grandes divisions :

Niphon (Central)	15.331.659	habit.
Niphon (Septentrional)	5.992.017	—
Niphon (Occidental)	9.096.486	—
Niphon (Total)	30.420.162	—
Sikokou	2.828.821	—
Kiou-Siou	6.103.446	—
Hokkaidô ou Yéso	254.805	—
Total de l'Empire	39.607.234	habit.

La population y est fort dense, car le Japon a une étendue moins grande d'un tiers que celle de la France. Superficie : 24,794 ri carrés, soit 382,400 kilomètres carrés. On compte, en moyenne, 104 habitants par kilomètre carré ; 124 villes ont plus de 10,000 habitants, parmi lesquelles 94 ont de 10,000 à 30,000 habitants ; 15 de 30,000 à 50,000 ; 9 de 50,000 à 100,000, et 6 ont plus de 100,000 habitants. Voici quelles sont ces dernières.

Tôkiô qui a	1.313.300	habit.
Osaka	442.700	—
Kioto	275.800	—
Nagoya	154.980	—
Yokohama	119.783	—
Kobé	115.954	—

II. PRODUCTIONS AGRICOLES. *Superficie plantée et production en riz et en blés* (*orge et froment*).

Le riz est une des productions agricoles les plus répandues au Japon, aussi convient-il de donner un aperçu de sa culture, de sa production et de son commerce. Nous donnons parallèlement les mêmes renseignements sur le blé et l'orge.

	Surface cultivée		Production totale (1888)	
	en riz	en orge et en froment	en riz	en orge et en froment
	tchô carrés	tchô carrés (1)	kokou (2)	kokou (2)
Niphon central	983.141	679.879	14.222.767	7.362.647
Niphon septentrional	604.667	121.521	7.375.855	975.386
Niphon occidental	568.731	361.735	9.381.401	3.625.413
Total	2.156.539	1.163.135	30.980.023	11.963.446
Sikokou	135.353	126.456	1.832.169	1.158.414
Kiou-Siou	392.021	328.994	5.819.025	2.128.829
Hokkaïdo ou Yéso	2.073	2.848	14.366	30.969
	2.685.986	1.621.433	38.645.583	15.281.658

(1) Le tchô carré équivaut presque à 1 hectare. — (2) Le kokou équivaut à 180 litres

Le blé japonais a une importance secondaire, comme on le voit, dans la production agricole du pays, il ne fait guère l'objet d'un commerce qu'avec la Chine. C'est la partie centrale de l'ile Niphon qui en fournit la plus grande partie.

Commerce du riz. Le riz, qui joue au Japon un rôle considérable comme article d'exportation, mérite à tous égards une mention spéciale.

Il y a une quinzaine d'années, personne n'aurait pu prévoir l'extension que prendrait cet article de consommation, dont l'exportation pour 1888 s'est élevée à 144,500 tonnes. Il est à noter que le transport de cette prodigieuse quantité s'effectue dans les meilleures conditions et qu'il ne se produit que peu d'avaries, grâce aux soins apportés par les chargeurs, qui ne négligent rien pour que les cargaisons soient placées dans des endroits salubres, bien ventilés, sans parler des soins qu'ils apportent à la sélection des graines.

Le riz japonais ne s'est pas tout d'abord imposé par l'excellence de sa qualité, mais peu à peu le consommateur s'y est habitué, surtout en Italie, où il se vend couramment en raison de sa consistance et de son homogénéité. Si l'on considère que le Japon représente à lui seul plus du quart de l'exportation de ce produit fait par les quatre ports les plus importants de l'Inde (Akyab, Rangoon, Bassein et Maulmein), on peut juger que l'avenir est réservé à cette denrée alimentaire. Le riz japonais, d'ailleurs, est le seul qui, après celui de Java, atteigne le prix le plus élevé sur le marché des pays de l'ouest (V. le tableau ci-dessus).

Au premier rang des cultures diverses, abstraction faite du riz, de l'orge et du blé, on peut citer les pois, le millet et le maïs; parmi les tubercules les patates et pommes de terre dominent. Enfin, l'indigo, comme on le voit par le tableau qui précède, est l'objet d'une exploitation considérable au Japon. Néanmoins, le riz, la soie et le thé constituent presque toute la richesse agricole de ce pays.

	Superficie	Production en 1888
	tchô carrés	kokou
Pois	466.315	3.253.700
Millet	243.367	2.575.000
Hié (variété de millet)	87.167	1.102.600
Kimi (autre variété de millet)	27.287	278.600
Morokoshi (variété de maïs)	16.063	164.000
Sarrasin	158.326	1.120.500
		kwan (1)
Maïs	22.591	8.418.600
Pommes de terre	16.493	28.387
Patates	221.229	561.146.000
Coton	98.468	22.900.000
Chanvre	14.840	2.398.300
Mao (variété de chanvre)	6.414	953.500
		kokou
Rave	167.295	1.157.500
		kwan (1)
Tabac	21.709	6.068.400
Indigotier	50.257	15.550.500

(1) Le kwan équivaut à 3 kil. 750.

IV. *Nombre de têtes, espèces bovine et chevaline.*

	Espèce bovine			Espèce chevaline		
	Vaches	Bœufs	Total des bêtes à cornes	Juments	Chevaux	Ensemble
Niphon central	66.717	25.516	92.233	200.323	245.001	445.324
Niphon septentrional	26.127	22.820	47.947	310.511	158.675	469.186
Niphon occidental	268.284	207.479	475.763	29.358	36.117	65.475
Total	361.128	255.815	615.943	540.192	439.793	979.985
Sikokou	59.598	38.495	98.093	34.578	42.513	77.091
Kiou-Siou	176.646	128.422	305.068	232.295	203.111	435.406
Hokkaïdo ou Yéso	732	386	1.118	24.177	20.947	45.124
Total général	598.104	423.118	1.020.222	831.242	706.364	1.537.606

Mais avant de passer à l'examen des principales industries qui tirent leurs matières premières de l'agriculture, nous dirons quelques mots des animaux de ferme.

Les documents statistiques manquent pour ce qui concerne l'espèce ovine. Néanmoins, le tableau qui précède montre que les bêtes à corne et les chevaux, surtout dans le Niphon occidental et dans l'île Kiou-Siou, forment un élément considérable de richesse agricole. Ces animaux sont utilisés sur place, et ne donnent pas lieu à un commerce actif.

Après ce coup d'œil rapide sur la richesse agricole du Japon, nous allons examiner dans une série de monographies distinctes, les principales productions industrielles, dont la plus importante, du reste, l'industrie séricicole, emprunte sa matière première directement à la culture du mûrier, et à l'élève des vers à soie.

V. Industrie Japonaise. *Industrie séricicole.* Le tableau suivant indique qu'elle a été, dans la dernière campagne séricicole connue, d'après les documents officiels japonais, la production des graines de vers à soie, et quelle a été la quantité pour chaque grande division de l'empire, de soie grège et de bourre extraite des cocons.

		Cartons des grains de vers à soie	Soies grèges	Soies grèges qualité inférieure	Bourre de soie
		nombre	kwan	kwan	kwan
Niphon	central . . .	1.729.527	565.947	150.781	21.087
	septentrional	515.775	198.454	57.964	16.973
	occidental. .	66.831	41.475	11.223	2.246
Total. . . .		2.312.133	805.876	219.968	40.306
Sikokou.		12.920	4.600	835	763
Kiou-Siou. . . .		14.801	9.326	1.937	2.664
Kokkaïdo ou Yéso.		5.877	164	54	90
Totaux génér.		2.345.731	819.966	222.794	43.803

La production aurait été de 1,086,653 kwans, représentant à peu près 4 millions de kilogrammes de soie.

A l'exception de l'île d'Hokkaïdo ou Yeso située au nord, la température est trop froide pour permettre l'élevage du ver à soie d'une manière fructueuse, tout le reste de l'archipel du Japon produit de la soie, inégalement cependant, car l'île sud (Kiou-Siou) et le nord de l'île principale (Niphon), n'en donnent que fort peu.

Le véritable centre de production se trouve actuellement placé entre le 35° et le 40° parallèle, comprenant les provinces suivantes : Musashi, Kai, Shinano, Mino, Etchigo, Kôtzuke, Shimotzuké, Hida, Kaga, Etchizen, Etchu, Iwashiro, Iwaki, Uzen, Rikuzen, Ugo, Rikuchiu.

Quant à ceux de ces districts qui donnent les meilleurs produits, il n'est pas possible de le savoir, paraît-il (1), car la qualité de la soie tient à deux causes principales qui sont : la qualité du cocon et le mode de filature employé. Or, toute province où ces deux éléments se trouvent réunis peut produire une soie irréprochable. Il existe, toutefois, d'autres facteurs secondaires dont il faut tenir compte : l'eau en est un. En général, les soies produites le long du littoral Est, sont d'une nature sensiblement moins bonne que celles des provinces du Centre. L'éloignement de la mer et l'élévation du sol en sont probablement les principales causes.

D'après les noms des principaux districts séricicoles, un simple regard jeté sur la carte du Japon suffit à montrer que Yokohama est situé au centre même de la production de ce précieux textile.

Il n'en faut pas conclure que les provinces du sud n'arrivent pas à produire davantage ; les japonais, au contraire, font dans ce but, depuis quelques années, de grands efforts, mais comme les moyens de communication et de transport deviennent de jour en jour plus faciles, on ne trouvera aucun avantage à déplacer le principal marché de Yokohama.

Pour ce qui est de la consommation locale, il est assez difficile d'en préciser le chiffre ; néanmoins, d'après certains renseignements fournis par les exportateurs, il semblerait que la quantité de soies employées par les métiers indigènes ne serait pas loin d'atteindre 20,000 piculs, c'est-à-dire 120,000 kilogrammes environ.

(1) Rapport de M. Pernel, consul de France à Yokohama.

Les chiffres suivants montrent qu'elle a été, pendant les dernières campagnes, l'exportation des soies grèges du port de Yokohama.

Années	Europe	Amérique	Totaux
	balles (1)	balles (1)	balles (1)
1884-85	12.586	9.857	22.443
1885-86	9.331	13.843	23.174
1886-87	7.604	11.346	20.950
1887-88	14.165	17.262	31.427
1888-89	19.344	17.696	37.040

(1) Une balle japonaise pèse 55 cattles environ, le cattle vaut 604 grammes.

On peut conclure de ces chiffres que la production de la soie augmente avec rapidité au Japon. Mais la qualité des produits n'a pas varié.

VI. *Industrie de la fabrication des tissus.* Après avoir donné un aperçu rapide de l'industrie de la soie qui s'exporte surtout à l'état brut, nous fournissons ci-après les chiffres officiels relatifs à l'industrie du tissage au Japon.

Détail par nature de tissus pour l'ensemble de l'Empire.

	Nombre de pièces (tan)	Valeurs
Tissus pour vêtements.		yens (1)
Soie	3.192.777	7.908.621
Coton	29.619.381	11.521.891
Mélanges soie et coton.. .	2.423.546	3.638.580
Autres espèces de mélang.	1.432.664	1.107.530
Total		24.176.622
Tissus pour ceinture.		
Soie.	356.544	1.839.220
Coton.	1.458.300	503.995
Mélanges soie, coton et chanvre	586.279	955.571
Total.		3.298.786

(1) Le yen équivaut à 5 francs de notre monnaie.

Une pièce (Tan) de tissu pour vêtement a, en moyenne, 10m,23 de longueur et 0m,38 de largeur. Une pièce de tissu pour ceinture a, en moyenne, 3m,79 de longueur, mais la largeur varie suivant le sexe et l'âge des personnes à qui elles sont destinées. Les chiffres qui

		Valeur totale de la fabrication	
		des tissus pour vêtement	des tissus pour ceinture
		yens	yens
Niphon	central	11.701.738	764.158
	septentrional. . . .	1.312.566	39.250
	occidental.	9.009.601	2.016.893
Total		22.023.905	2.820.301
Sikokou		766.310	261.741
Kiou-Siou.		1.382.245	216.081
Hokkaïdô ou Yéso		4.162	663
Total général. . . .		24.176.622	3.298.786
		27.475.408 yens	

viennent d'être fournis concernent l'ensemble du Japon ; ils représentent une valeur totale de 27,475,000 yens soit 137 millions de francs.

Voici comment se partagent les valeurs de tissus fabriqués suivant les grandes divisions territoriales de l'empire (V. le dernier tableau de la page 995).

La partie la plus industrielle du Japon, pour ce qui est de la fabrication des tissus, est donc de beaucoup le Niphon, surtout dans sa partie occidentale et centrale ; les 4/5 des tissus fabriqués au Japon, le sont dans cette région. Il est à remarquer que le tissage du coton représente une bien plus grande valeur, que le tissage de la soie ; les mélanges constituent dès à présent un appoint très notable de la production textile de l'empire.

VII. *Industrie céramique*. Il convient de donner un aperçu de l'importance de l'industrie si renommée en Europe, de la porcelaine du Japon.

	Porcelaine	Poterie	Valeur totale
	yens	yens	yens
Niphon central . .	442.973	608.002	1.050.975
Niphon septentrional . . .	47.070	32.250	79.320
Niphon occidental	218.289	75.275	293.564
Total.	708.332	715.527	1.423.859
Sikokou.	12.611	32.804	45.415
Kiou-Siou.	35.582	379.449	415.031
Hokkaïdo ou Yéso. .	307	»	307
Totaux. . . .	756.832	1.127.780	1.884.612

Comme on le voit, la valeur totale des produits de l'industrie céramique japonaise n'est pas estimée, sur le lieu de production, à plus de 1,884,000 yens, soit un peu plus de 9 millions de francs. Rendue en Europe, et estimée aux prix de vente dans nos pays, cette production acquerrait certainement une valeur beaucoup plus considérable.

VIII. *Industrie du papier*. L'industrie du papier est considérable au Japon, et ses procédés sont très perfectionnés, il convient de mentionner, en passant, que pendant longtemps, l'Etat fabriquait seul le papier.

	Quantités	Valeurs
	kwan	yens
Papiers japonais (dits *mino* et *hansi*)	1.995.528	2.679.559
Autres papiers japonais. . . .	4.654.825	1.920.464
Papiers européens.	1.425.426	410.057
Valeur totale de la fabrication 1887.	8.075.779	5.010.080

Cette valeur totale se répartit comme il suit, d'après les grandes divisions territoriales :

Niphon central	1.769.135	yens.
Niphon septentrional. . .	230.432	
Niphon occidental	1.051.705	
Total.	3.051.272	
Sikokou	1.108.773	
Kiou-Siou	850.005	
Hokkaïdo ou Yéso.	30	
Ensemble	5.010.080	yens.

L'ensemble de la production estimée est de plus de 5 millions de yens, soit 25 millions de francs. La plus grande partie est fabriquée dans le Niphon central, et aussi dans l'île Sikokou. La fabrication est distinguée par les statistiques officielles en papier japonais et en papier européen. Le papier genre européen ne représente qu'une valeur de 410.000 yens, soit 8 0/0 seulement du total général de la fabrication.

IX. PRODUCTIONS MINÉRALES ET MÉTALLURGIQUES. Les mines exploitées par l'Etat étaient assez nombreuses jusqu'à la 16e année de Meïdji (1883-1884). Mais depuis cette époque, l'Etat en a abandonné peu à peu l'exploitation aux particuliers, le tableau suivant indique la production des mines de l'Etat en 1888 (20e année du Meïdji).

Mines exploitées par l'Etat.

	Nombre de mines	Production
		mommé (1)
Or.	2	60.055
Argent.	2	1.641.948
		kwan
Cuivre.	1	2.398
Fer.	1	892.242
Charbon de terre	2	104.805.923

(1) Le mommé vaut 3 gr. 75, soit la millième partie du kwan.

Voici, maintenant, dans un tableau d'ensemble, le résultat de l'exploitation des mines et carrières appartenant aux particuliers ou à des sociétés privées, au Japon, en 1887-1888.

Or.	78.783	mommé.
Argent.	7.856.249	—
Cuivre.	2.947.940	kwan.
Fer.	3.179.304	—
Plomb.	102.810	—
Antimoine.	13.722	—
Etain.	25.493	—
Manganèse.	82.738	—
Potée d'étain	1.339	—
Arsenic	2.102	—
Couperose.	237.414	— (quantité fondue ou préparée).
Sulfate de cuivre. .	7.250	— (quantité fondue ou préparée).
Charbon de terre . .	344.017.485	—
Pétrole.	353.197	— (préparé ou raffiné).
Soufre.	2.874.954	—
Quartz.	82.506	—
Terre de porcelaine.	9.085.305	—
Lignite	3.439.191	—
Graphite.	286.739	—
Asphalte.	1.102	— (quantité fondue ou préparée).
Sel gemme	1.604	— (quantité fondue ou préparée).
Marbre	1.500.000	—
Alun.	4.219	— (quantité fondue ou préparée).
Stéatite.	15.212.687	—
Argile réfractaire. .	5.721	—
Mica.	23.943	—

Comme on le voit, la production minérale du Japon est très variée, et doit certainement représenter une valeur considérable, qu'il nous est impossible d'estimer, mais qui doit se chiffrer par centaines de millions de francs. Parmi les principales productions, notons l'or, dont près de la moitié provient des mines exploitées par l'Etat, le charbon de terre, dont la production atteint 450 millions de kwan, soit un million et demi de tonnes, le cuivre, l'argent, la stéatite, etc.

X. *Salines. Production du sel.*

		Superficie des exploitations	Quantités de sel extrait
		tchô carrés	kokou (1)
Niphon	central	945.0	634.793
	septentrional	577.6	157.019
	occidental	2.786.3	3.009.234
Total		4.308.9	3.801.046
Sikokou		1.658.9	1.395.169
Kiou-Siou		1.223.6	514.402
Total général		7.191.9	5.710.617

(1) Le kokou équivaut à 180 litres.

La production des salines est de 5,700,000 kokou, soit à peu près 1 million de tonnes de sel, à lui seul, le Niphon occidental fournit plus de la moitié de cette production.

Fabrication des boissons. Les chiffres suivants donnent un aperçu de l'industrie japonaise des boissons distillées et fermentées. Ce sont surtout les grains qui forment la base de cette fabrication.

Nombre de distilleries et de brasseries		15.453
Nombre de fabriquants du *saké*		15.412
		kokou
Production	saké commun	2.981.110
	spiritueux distillés	49.314
	Autres espèces de *saké*	74.123

XI. *Arsenaux. Marine de guerre.* Le principal chantier pour la marine de l'Etat est l'arsenal de Yokoska. Notons en passant que c'est sur les plans d'un ingénieur de la marine française, M. Bertin, que la plupart des navires de guerre japonais sont construits. Ces navires, dont un est actuellement en construction, jaugent 3,500 et 4,500 tonnes, et sont du type de nos gardes-côtes. L'arsenal de Kobé s'occupe plus spécialement de la construction des torpilleurs. Les travaux, sous la direction de cet ingénieur de la marine française, sont entrepris par les usines du Creusot. Seize torpilleurs de première classe doivent être bientôt livrés, mais un certain nombre construits en France sont simplement remontés au Japon. Les autres arsenaux maritimes sont de création récente. La Compagnie postale continue de faire construire en Angleterre les paquebots que rend nécessaire l'augmentation de ses services.

Le ministère de la guerre poursuit la fabrication de ses canons de côte de fonte et de siège en bronze, à l'arse-

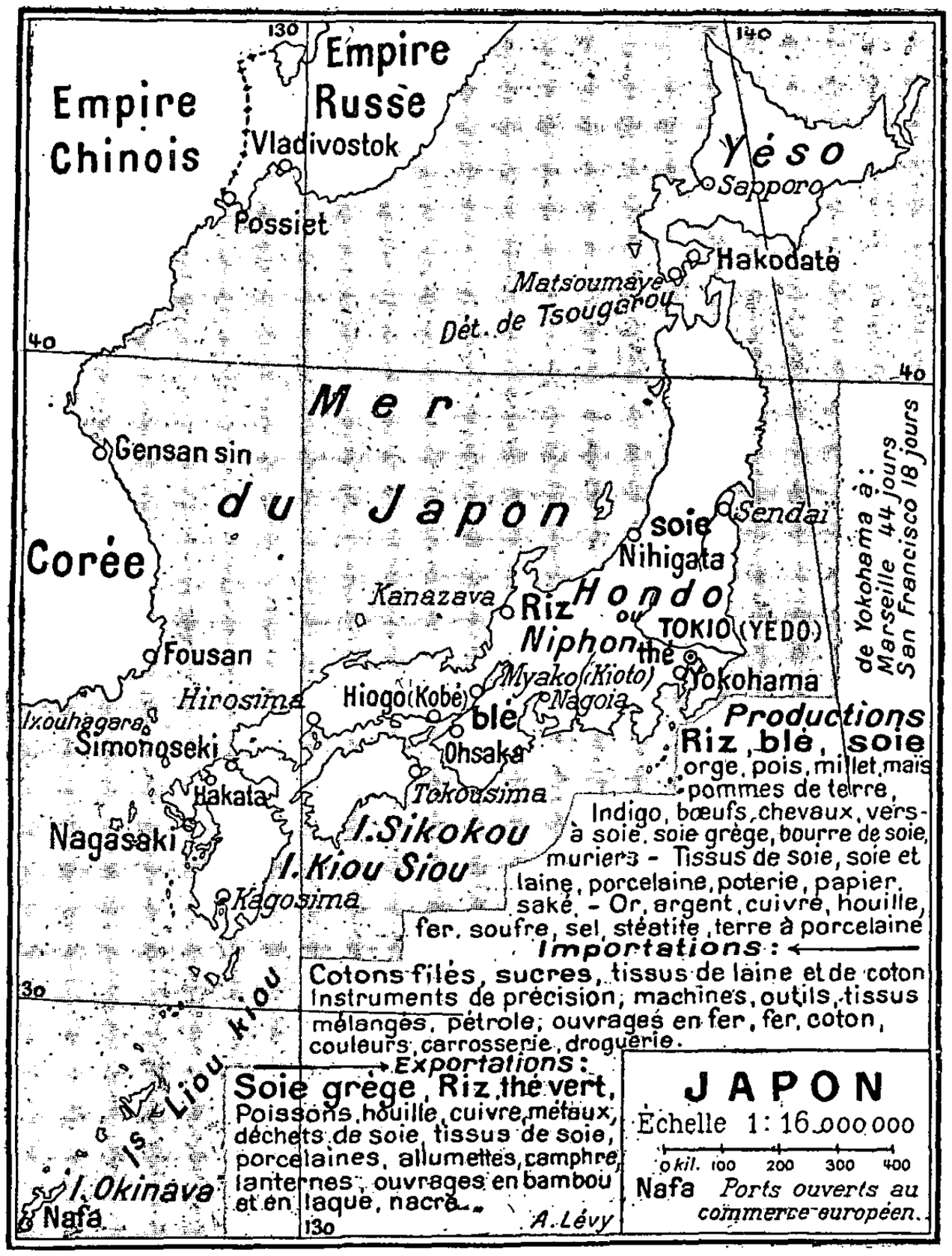


Fig. 616. — *Carte du Japon.*

nal d'Osaka. Les ateliers de Koishikawa, à Tokio, s'occupent très activement du fusil à répétition du système Mourata, perfectionné par l'inventeur.

XII. *Electricité.* Il convient de faire une mention spéciale de la fièvre d'électricité qui s'est manifestée récemment d'un bout à l'autre de l'Empire. Tout ce qui est nouveau ou curieux s'empare rapidement de l'imagination japonaise. Ce peuple n'hésite pas à adopter, dès leur début, les inventions les plus récentes, quelle que puisse être leur utilité. En quelques mois, l'éclairage au gaz s'est vu détrôné dans plusieurs grandes villes, par la lumière électrique, et même un certain nombre d'entre elles ont eu l'électricité avant d'avoir connu le gaz. Des compagnies se sont fondées peu à peu dans tous les principaux centres de population : Tokio, Kioto, Osaka, Nagoya, Sendai, Hakodaté, Yokohama, Kanazawa, Hiroshima, etc.

XIII. *Salaires industriels et agricoles.* La situation des classes ouvrières du Japon n'est pas comparable à celle des mêmes classes en France ou en Europe, et surtout aux Etats-Unis ; l'ouvrier est moins bien payé, et cependant il est content de son sort, et les grèves y sont inconnues. Il est vrai que les conditions de l'existence y sont tout autres que chez nous, et la vie y est bien meilleur marché.

Voici quel est le salaire journalier moyen des principaux corps de métiers au Japon. Les ouvriers sont ordinairement nourris.

Charpentiers	0.27 sen(1)
Plâtriers	0.27
Tailleurs de pierre	0.30
Scieurs	0.25
Couvreurs (en bardeaux, en chaume, etc.)	0.24
Couvreurs (en tuiles)	0.29
Nattiers	0.26
Ouvriers en paravents, écrans, portes, etc.	0.26
Colleurs de papier	0.26
Menuisiers	0.25
Tailleurs de vêtements (mode japonaise)	0.24
— — (mode européenne)	0.57
Teinturiers	0.22
Batteurs de coton	0.20
Forgerons	0.27
Ouvriers en porcelaine	0.25
Ouvriers en objets laques	0.25
Presseurs d'huile	0.22
Coupeurs de tabac	0.22
Imprimeurs	0.22
Charpentiers de navires	0.27
Compositeurs d'imprimerie	0.30
Ouvriers de la fabrication du *saké*	0.25
Journaliers agricoles hommes	0.17
— — femmes	0.10
Educateurs de vers à soie hommes	0.19
— — femmes	0.13
Fileuses de soie	0.14
Ouvriers de la préparation du thé	0.27
Journaliers, manœuvres	0.19

Salaires mensuels.

Tisserands hommes,	4y,91 sen.
— femmes	2.99
Confiseurs	5.39
Domestiques hommes	1.69
— femmes	0.92

Les ouvriers qui ont les salaires les plus élevés sont, en première ligne, les tailleurs en vêtements européens (2 fr. 85 par jour). Ceux-là touchent deux fois plus que les autres ouvriers. Viennent ensuite, bien loin derrière eux, les tailleurs de pierre, 1 fr. 50 par jour ; les compositeurs d'imprimerie, 1 fr. 50 par jour ; les couvreurs, les forgerons, les charpentiers et ouvriers de la préparation du thé, de 1 fr. 35 à 1 fr. 40 par jour.

Les salaires agricoles sont partout fort peu élevés, et pour les femmes, ils s'abaissent à 0 fr. 65 et à 0 fr. 50 par jour.

(1) Le sen est la centième partie du yen, et représente un sou de notre monnaie.

XIV. *Les expositions universelles au Japon.* Le Japon, qui a toujours tant de succès dans les expositions européennes et surtout francaises, a organisé, depuis quelques années, de son côté, des expositions universelles, sous le titre d'*Expositions nationales d'encouragement à l'industrie.* La treizième de ces expositions a eu lieu cette année (1890), et vient à peine de fermer ses portes. Plus de 90,000 exposants s'étaient donné rendez-vous à Tokio et ont rivalisé entre eux par la perfection de leurs produits artistiques et industriels, malgré la crise intense qui sévit actuellement sur le pays, crise financière, et surtout politique, à cause de la mise en vigueur du nouveau Code civil. L'affluence des visiteurs à cette exposition a été énorme, et l'on peut dire que cette exposition, dont on a si peu parlé en France, n'a pas été étrangère à la reprise générale des affaires au Japon.

XV. *Entreprises et sociétés industrielles.* Au début, toutes les grandes entreprises étaient l'œuvre du gouvernement ; les chemins de fer, les usines, les filatures, papeteries, ateliers de toutes sortes, étaient construits et gérés par l'Etat ; la population, malgré de nombreux encouragements, hésitait à se lancer dans les entreprises industrielles. Il n'en est plus de même aujourd'hui, et à l'apathie que l'on signalait il y a quelques années, a succédé, pour ainsi dire, une fièvre d'entreprises financières et industrielles. Les japonais qui se contentaient autrefois de vivre au jour le jour des produits du sol, tendent à négliger aujourd'hui l'agriculture, pour se lancer dans les spéculations qui leur offrent en apparence un revenu supérieur à celui de l'agriculture.

Le nombre des sociétés par actions, comme on le verra par le tableau qui suit, est considérable ; les capitaux réunis de toutes ces compagnies se chiffrent par plusieurs centaines de millions de francs. Chaque district veut posséder sa filature de soie, de lin ou de coton ; chaque ville demande un chemin de fer, et ne sollicite

Classification des sociétés agricoles, industrielles et commerciales.

Nature et objets des sociétés	Nombre des sociétés	Capital engagé
		yens
Bourses du riz	16	595.000
Bourses	5	600.000
Sociétés de prêts	112	3.749.796
Compagnies de transports par terre — chemins de fer	3	8.641.548
Compagnies de transports par terre — autres transports par terre	27	1.623.280
Compagnies de transports par eau — par mer	63	14.426.460
Compagnies de transports par eau — par fleuves ou lacs	66	990.496
Sociétés pour l'éducation des vers à soie et de la filature de la soie	706	6.029.441
Sociétés de vente des tissus	18	1.228.348
Sociétés de tissage	108	1.629.206
Sociétés de manufacture (diverses fabrications)	452	7.863.998
Sociétés d'imprimerie	59	827.144
Sociétés commerciales	214	11.172.016
Sociétés agricoles	100	1.519.249
Sociétés de pêches	9	1.087.770
Sociétés d'assurances	5	1.607.899
Autres sociétés diverses	96	5.458.907
Totaux	2.059	69.050.558

que l'autorisation de la construire par souscription publique.

Toutes les sociétés financières, commerciales ou industrielles, exclusivement japonaises, ont distribué à leurs actionnaires des dividendes pour la plupart beaucoup plus rémunérateurs que ceux des institutions similaires en Europe. Cette prospérité est-elle plus apparente que réelle ? c'est ce qu'il est impossible de déterminer dans un pays encore fermé à nos capitaux, et où les étrangers sont exclus de toutes ces associations. Néanmoins, il est permis de supposer que les principales de ces sociétés, étant soutenues par l'Etat, sont dans une situation prospère. On a signalé, il y a quelques années, et le second des tableaux suivants l'indique, de nombreuses faillites parmi les petites associations.

On nous saura gré de mentionner ici les différentes formes de ces associations, qui auront certainement un grand avenir (V. le tableau de la page 998).

Voici maintenant quel est le développement de ces sociétés agricoles, industrielles et commerciales, pris dans leur ensemble, pour chacune des grandes divisions de l'empire.

Grandes divisions		Nombre des sociétés	Capital engagé
			yens
Niphon	central.	1.057	43.012.909
	septentrional. .	257	6.378.688
	occidental. . . .	482	15.129.710
Total.		1.796	64.521.307
Sikokou		38	584.409
Kiou-Siou		175	2.758.676
Hokkaïdo ou Yéso.		50	1.186.076
Total.		2·059	69.050.468

Les sociétés sont aujourd'hui plus puissantes et mieux assises qu'auparavant, car jamais les chiffres des capitaux engagés n'a été aussi élevé. Néanmoins, il convient de signaler une crise momentanée, qui a eu lieu en 1883-1885, dans le développement et l'importance de ces sociétés, comme le prouvent les chiffres suivants. Le Japon comptait :

Années	Sociétés	Capital
		yens
1882	3.355	52.407.000
1883	1.790	32.117.000
1884	1.319	23.357.000
1885	1.300	51.854.000
1886	1.676	51.682.000
1887	2.059	69.050.000

La crise avait donc duré quatre ans.

XVI. Commerce extérieur. *Résumé général des importations et des exportations du Japon* pendant les dix dernières années connues :

Années	Importations	Exportations
	yens	yens
1879	36.951.824	28.742.724
1880	41.101.937	29.373.400
1881	35.308.685	33.003.624
1882	32.844.334	39.499.934
1883	32.014.550	38.516.100
1884	32.156.404	33.984.640
1885	32.710.057	37.146.692
1886	37.637.138	48.870.522
1887	51.699.770	52.407.681
1888	65.455.234	65.705.510

Le commerce total du Japon, qui représentait, il y a dix ans, une somme de 65 millions de yens, soit 325 millions de francs, représente aujourd'hui une valeur totale deux fois plus considérable, soit plus de 131 millions de yens, ce qui fait plus de 650 millions de francs. Les progrès ont donc été fort rapides, bien que le commerce du Japon ait souffert de la crise économique qui a pesé sur l'Europe et l'Amérique de 1881 à 1886.

Voici comment se pratiquent les importations et les exportations entre les principaux pays qui sont en relations avec le Japon.

Répartition des échanges, pendant l'année 1888, entre le Japon et les principaux pays :

Pays de provenance ou de destination	Importations	Exportations
	yens	yens
Etats-Unis.	5.673.843	23.475.807
Angleterre.	28.693.567	8.710.013
Indes anglaises et Siam. .	7.724.788	473.102
Russie.	235.546	288.982
Pays-Bas.	128.290	94.484
France.	4.125.190	13.636.251
Allemagne.	5.260.897	1.617.565
Suisse	659.607	355.915
Belgique.	596.160	30.083
Italie.	200.133	705.989
Autriche	49.766	296.054
Chine.	10.360.135	11.426.714
Corée	1.041.764	707.175
Australie.	218.713	638.395
Autres pays.	486.835	1.224.085
Objets destinés aux besoins de la navigation (houille surtout).	»	2.024.896
	65.455.234	65.705.510

Part de chaque pays. On remarquera que si l'ensemble des importations atteint le même chiffre que l'ensemble des exportations, il n'en est pas de même pour ce qui concerne la part de chaque pays. L'exportation aux Etats-Unis et en France est quatre fois plus forte que les importations qui en proviennent, la proportion inverse a lieu pour le Royaume-Uni et pour l'Allemagne.

Importations ; principaux pays de provenance. Il serait beaucoup trop long de passer ici en revue tous les pays qui sont en relations commerciales avec le Japon ; nous nous bornerons à relever les principaux, c'est-à-dire ceux dont les importations atteignent un chiffre supérieur à 1 million de yens (cinq millions de francs). Ces pays sont : la Grande-Bretagne, la Chine, les Indes orientales et Siam, les Etats-Unis avec le Canada, l'Allemagne, la France et la Corée.

Grande-Bretagne. Comme partout, le Royaume-Uni tient la tête du mouvement commercial, et le chiffre de ses importations, en 1888, s'est accru de près de moitié sur celui de l'année précédente. L'article cotonnade figure seul pour plus de 7 millions dans un total de 28 millions de yens. Viennent ensuite les tissus et couvertures de laine, les rails de chemins de fer, le fer travaillé et le fer en barre.

Chine. La Chine développe également les chiffres de ses transactions avec le Japon. Le chiffre des importations venant de ce pays, en 1888, se décompose ainsi :

Sucre	6.823.000 yens.
Coton brut	1.623.000
Graine de coton.	433.600
Tourteaux de graines oléagineuses	162.000
Os d'animaux.	357.000
Cuirs	130.000

Ces chiffres ne font que s'accroître d'année en année.

Indes orientales et Siam. Les cotons filés représentent la plus grosse partie de l'importation de cette provenance (plus de 6 millions de yens) ; viennent après les peaux et cuirs (320,000 yens), le coton (132,000 yens) et les sacs d'emballage (de jute), qui sont très recherchés pour le paquetage du riz et des autres articles d'exportation.

Etats-Unis et Canada. Ces pays envoient au Japon, en quantités plus abondantes que les années précédentes, les montres, les pendules, les machines à fabriquer le papier, les farines, les cuirs, le pétrole et les livres.

Allemagne. L'Allemagne, qui avait conquis le quatrième rang en 1887, est retombée au cinquième en 1888, bien que son commerce se soit encore accru. Cette augmentation a porté principalement sur les flanelles qui ont dépassé de 180,000 yens le total de l'année précédente, sur les mousselines de laine, sur les tissus *italiques* ; quant aux autres lainages allemands, ils ont subi une diminution considérable.

Après les tissus, les métaux prennent la part la plus grande dans le commerce de l'Allemagne avec le Japon. Les fers, les zincs et les bières, l'aniline allemande, continuent à faire l'objet d'un commerce très actif.

France. Nous examinerons, dans un chapitre spécial, le commerce de la France avec le Japon ; nous ne nous arrêterons sur le chiffre des importations de France au Japon que pour en signaler l'augmentation, bien que la France garde le sixième rang parmi les nations qui font le plus d'affaires avec le Japon.

Corée. Quoique tout nouvellement entré dans le mouvement commercial, ce pays n'en continue pas moins à prospérer, et les chiffres croissants des échanges avec le Japon en font foi. Les pois et les haricots, d'une part (plus de 600,000 yens), les peaux (240,000 yens), constituent la plus grande partie des importations coréennes au Japon.

XVIII. *Principales marchandises importées au Japon.*

Nous comparerons, dans les tableaux qui suivent, les chiffres de 1884 avec ceux de 1888.

Marchandises	1884	1888
Objets de consommation.	yens	yens
Céréales et farines	294.911	782.541
Sucre	5.475.095	6.955.286
Boissons fermentées	306.243	822.915
Matières premières.		
Cotons filés	5.165.781	13.662.004
Cotons en masse	561.262	2.221.769
Fers	969.243	2.952.760
Fonte et acier	159.558	706.984
Autres métaux	368.263	707.063
Peaux préparées	369.277	817.486
Matières tinctoriales	460.182	1.273.304
Laines, plumes, etc.	60.642	1.322.387
Pétrole	1.773.361	3.519.255
Peaux et fourrures	188.008	1.306.773
Objets fabriqués.		
Tissus de laine	2.867.041	4.714.333
— de coton	2.483.806	4.672.958
Instruments de precision et mécaniques	728.655	4.586.221
Tissus mélangés	1.414.783	3.214.757
Ouvrages en fer et en acier	440.112	2.551.590
Carrosserie et bâtiments	1.849.689	1.727.063
Drogues et médicaments	688.672	1.636.300
Vêtements et accessoires	283.289	848.479
Armes et munitions	535.622	752.591
Papier	132.182	751.625

Les principales marchandises importées au Japon sont donc, parmi les matières premières, les filés de coton, les sucres, les pétroles, les fers, et parmi les produits fabriqués, les tissus de laine, de coton, les instruments de précision et mécaniques, les ouvrages en fer ou en acier, fabriqués en Europe.

XIX. *Principales marchandises exportées du Japon.*

Marchandises	1884	1888
Objets de consommation.	yens	yens
Riz	2.171.122	7.421.333
Thé vert	5.678.304	5.879.909
Poissons et coquillages	1.741.650	2.337.619
Herbes marines	683.244	837.092
Champignons, légumes, fruits	378.265	575.781
Thé noir	141.391	244.908
Combustibles	1.828.251	3.237.770
Matières premières.		
Cuivre	723.891	1.526.566
Autres métaux	746.525	2.147.023
Cocons, bourre de soie, cartons de grains de vers à soie	597.158	438.155
Soie grège	11.007.172	25.916.861
Soie (Noshi) et déchets de soie	1.677.300	2.428.785
Objets manufacturés.		
Tissus de soie	169.977	1.680.437
Porcelaines, poteries, verreries	564.312	1.354.073
Allumettes, lanternes en papier et meubles	26.328	796.316
Ouvrages en bambou, nattes, tissus, etc.	345.039	750.106
Ecrans, éventails, parasols et autres objets	142.567	455.585
Objets laqués	452.241	589.649
Ouvrages en métaux	228.425	518.477
Paravents	143.496	302.280
Camphre	549.503	1.017.887
Drogues, produits chimiques, couleurs	401.775	515.466
Huiles, cires, savons	560.280	515.982

Il sera utile d'examiner rapidement les principaux produits japonais, que recherchent les autres pays.

Soie. Les Etats-Unis et la France absorbent la plus grande partie de la soie japonaise. Comme nous l'avons déjà dit plus haut, à propos de la production séricicole, les principaux centres de production de la soie se trouvent groupés autour de Yokohama : cette ville s'est constituée l'unique marché des soies, et c'est de son port que tous les envois sont effectués. Il a été exporté de ce port, pendant l'exercice 1888-1889, 37,040 balles de soie grège, de 55 catties chacune, soit un poids de 124,000 kilogrammes de soie grège.

Thé. Ce produit est principalement consommé par les Etats-Unis et le Canada. La feuille du thé, de provenance japonaise, est reconnue comme de bonne qualité moyenne.

Riz. Parmi les pays qui importent le plus de riz du Japon, il faut citer en première ligne la Grande-Bretagne, puis l'Allemagne, la France, l'Australie, la Chine et les Etats-Unis.

Cuivres. Les cuivres en lingots, de même que les cuivres en feuilles et barres, font l'objet d'une exportation croissante. C'est la Chine qui, à elle seule, absorbe la presque totalité de cette exportation.

Porcelaines et faïences. Dans le commerce des *porcelaines* et *faïences*, la France continue à occuper le quatrième rang. Le chiffre de ses achats est actuellement

en baisse. Les Etats-Unis, la Chine et la Grande-Bretagne passent avant la France par ordre d'importance, dans les exportations de porcelaine du Japon.

Camphre. Le camphre du Japon trouve ses principaux débouchés en Chine, aux Etats-Unis et en Allemagne.

Le *gensing*, les *sèches* (cuttle fish), les *léches de mer*, les *varechs*, les *ailerons de requin*, les coquillages, etc., appartiennent entièrement à la consommation chinoise.

L'exportation des *éventails*, *écrans*, *tresses en paille*, objets en *bambou*, en *papier*, en *bronze*, en *laque* et en *cuivre*, se fait toujours dans de bonnes conditions, bien que l'article *paravent* ait baissé de moitié depuis quelque temps. La France a une large part dans ce commerce.

La France ne prend aucune part dans l'exportation des produits suivants : *papier peint*, *imitation cuir*, *soufre*, *blé japonais*, *charbon* (qui est expédié de Sanghaï, Hong-Kong et Singapore).

Le commerce du Japon, déjà prospère, continue à suivre sa marche ascensionnelle et promet de prendre un développement de plus en plus important, surtout si les négociations pour la révision des traités de commerce aboutissent et créent aux étrangers de nouveaux débouchés, dans un pays qui ne leur est pas encore entièrement ouvert. Grâce à l'ardeur que déploie le gouvernement japonais pour la création de nouvelles routes et de nouvelles voies ferrées, il résultera tout naturellement de grandes facilités de communication, qui permettront aux produits européens de pénétrer dans les centres restés jusqu'ici inaccessibles.

Actuellement, d'après le rapport des ingénieurs, les chemins de grande communication établis dans tout l'empire représentent, un parcours de 2,051 ri, soit 6,800 kil.

La construction des voies ferrées se poursuit sans interruption, également, et dès maintenant l'ancienne et la nouvelle capitale du Japon, Kioto et Tokio, se trouvent reliées l'une à l'autre par une ligne ferrée. Les voyageurs éviteront ainsi un trajet long et fastidieux en *jiarikiska* (petite voiture traînée par un homme, sorte de pousse-pousse, voiture de place dans les villes).

Mais avant d'examiner l'état de la construction et de l'exportation des voies ferrées, il convient de donner un aperçu du commerce entre la France et le Japon, de la navigation au Japon, du mouvement des ports et de la navigation entre ce pays et la France.

XVII. *Commerce de la France avec le Japon.* Nous allons examiner plus spécialement, d'après les tableaux publiés par les douanes françaises, le mouvement du commerce entre la France et le Japon, pendant les dernières années. Il convient tout d'abord de distinguer le commerce général et le commerce spécial.

Importations et exportations réunies exprimées en millions de francs.

Années	Commerce général	Commerce spécial	Années	Commerce général	Commerce spécial
1884	45.0	37.7	1887	57.0	46.9
1885	37.9	32.4	1888	64.5	50.1
1886	48.7	41.9	1889	89.9	78.2

Comme on le sait, le *commerce général* se compose de toutes les marchandises qui ont passé la frontière, dans un sens ou dans l'autre, tandis que le commerce spécial ne se compose que des marchandises françaises qui ont été exportées, et des marchandises japonaises qui ont acquitté les droits de douane pour entrer dans la consommation.

Si l'on compare les chiffres globaux du commerce général entre la France et le Japon avec ceux du commerce spécial, on reconnaît que les quatre cinquièmes des marchandises sont destinés à la consommation, et que le reste passe en transit.

Mouvement des échanges avec la France pendant les seize dernières années (valeurs exprimées en millions de francs) (commerce spécial).

Années	Importations	Exportations	Années	Importations	Exportations
1874	19.9	8.1	1882	44.7	2.5
1875	15.9	11.8	1883	41.0	3.0
1876	36.6	9.2	1884	34.6	3.1
1877	13.6	7.6	1885	29.3	3.1
1878	30.0	7.6	1886	36.8	5.1
1879	30.6	8.8	1887	39.2	7.7
1880	23.0	5.2	1888	40.9	9.2
1881	44.1	3.5	1889	68.2	10.0

Le commerce du Japon avec la France nous a paru assez intéressant pour nécessiter quelques mots sur les variations annuelles de l'importation et de l'exportation entre ce pays et la France depuis seize années.

D'après le tableau qui précède, il est facile de se rendre compte des variations des importations du Japon en France, et des exportations de France au Japon. Les premières ont presque triplé, en passant par des minima en 1875, 1877, 1880 et 1885, et par des maxima en 1876, 1881 et 1882, et probablement 1889. (Il est peu probable, en effet, que les importations japonaises se maintiennent au chiffre qu'elles ont atteint pendant l'année de l'Exposition.) Les exportations très actives vers 1875, ont fléchi vers 1882-1885, et se sont relevées, en triplant de valeur, en 1889.

Voici, d'ailleurs, quelle a été la décomposition, par grands groupes de marchandises, de l'importation des produits japonais, depuis 1880, et de l'exportation au Japon des produits français :

1° Importations du Japon en France (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés	Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés
1880	21.7	0.2	0.8	1885	25.5	2.2	1.5
1881	42.1	0.0	1.5	1886	31.6	0.9	3.6
1882	42.9	0.0	1.7	1887	32.1	0.0	4.2
1883	38.9	0.0	1.6	1888	28.5	2.5	7.6
1884	32.4	0.7	1.1				

Les matières premières, comme cela a lieu pour tous les pays d'extrême Orient, constituent la plus grande partie (42 p. 100) des importations, tandis que les produits fabriqués n'en représentent que les 11 centièmes. Quant aux produits d'alimentation (riz et thé), ils ne forment qu'une très petite partie des marchandises importées du Japon en France (2,200,000 en 1885 et 2,500,000 en 1888, les deux meilleures années) :

2° Exportations de France au Japon (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés	Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés
1880	0.1	0.1	4.0	1885	0.1	0.2	2.0
1881	0.2	0.1	2.7	1886	0.0	0.4	3.6
1882	0.3	0.1	1.5	1887	0.0	0.5	6.0
1883	0.1	0.1	2.1	1888	0.0	0.8	5.9
1884	0.0	0.2	2.2				

Comme on le voit, les exportations de France au Japon ne sont guère constituées que par quelques produits de l'industrie française, tissus et outils. Quant aux objets d'alimentation (vins principalement) et aux matières premières françaises, ces marchandises ne sont que des exceptions dans l'ensemble des exportations.

Voici, du reste, le détail des importations et des exportations en 1889 :

1° Importations du Japon en France.

Marchandises	Quantités	Valeurs
	kilogr.	francs
Soies et bourre de soie	2.306.510	52.403.466
Riz.	16.779.415	5.872.795
Tissus de soie.	36.054	2.199.294
Porcelaine décorée	349.925	1.564.663
Camphre brut	269.169	874.799
Nacre de perle brute en coquilles.	296.226	814.621

Les soies et les tissus représentent les 86 centièmes des exportations. Viennent ensuite le riz, la porcelaine décorée (porcelaine du Japon), le camphre brut, la nacre brute, tels sont les principaux articles que nous recevons du Japon.

2° Exportations de France au Japon.

Marchandises	Quantités	Valeurs
	kilogr.	francs
Tissus de laine	375.861	4.906.613
Tissus de soie.	8.291	581.552
Outils et ouvrages en métaux.	399.606	566.680
	litres	
Vins	371.300	562.180
	kilogr.	
Extraits de bois de teinture. .	386.598	541.237

Pour ce qui est des exportations françaises, on voit que sur 10 millions de valeurs, près de la moitié se compose de tissus de laine. Le reste se répartit principalement en tissus de soie, en outils et ouvrages en métaux, en vins et en extraits de bois de teinture, pour plus d'un 1/2 million de francs pour chacune de ces marchandises.

Le Japon, qui occupe par son commerce avec notre pays 1 0/0 du commerce de la France, fait néanmoins avec nous les 15 centièmes de son commerce total. En d'autres termes, la France occupe là-bas une place 15 fois plus grande dans le commerce, qu'il n'en occupe chez nous.

XX. *Mouvement de la navigation maritime.* Voici quel a été le mouvement général des entrées et des sorties des navires, dans l'ensemble des ports de l'Empire, pendant les six dernières années connues.

1° Entrées.

Années	Navires japonais				Navires étrangers			
	à vapeur		à voiles		à vapeur		à voiles	
	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage
1883	239	166.526	331	22.828	390	515.461	251	149.139
1884	192	144.263	264	19.200	460	589.980	186	106.165
1885	174	124.851	251	17.884	537	644.523	147	95.100
1886	176	154.851	88	15.787	630	752.847	372	109.252
1887	171	162.306	128	20.048	679	859.851	423	87.554
1888	206	214.165	532	19.030	754	1.013.771	92	91.904

2° Sorties.

Années	Navires japonais				Navires étrangers			
	à vapeur		à voiles		à vapeur		à voiles	
	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage
1883	240	168.954	338	22.754	398	525.525	266	155.735
1884	181	130.783	296	19.203	475	607.362	196	109.626
1885	172	122.106	247	17.397	548	661.331	154	98.129
1886	175	152.843	89	16.810	635	759.141	384	107.650
1887	175	165.710	133	19.918	664	849.391	448	90.431
1888	202	210.076	543	17.603	761	1.020.529	91	88.382

La progression du mouvement des navires étrangers est remarquable : il a doublé en six années.

Principaux ports. L'administration japonaise relève le mouvement de la navigation dans neuf principaux ports, dont cinq seulement sont ouverts aux navires européens, le tableau ci-après indique quelle a été l'importance de la navigation dans les ports japonais en 1888 (V. le premier tableau de la page 1003).

Les mêmes remarques que nous avons faites sur le mouvement des entrées pourront être faites aussi bien pour le nombre des voiliers et des vapeurs, que pour leur tonnage respectif.

Parmi les ports japonais ouverts au commerce européen, il n'y en a que trois qui aient une réelle importance, Yokohama, Kobé et Nagasaki. Le nombre d'entrées pour les navires à voiles japonais se trouve deux fois et demi plus considérable que pour les navires à vapeur de même nationalité, tandis que les vapeurs étrangers se présentent en nombre huit fois plus considérable que les voiliers étrangers. Comme cela s'observe d'ordinaire, le tonnage des voiliers est beaucoup plus faible que le tonnage des vapeurs (V. le deuxième tableau de la page 1003).

Le mouvement total des ports de l'Empire se résume comme il suit, pour l'année 1888 (V. le troisième tableau de la page 1003).

1° Entrées.

Ports	Navires japonais				Navires étrangers			
	Navires à vapeur		Navires à voiles		Navires à vapeur		Navires à voiles	
	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage
Yokohama	5	7.646	»	»	186	351.120	43	43.004
Kobé	9	6.462	»	»	134	220.454	28	36.147
Osaka	»	»	2	166	»	»	1	96
Nagasaki	171	183.527	30	5.549	427	436.447	17	11.721
Hakodaté	1	692	3	199	7	5.750	3	636
Niigata	»	»	»	»	»	»	»	»
Shimonoséki	1	692	239	10.253	»	»	»	»
Hakata	»	»	34	453	»	»	»	»
Izougahara	19	15.146	224	2.410	»	»	»	»
Totaux	206	214.165	532	19.030	754	1.013.771	92	91.904

2° Sorties.

Ports	Navires japonais				Navires étrangers			
	Navires à vapeur		Navires à voiles		Navires à vapeur		Navires à voiles	
	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage	Nombre	Tonnage
Yokohama	5	5.131	»	»	103	230.277	32	27.337
Kobé	2	1.341	»	»	159	259.769	33	44.661
Osaka	»	»	1	84	2	83	1	96
Nagasaki	161	178.977	23	4.198	488	513.434	19	13.328
Hakodaté	12	7.158	3	199	9	6.966	6	2.960
Niigata	»	»	1	91	»	»	»	»
Shimonoséki	3	1.313	204	9.515	»	»	»	»
Hakata	»	»	26	396	»	»	»	»
Izougahara	19	15.146	285	3.120	»	»	»	»
Totaux	202	210.076	543	17.603	761	1.020.529	91	88.382

	Entrées		Sorties	
	Navires	Tonnage	Navires	Tonnage
		tonneaux		tonneaux
Vapeurs japonais.	206	214.165	202	210.076
Voiliers japonais .	532	19.030	543	17.603
Vapeurs étrangers	754	1.013.771	761	1.020.529
Voiliers étrangers.	92	91.904	91	88.382
Totaux	1.584	1.338.870	1.597	1.336.590

Ce mouvement s'équilibre presque exactement, à l'entrée et à la sortie. Les navires étrangers représentent à peu près la moitié de l'ensemble des navires entrés ou sortis, mais leur tonnage constitue près des trois quarts du tonnage total.

Les Japonais ont compris quel avantage résulte pour leur marine, de posséder des navires de fort tonnage, et depuis quelques années, ils se sont mis à construire des navires de forme européenne, ou à en acheter à l'étranger. La plupart de ces navires, comme on va le voir par le tableau ci-après, sont en bois, et les deux tiers d'entre eux sont encore à voile, aussi leur tonnage est-il resté relativement assez faible.

Voici quel est l'effectif classé, d'après le tonnage, de la marine marchande *(Annuaire statistique de l'Empire 1890)*.

1° Navires marchands de forme européenne.

	En fer		En fer blindés de bois (composites)		En bois		Total général		
	Vapeurs	Voiliers	Vapeurs	Voiliers	Vapeurs	Voiliers	Vapeurs	Voiliers	Totaux
Au-dessous de 100 tonnes	10	»	6	»	347	691	363	692	1.055
De 100 à 300 tonnes. .	12	»	1	»	46	73	59	73	132
De 300 à 500 — . .	15	1	3	»	4	29	22	30	52
De 500 à 1.000 — . .	19	»	3	»	1	3	23	3	26
Au-dessus de 1,000 tonne.	16	»	»	»	3	»	19	»	19
Totaux	72	1	13	»	401	797	486	798	1.284

Le tonnage de ces navires s'élève à 72,000 tonnes pour les vapeurs et à 61,000 tonneaux pour les voiliers, soit ensemble 133,000 tonneaux. Le tonnage moyen d'un navire de forme européenne est donc d'un peu plus de 100 tonneaux.

2° *Navires marchands de forme japonaise.*

	Nombre de navires	
Au-dessous de 50 kokou.	546.677	Petits bateaux de transports maritimes ou fluviaux, bateaux pêcheurs, bateaux d'agrément.
De 50 à 100 kokou. . .	9.142	
De 100 à 500 — . . .	6.919	
Au-dessus de 500 kokou.	1.133	
Total	563.871	

Cette innombrable flotte, qui circule le long des côtes, et dans l'embouchure des fleuves, a un tonnage moyen très faible, mais étant donné le nombre des bateaux, il faut reconnaître que le trafic qu'ils font est très notable. C'était, d'ailleurs, jusqu'à une époque très rapprochée de nous, l'unique moyen de transport, pour les grosses marchandises.

Après avoir donné un aperçu du mouvement des ports japonais, et de l'effectif de la marine marchande de l'Empire, il convient de donner quelques renseignements sur les relations maritimes entre la France et le Japon; ces renseignements feront l'objet des chiffres qui suivent, ils ont été recueillis dans les documents officiels publiés par l'administration des douanes françaises, et donneront une idée de l'activité des relations commerciales entre les deux pays.

XXI. *Navigation entre la France et le Japon en 1889.*

Entrée en France.

	Nombre de navires	Tonnage	Equipages
Navires français.	26	60.179	2.425
Navires étrangers portant pavillon japonais.	»	»	»
Navires étrangers autres nationalités	37	49.987	1.483
Total des navires français et étrangers.	63	110.166	3.908

Les navires de commerce japonais ne viennent donc pas jusqu'en France,

Tous les navires qui sont sortis de nos ports à destination du Japon portent le pavillon français.

Le seul port japonais qui soit en relations suivies avec la France est Yokohama.

Sortie de France.

	Nombre de navires	Tonnage	Equipages
Navires français.	26	59.184	2.400

Les navires étrangers qui viennent du Japon, relâchent au Hâvre. Les navires français qui vont au Japon, appartiennent au port de Marseille. On voit combien, malgré l'importance relative du commerce échangée entre les deux pays, sont restreintes leurs relations maritimes.

XXII. *Postes et Télégraphes.* Le Japon est depuis longtemps entré dans la voie du progrès, aussi bien pour les communications postales et télégraphiques, que pour les autres branches de son activité nationale.

On compte actuellement au Japon, 3,921 bureaux de poste, qui ont distribué pendant la dernière année connue :

116.595.000 lettres.
18.248.000 journaux et brochures.
1.812.000 livres et échantillons.

D'autre part, le nombre des bureaux de télégraphe s'élève à 211. La longueur des lignes télégraphiques dépasse 2,500 ri, et celle des fils 6,900 ri (23,000 kilomètres). Le service télégraphique a expédié en 1887 :

240.000 dépêches d'Etat.
2.218.000 — privées.
150.136 — de service.
38.000 — internationales.

Inutile de dire que ces chiffres ne font qu'augmenter chaque année.

XXIII. *Voies de communications. Transports.* Avant de parler des chemins de fer du Japon, il convient de parler du réseau des routes ordinaires, qui a été perfectionné et complété depuis quelques années. Le Japon possède actuellement une longueur de 8,808 ri de voirie : dans ce total les routes nationales entrent pour 2,051 ri (6,800 kilomètres), et les routes départementales pour 6,751 ri (20,000 kilomètres).

Il existe une statistique des véhicules et moyens de transports au Japon, que nous croyons devoir mettre sous les yeux du lecteur, ne fût-ce que pour la curiosité du fait. Voici le tableau général du recensement des voitures et chariots en 1888.

	Voitures et chariots					Total général des véhicules
	traînés par des chevaux		traînés par des hommes		Traînés par des bœufs	
	Voitures de maître	Chariots	Jinrikiska (voitures de place)	Chariots et charrettes à bras		
Niphon central.	1.701	10.609	95.950	347.713	749	456.722
Niphon septentrional.	232	2.885	16.063	38.493	49	57.722
Niphon occidental	86	248	52.468	132.282	4.704	189.788
Total	2.019	13.742	164.481	518.488	5.502	704.232
Sikokou.	6	»	8.466	18.431	233	27.136
Kiou-Siou.	123	69	17.383	36.317	1.151	55.043
Hokkaïdo ou Yéso.	67	1.176	489	1.948	43	3.723
Totaux.	2.215	14.987	190.819	575.184	6.929	790.134

On voit combien est encore rudimentaire la carrosserie du Japon; c'est l'homme qui le plus souvent est attelé aux voitures, encore voit-on souvent les marchandises transportées à dos d'hommes. Le progrès a été si vite au Japon, qu'il est possible de voir à la fois, dans les villes, des convois d'hommes, traversés, aussi bien par des voitures de place tirés par l'homme, que par des trains de chemins de fer, des tramways à vapeur et même, paraît-il, par des tramways électriques. Quoiqu'il en soit, nous devons maintenant dire quelques mots des chemins de fer au Japon.

XXIV. *Chemins de fer.* Les chemins de fer ont rapidement progressé au Japon, comme le montre les chiffres suivants, empruntés aux documents officiels :

Statistique des chemins de fer de 1878 à 1888.

Années	Nombre de stations desservies	Longueur des voies exploitées	Matériel roulant			Nombre de voyageurs	Recettes totales de l'exploitation
			Locomotives	Vagons de			
				Voyageurs	Marchandises		
		milles					yens
1878-79	19	90	38	166	363	3.422.911	1.011.739
1879-80	23	103	38	173	413	4.318.722	1.243.531
1880-81	31	134	38	186	474	5.353.171	1.591.417
1881-82	46	178	49	211	565	5.926.364	1.805.365
1882-83	53	215	51	248	562	6.072.780	1.945.847
1883-84	61	287	59	358	833	5.809.215	1.980.957
1884-85	74	317	64	385	938	4.813.412	1.900.390
1885-86	93	410	76	427	1.065	4.067.970	1.557.546
1886-87	107	496	78	353	1.168	5 271.177	2.252.032
1887-88	128	658	89	470	1.468	8.480.300	2.753.951

Ce tableau est instructif; il montre quel a été l'essor des compagnies de chemins de fer au Japon. Il montre que le nombre des stations desservies, le nombre de milles exploités, et que le matériel roulant a été toujours en augmentant, tandis que le mouvement des voyageurs a subi une crise entre 1884 et 1886. Aujourd'hui, l'activité des voyageurs et du trafic a repris avec une nouvelle énergie, et laisse entrevoir un avenir brillant aux Compagnies.

A la fin de 1889, la longueur totale des lignes en exploitation atteignait environ 2,200 kilomètres.

La construction des chemins de fer, tant de l'Etat que des Compagnies particulières a été poussée activement. Les trois grandes îles du Japon possèdent aujourd'hui un réseau de voies ferrées. Celui de Kiou-Siou s'étend rapidement, et le nombre des tronçons, construits et projetés augmente rapidement.

XXV. *Emigration et Immigration.* Il n'y a pas longtemps que les étrangers peuvent s'établir au Japon, aussi sont-ils encore fort peu nombreux, comme on peut le voir par les chiffres qui suivent. D'ailleurs, il faut reconnaître que le nombre d'émigrants japonais a été jusqu'ici assez faible, et qu'il se chiffre à peine par quelques centaines, si l'on fait abstraction des quelques ports de Chine et de Corée, et de l'île d'Hawaï qui attire un grand nombre d'immigrants japonais, surtout depuis quelques années.

Voici le nombre des étrangers qui résident au Japon, et celui des maisons de commerce de différentes nationalités qui y font des affaires.

	Résidents	Maisons de commerce
Chine	2.981	209
Grande-Bretagne	708	59
Etats-Unis	255	29
Allemagne	194	19
France	125	20
Suisse	43	8

Les autres nations ne figurent que pour une part tout à fait insignifiante. — V. T.

Le Japon à l'Exposition de 1889.

L'exposition japonaise, tant au Champ-de-Mars qu'au Trocadéro, a été un des grands succès de 1889. Les efforts de ce peuple, hier encore cantonné étroitement dans une civilisation arriérée, aujourd'hui en possession de nos moyens d'action, sont intéressants à plus d'un titre. Si l'on considère les progrès étonnants qu'il a réalisés depuis vingt ans, et la concurrence que ses ouvriers font à notre industrie dans plusieurs de ses branches jusque là sans rivales : céramique, bronzes, tissus de soie, etc., on est amené à craindre qu'à bref délai, ce pays que nous nous sommes ouverts pour servir de débouché à notre commerce, nous inonde de ses produits. Il est donc d'autant plus curieux d'établir, par ses envois à l'exposition, à quel point exact le Japon se trouve en ce moment, et quels sont les résultats de sa modernisation.

Le Japon a exposé officiellement, le gouvernement a donné une subvention de 650,000 francs. Avec cet argent et le sentiment artistique de ses ouvriers, ce petit pays pouvait faire quelque chose de beau, et on a unanimement reconnu qu'il y avait réussi. Le président de la commission d'organisation au Japon était M. le comte Inoyé, ministre de l'agriculture et du commerce; à Paris le vicomte Tanaka, ministre plénipotentiaire en France, M. Yanagiya, commissaire général, MM. Oshikawa Narushima, Nakadé, Issoku Yamada, Sakaï Johanis Raynaud et Foukouba, avaient uni leurs efforts pour encadrer dignement leurs produits nationaux et pour les disposer de la manière la plus favorable. M. Ch. Gauthier, architecte, avait accepté la tâche assez délicate de construire et de décorer la section japonaise, il s'en est acquitté avec une véritable passion de chercheur et d'érudit, ne laissant rien à la fantaisie ni au hasard, et s'inspirant de documents rigoureusement authentiques.

La façade, sur l'avenue Suffren, offrait un caractère très tranché sur ce qui l'entourait. Ses toits en saillie, aux crêtes garnies de bambous, la désignaient dès l'abord à l'attention des visiteurs. Au centre un grand pavillon très orné, à droite, les portes d'entrées telles qu'en ont les habitations seigneuriales, avec de petits auvents, à gauche l'entrée d'un palais de Daïmio; le style était celui du XVI^e^ siècle; le bois, la laque, les matières employées, venant directement du Japon, et mis en œuvre par des ouvriers du pays; avec ses charpentes peintes en vermillon, ses fenêtres encadrées de bambous clayonnés, ses appliques de bronze et de fer noirci, et son balcon soutenu par de légers encorbellements, cette façade semblait vraiment une évocation orientale fantastique.

L'intérieur était à la fois simple, gai, chaud à l'œil. M. Henri Matto avait peint dans le vestibule des panneaux inspirés de documents du pays; les portes et les murs de ce vestibule étaient garnis de crêpe violet et blanc, tandis que l'intérieur même de la section était tendu de papier très amusant de dessin et de couleurs. Ces galeries d'exposition occupaient 1,500 mètres carrés.

L'exposition officielle du gouvernement nous a montré des documents du plus haut intérêt. Voici d'abord le ministère de l'instruction publique, avec ses salles d'asile dont la première a été ouverte en 1876, et qu'on trouve maintenant dans tous les grands centres, avec ses écoles primaires, multipliées dans ces dernières années, qui sont actuellement au nombre de 25,530, recevant 3 millions

d'enfants; l'enseignement secondaire y compte plusieurs établissements fort beaux, à en juger par les photographies que nous avons eues sous les yeux; enfin un coup-d'œil sur les travaux envoyés permettait de se rendre compte de l'intelligence et de la dextérité manuelle de toute cette jeunesse sur qui repose l'espoir de développement du pays.

On compte aussi plusieurs lycées, des écoles commerciales et professionnelles, pour les deux sexes, et 46 écoles normales d'instituteurs, avec une école normale supérieure à Tokio.

Le ministère de l'agriculture et du commerce avait réuni de remarquables échantillons, fournis soit par l'Etat, soit par les particuliers : une collection de bois, de plantes et d'insectes, envoyée par l'école agricole et frontière de Komaba, les impressions et les papiers renommés de l'Imprimerie impériale, des produits agricoles choisis : tabac, mûriers, riz, thé, etc. Le ministère des communications nous a montré aussi des appareils télégraphiques et téléphoniques établis par les électriciens japonais, et qui n'avaient rien à envier aux plus perfectionnés des nôtres.

Nous avons vu aussi deux institutions d'attache et d'origine européennes, et qui méritent toute notre sympathie ; l'Ecole de langue française fondée à Tokio en 1886, et la société d'éducation dont la création remonte à 1883, toutes deux ont pour objet le développement des idées françaises dans l'Extrême-Orient.

Il nous est très difficile de passer en revue les 600 exposants japonais, et surtout les chefs-d'œuvre de soieries, porcelaines, meubles, laques, cloisonnés, bronzes et sculptures sur toutes matières, qui éblouissaient les yeux et charmaient par leur originalité, leur mouvement ou leur finesse, l'harmonie de leurs couleurs; tout cela resplendit d'un art incomparable, achevé, où la richesse des détails ne nuit pas à la beauté de l'ensemble. Tout ce qui rappelle, surtout, l'observation de la nature, est traité avec une vigueur et une vitalité dont nos artistes ne sont pas capables. Question d'œil surtout et de rétine. Néanmoins tous ces objets se ressentent déjà de quelque décadence, et au contact de l'Europe le Japon perdra peut-être sa précieuse personnalité dont alors, l'Exposition de 1878 resterait le témoignage le plus parfait. — V. *Dictionnaire*, JAPON.

La culture, au contraire, alliant les anciens procédés, si extraordinaires de patience, aux perfectionnements européens, nous a paru plus avancée et plus savante. Quant à l'horticulture, dont quelques productions extraordinaires étaient exposées sur les pentes du Trocadéro, elle a excité vivement la curiosité des visiteurs qui, pour la plupart, après avoir souri, y revenaient avec plus d'attention et finissaient par prendre au sérieux ces caprices que les Japonais ont créés avec tant de conviction ; ils ont voulu reproduire chez eux, dans des jardinets, même entre leurs cloisons de bambous où ils habitent, l'illusion d'une nature immense et pittoresque ; alors ce sont des ponts jetés sur un filet d'eau, des futaies de 50 centimètres de hauteur, des rochers minuscules ; c'est ainsi qu'on a pu voir un passage, qui aurait pu tenir sur une table à ouvrage, formé de pivas, thuyas, etc., plantés sur des troncs de fougères et vivant parfaitement dans leur rachitisme factice. D'ailleurs, comme exemple de longévité, dans un pot s'étalait un pin de 60 centimètres âgé de 150 ans, dans un autre, un retinos-pora de 260 ans. Tous ces arbres ont des racines relativement fortes. Ainsi, même dans ses jardins, le Japon garde cet extraordinaire goût du petit, du difforme, et en même temps des proportions harmonieuses, qu'ile distingue en toutes choses. Mais prenons garde! Si l'ouvrier japonais ne conçoit que le petit, il copie parfaitement le grand et le régulier, dans des conditions de matières premières et de main-d'œuvre qui lui ouvrent tous les marchés européens. Il y a là peut-être un sérieux danger pour nous.

JAUNE. — V. *Dictionnaire*, JAUNE et *Supplément*, ANILINE, § 8 ; COLORANTES (Matières), § *Classification*.

I. *Jaunes colorants nitrés*. Les jaunes de Fol, de Campo-Bello n'ont eu que peu d'importance industrielle. L'*aurantia*, sel ammoniacal du dérivé hexanitré de la diphénylamine, a donné lieu à quelques accidents sur les mains des ouvriers et n'a point tardé à disparaître. La *citronine* est le dérivé tétranitré de la diphénylamine. L'acide picrique ou trinitrophénique peut s'obtenir : *a*) par nitration directe du phénol; *b*) en décomposant en présence de l'acide nitrique les solutions de diazobenzol ; *c*) en faïsant une sulfoconjugaison et en attaquant ensuite directement par l'acide nitrique. Dans les trois cas, on a

$$C^6H^2 \begin{cases} OH\,(1) \\ (AzO^2)^3\,(2)(4)(6) \end{cases}.$$

Cet acide est encore très souvent employé dans la teinture de la laine et de la soie. Le *jaune Victoria* se compose d'un mélange d'ortho et de paracrésylol binitrés contenant assez souvent du metacrésylol trinitré. Le *jaune de naphtol* et le *jaune de naphtol* S s'obtiennent : *a*) en nitrant directement le naphtol-α ; *b*) en décomposant en présence de l'acide nitrique le diazo de l'α-naphtylamine ; *c*) en attaquant par l'acide nitrique l'α-naphtol mono, di, trisulfo. Avec-α-naphtol mono et bisulfonique, deux molécules nitrées prennent la place des deux sulfoxyles. Avec α-naphtol trisulfo, il reste un sulfoxyle qui ne peut être déplacé par la molécule nitrée et l'on a le jaune de naphtol S ou binitro-α-naphtol monosulfonique. Le *Jaune indien* est un dérivé nitré de l'orangé IV.

II. *Jaunes se rattachant à l'anthracène*. La phosphine est aujourd'hui connue dans sa constitution, c'est l'azotate ou le chlorhydrate de la diamidophénylacridine

$$C^6H^4 \begin{cases} C & -C^6H^4.AzH^2 \\ | & \\ Az & \end{cases} > C^6H^3.AzH^2.$$

La phénylacridine peut être formée par synthèse, puis binitrée, puis réduite et ainsi transformée en dérivé diamidé ou phosphine, mais le procédé de fabrication industrielle est plus économique, pratiqué depuis longtemps et suivi encore actuellement, préférablement à la marche synthétique reposant sur la détermination récente de la formule de constitution. Sa préparation consiste à dissoudre dans l'aniline les résidus de fuchsine et à séparer successivement la violaniline, la mauvaniline, l'aniline, puis à séparer par le sel marin la matière colorante souvent désignée sous les noms de chrysotoluidine, chrysaniline. Un autre procédé permet de l'obtenir plus direclement par un mélange de toluidine et d'arséniate de toluidine. Quelques chimistes rattachent la phosphine au triphénylméthane. La *benzoflavine* appartient au groupe de la phénylacridine, c'est la diamidodiméthylphénylacridine.

III. *Jaunes de la série azoïque*. Le premier jaune de cette série n'a pas eu par lui-même grande importance, parce qu'il est trop sensible aux bases

ou alcalis, mais il a servi de point de départ pour la préparation d'autres colorants, dans les tétrazoïques.

C'est l'amidoazobenzol, vendu sous le nom de *jaune d'aniline*, à l'état de chlorhydrate. Le *jaune acide* de Grœsler est un dérivé polysulfoné de l'amidoazobenzol. Le *jaune d'alizarine*, ainsi désigné non au point de vue de sa constitution qui n'a aucun rapport avec l'alizarine, mais au point de son application avec les mordants de chrome comme les colorants d'alizarine, est obtenu en faisant agir l'acide salicylique sur le diazo de la métanitraniline

$$C^6H^4 < \begin{matrix} AzO^2 \\ Az=Az-C^6H^3 < \begin{matrix} OH \\ CO.OH \end{matrix} \end{matrix}$$

Le *jaune résistant au savon* de la Société anonyme de Saint-Denis résulte de l'action de l'acide métamidobenzoïque sur la diphénylamine.

$$C^6H^4 < \begin{matrix} CO.OH\,(1) \\ Az=Az-C^6H^4-AzH-C^6H^5 \\ (3) \end{matrix}$$

Le *jaune de métanile* est un colorant azoïque produit avec l'acide métasulfanilique et la diphénylamine

$$C^6H^4 < \begin{matrix} SO^3Na\,(1) \\ Az=Az-C^6H^4-AzH-C^6H^5 \\ (3) \end{matrix}$$

Le *jaune* N de la maison Poirrier est un azo provenant de la paratoluidine sulfonée et de la diphénylamine

$$C^6H^4 \begin{matrix} \diagup CH^3\,(1) \\ \text{—} SO^3Na\,(4) \\ \diagdown Az=Az-C^6H^4-AzH-C^6H^5 \\ (2) \end{matrix}$$

Dans les dérivés tétrazoïques, il y a la chrysamine, le jaune brillant et la chrysophénine. La *chrysomine* G ou *flavophénine* ou tétrazodiphénylsalicylique se prépare en faisant réagir l'acide nitreux sur la benzidine ou l'un de ses sels et en traitant le dérivé tétrazoïque obtenu par l'acide salicylique

$$\begin{matrix} C^6H^4-Az=Az-C^6H^3 < \begin{matrix} OH \\ CO.ONa \end{matrix} \\ | \\ C^6H^4-Az=Az-C^6H^3 < \begin{matrix} CO.ONa \\ OH \end{matrix} \end{matrix}$$

Le nom de *jaune brillant* a été donné à plusieurs colorants n'ayant entre eux aucun rapport : le jaune brillant est tantôt le dinitro-α-naphtol-monosulfonate de sodium

$$C^{10}H^4 \begin{matrix} \diagup OH \\ \text{—} SO^3Na \\ \diagdown\!\diagdown (AzO^2)^2 \end{matrix}$$

tantôt le colorant formé avec le diazo de la toluidine monosulfonée et la diphénylamine

$$C^6H^3 \begin{matrix} \diagup CH^3 \\ \text{—} SO^3Na \\ \diagdown Az=Az-C^6H^4.AzH-C^6H^5 \end{matrix}$$

tantôt et plus souvent le colorant tétrazoïque préparé avec le phénol et le diazo du diamidostilbène disulfo

$$\begin{matrix} CH-C^6H^3 < \begin{matrix} SO^3Na \\ Az=Az-C^6H^4.OH \end{matrix} \\ \| \\ CH-C^6H^3 < \begin{matrix} Az=Az-C^6H^4.OH \\ SO^3Na \end{matrix} \end{matrix}$$

La *chrysophénine* est le produit précédent éthylé, deux éthyles C^2H^5 remplaçant les hydrogènes phénoliques qui terminent la formule précédente. Le *jaune soleil* ou héliochrysine est le sel sodique du tétranitro-α-naphtol

$$C^{10}H^3 \begin{matrix} \diagup\ \alpha ONa \\ \diagdown\!\diagdown (AzO^2)^4 \end{matrix}$$

Un autre *jaune soleil* est le sel sodique de l'azoxy ou oxyazo-stilbène disulfo

$$\begin{matrix} CH-C^6H^3 < \begin{matrix} SO^3Na \\ Az \end{matrix} \\ \| \qquad\qquad | > O \\ CH-C^6H^3 < \begin{matrix} Az \\ SO^3Na \end{matrix} \end{matrix}$$

Ce jaune est aussi nommé *jaune d'or*, *maïs*, *curcumine* S. Il se forme par l'action des alcalis caustiques à 100°-105 sur l'acide paranitrotoluolsulfonique.

La *tartrazine* est le représentant unique mais très important des hydrazones. Elle est obtenue par la réaction d'une molécule d'acide dioxytartrique sur 2 molécules de phénylhydrazine parasulfonique. Le chlorhydrate de phénylhydrazine peut être préparé de deux manières en partant du chlorure de diazobenzol

$$C^6H^5-Az=Az-Cl$$

ou bien on le traite par le sulfite de soude, ce qui donne du chlorure de sodium et du phényldiazosulfonate de sodium

$$C^6H^5-Az=Az-SO^3Na$$

que l'on transforme par l'hydrogène naissant en phénylhydrazinosulfonate de sodium

$$C^6H^5-AzH-HAz-SO^3Na$$

qui devient par l'acide chlorhydrique le chlorhydrate de phénylhydrazine

$$C^6H^5.AzH-HAz.SO^3Na+H^2O+HCl$$
$$=SO^4NaH+C^6H^5.AzH-AzH^2.HCl$$

Ou bien on traite le chlorure de diazobenzol par le chlorure stanneux et l'acide chlorhydrique

$$C^6H^5.Az=AzCl+2SnCl^2+4HCl$$
$$=C^6H^5.AzH-AzH^2.HCl+2SnCl^4$$

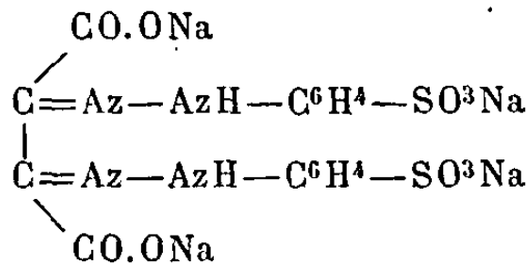
L'aniline qui sert à la préparation du chlorure de diazo a pu être préalablement sulfoconjuguée et l'on aura finalement le phénylhydrazine parasulfonique

$$C^6H^4(SO^3H)AzH-AzH^2.HCl.$$

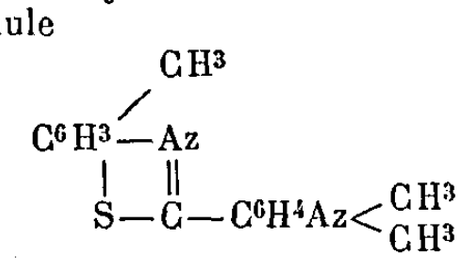
L'acide dioxytartrique pourrait être produit par la décomposition de l'acide nitrotartrique.

$$\begin{matrix} CO.OH & & CO.OH \\ | & & | \\ C < \begin{matrix} OAzO^2 \\ H \end{matrix} & & C < \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \\ | & + H^2O = & | \qquad + Az^2O^3 \\ C < \begin{matrix} OAzO^2 \\ H \end{matrix} & & C < \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \\ | & & | \\ CO.OH & & CO.OH \end{matrix}$$

La formule de constitution de la tartrazine est donc, en prenant dans la préparation le dioxytartrate de soude.

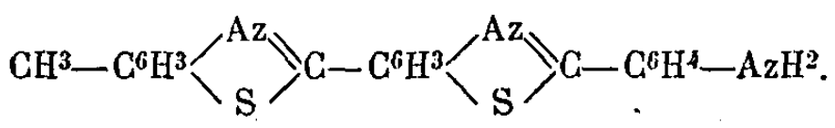


IV. Dans la série thionique se présentent la thioflavine et la primuline, et sans doute la polychromine. La *thioflavine* résulte de la méthylation de la déhydrothiotoluidine et a sans doute pour formule



La *primuline*, qui a joué dans ces dernières années un rôle si intéressant dans les articles nouveautés, a été découverte en 1887 par Green. Sa préparation a été tenue secrète par une maison de fabrication anglaise Brooke, Simpson et Spiller.

Mais on n'a pas tardé à reconnaître que le produit contient du soufre, qu'il contient aussi au moins un amidogène AzH^2 et un groupe sulfonique. On a pu en retirer la thioparatoluidine. Quand M. Emile Roussel à Roubaix eut donné de l'importance à ce produit par les applications qu'il en avait faites comme il a été montré à la *Société industrielle du Nord* et comme nous en parlerons au mot TEINTURE, la maison Geigy fabriqua un produit similaire sinon plus avantageux, la *polychromine* B. M. Paul Gombert, teinturier à Roubaix, vient de prendre un brevet pour une nouvelle série de colorants applicables à la teinture et à l'impression et dérivant de ces primulines et polychromines. Aujourd'hui on prépare la primuline de plusieurs manières: 1° chauffer avec du soufre de 180° à 200 de la paratoluidine et sulfoner ; 2° faire réagir à chaud l'oxychlorure de phosphore sur la toluidine sulfonée en dissolution dans le toluène et faire passer ensuite dans le produit un courant d'acide sulfhydrique; 3° faire passer le bichlorure de carbonyle ou gaz phosgène dans la toluidine dissoute dans le chloroforme, ajouter du sulfure de sodium, enlever le chloroforme par distillation et enfin sulfoner. On attribue à la base de la primuline ou thioparatoluidine sulfonate de sodium la formule de constitution



C'est l'amidogène AzH^2 qui rend possible la formation du diazo,

V. Parmi les autres colorants jaunes nous citerons encore :

La *canarine* résultant de l'oxydation de l'acide sulfocyanique et ayant pour formule brute

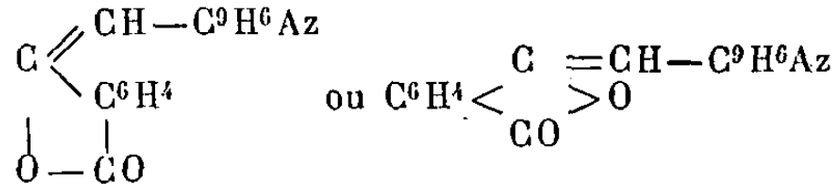
$$C^6Az^4O^2H^4S^5$$

la *galloflavine* produite par l'oxydation à l'air de l'acide gallique en solution en présence des alcalis et représentée par $C^{12}H^9O^3$; la *flavaniline* obtenue en chauffant vers 260° avec chlorure de zinc l'acétanilide, ce qui peut répondre à l'équation suivante:

$$\underset{\text{Acétanilide}}{2C^8H^9AzO} = \underset{\text{Flavaniline}}{C^{16}H^{14}Az^2} + 2H^2O$$

le *flavénol* qui se prépare en traitant la flavaniline par le nitrite de soude et l'acide chlorhydrique ; le *jaune de quinoléine* ou mieux de *quinaldine* s'obtient en chauffant vers 200° pendant huit heures environ un mélange de 35 parties d'acide phtalique anhydre, 30 de chlorure de zinc et 100 de quinoléine du goudron de houille. Le produit brut est traité successivement par l'acide sulfurique et par l'eau bouillante. Ainsi purifié le colorant a pour formule brute

$$C^{18}H^{11}AzO^2$$



C'est une quinophtalone ou une phtaléine.

Enfin l'*auramine*, colorant jaune important pour le coton est obtenu en faisant réagir une molécule de chlorhydrate d'ammoniaque sur une molécule de tétraméthyldiamidobenzophénone préparée comme ponr le violet hexaméthylé.

Pour les applications. — V. TEINTURE. — V.

K

• * **KILOWATT.** Le kilowatt vaut 1,000 watts; c'est le multiple 10^3 de l'unité électrique de *puissance* qui est le *watt* (V. ce mot). Nous rappellerons seulement ici que la *puissance* est le taux d'accomplissement du *travail*. L'unité mécanique pratique de puissance, qui n'a pas de nom, est de 1 kilogrammètre par seconde, mais il y a une unité industrielle, le *cheval-vapeur* qui vaut 75 kilogrammètres par seconde, et une autre, le *poncelet* (Congrès de mécanique de 1889), qui vaut 100 kilogrammètres par seconde.

Le watt, unité des électriciens, est aussi un volt-ampère. Les relations entre ces quantités sont celles-ci :

1 watt $= \frac{1}{9{,}81}$ kilogrammètre par seconde.

1 kilowatt = 1,36 cheval-vapeur.

1 cheval-vapeur = 736 watts. — R.-V. P.

• * **KOPP** (EMILE). Chimiste manufacturier, né le 29 août 1814, mort le 30 novembre 1875, manifesta de bonne heure une prédilection pour les sciences physiques et mathématiques. Reçu bachelier ès lettres, il fut nommé en 1835 préparateur de chimie à la Faculté des sciences de Strasbourg, et ensuite préparateur à l'Ecole de pharmacie de la même ville, sous M. Persoz. En 1839, il fut chargé de l'enseignement des sciences mathématiques, physiques et naturelles à l'Ecole normale primaire de Strasbourg ; il y forma un grand nombre d'élèves qui depuis ont propagé dans l'ancien département du Bas-Rhin le goût pour l'étude de la nature et de ses lois. En 1844, il devint chef des travaux chimiques à la Faculté de médecine de Strasbourg. Reçu maître en pharmacie, il fut nommé agrégé et chargé du cours de physique à l'Ecole supérieure de pharmacie de Strasbourg ; quelques mois après il obtenait la chaire de toxicologie de la même école ; puis en 1848 il était chargé des cours de chimie. Il fut un des premiers à adopter les idées de Gerhardt. Il a fait jusqu'à cette époque de sa vie une série de travaux se rapportant à la physique et à la chimie. C'est lui qui a découvert le premier le phosphore rouge, une méthode pratique pour préparer l'alizarine et la purpurine de la garance ; il a rendu également de grands services à la chimie des dérivés du goudron.

Mais il a aussi voué une partie de sa vie à des questions philosophiques, économiques et sociales. Il faisait un cours public sur les théories des principaux économistes et socialistes ; en 1849, il se rendait comme représentant à l'Assemblée législative française ; mais il fut décrété d'accusation pour sa participation à la manifestation du 13 juin, et trouva un asile provisoire dans une forge, au fond d'une belle vallée des Vosges, pour faire des expériences sur la fabrication de l'acier raffiné. En octobre 1849, Emile Kopp quitta cette demeure hospitalière, appartenant à M. Goldenberg, pour prendre la chaire de physique et de chimie à Lausanne. Il se rendit en Angleterre et entra dans la fabrique de M. Steiner, à Accrington, près Manchester, pour commencer une longue série de travaux pratiques et industriels, et organiser, par exemple, la fabrication industrielle de l'acide arsénique. En 1855, il rentra en France et prit la direction du Laboratoire de chimie pratique fondé par Gerhardt, qui avait obtenu une vacation à l'Académie de Strasbourg. Dès 1856, il prit part à l'administration de la grande manufacture de grosse quincaillerie de son beau-père, M. Goldenberg, sans cesser néanmoins de s'occuper activement de sa science, comme le prouvent ses nombreux Mémoires dans le *Répertoire de Chimie* et au *Moniteur scientifique* du Dr Quesneville. Sa nomination à l'ordre de la Légion d'honneur qui date de cette époque, était ainsi motivée : invention relative à l'extraction de la matière colorante de la garance.

En novembre 1868, lors de la création du Muséum royal industriel de Turin, il y fut appelé pour installer le grand laboratoire de ce bel Institut, et pour enseigner la chimie technologique et métallurgique. Il fut nommé en 1869 chevalier de l'ordre de la Couronne de fer d'Italie, et en 1871, lors de son départ de Turin, commandeur de cet ordre.

A cette époque, il vint se fixer à Zurich pour remplir la chaire de chimie technologique à l'Ecole polytechnique fédérale de cette ville. Pendant cinq ans, il réunit dans son vaste laboratoire et autour de sa chaire de nombreux élèves, dont il dirigea avec une sollicitude toute paternelle l'éducation scientifique et industrielle. C'est en sortant de son laboratoire, le samedi soir 27 novembre 1875 et en arrivant chez lui qu'il s'affaissa dans son fauteuil, devant sa table de travail. Il mourut le 30 novembre. — A. R.

L

LACET. — V. Tresse.

LAINAGE. Le lainage est, on le sait, l'une des opérations capitales de l'apprêt des étoffes de laine. Le travail du foulon développe les filaments que l'on remarque à la surface de ces tissus, mais comme son action persistante et énergique a pour résultat de froisser les poils et de les mêler en tous sens, il faut tirer ces filaments à la surface des étoffes, de manière à former sur celles-ci une couche de duvet homogène, d'égale hauteur, recouvrant autant que possible les traces laissées par le croisement des fils au tissage. Tel est le but de cette opération.

Jusqu'à présent, ainsi que nous l'avons expliqué dans le *Dictionnaire*, l'opération du lainage s'effectuait exclusivement sur des machines à tambour, de systèmes et de constructeurs divers. Un constructeur, M. Martinot, a imaginé, comme principe nouveau de lainerie, d'adapter à cette opération le mouvement alternatif curviligne ou rectiligne. Dans sa machine, le tambour ou le cylindre porte-rouleaux de certains systèmes particuliers, est remplacé par des leviers garnis de rouleaux à leur extrémité et animés d'un mouvement de va-et-vient curviligne, ce qui permet de traiter l'étoffe à *poil* et à *contre-poil* simultanément. On arrive en outre à *lainer* plus rapidement. Il y a dans chaque machine deux ou quatre couples de cadres ou rouleaux-travailleurs garnis de chardon métallique en ruban. Le tissu, entraîné régulièrement par des attracteurs, met lui-même en mouvement ces travailleurs et se trouve en moyenne une trentaine de fois en contact avec eux à chaque passage à cause du mouvement alternatif. — A. R.

* **LAITIER.** *T. de métall.* Dans la plupart des opérations métallurgiques exécutées en vue d'obtenir de la fonte, du fer ou de l'acier, on produit simultanément du laitier qui participe pour une grande part à l'affinage ou à l'épuration du métal.

Les laitiers des hauts fourneaux sont connus depuis longtemps, leur étude complète a trouvé place dans le *Dictionnaire*. Les laitiers des fours à puddler, du convertisseur Bessemer et du four Martin à sole acide sont intéressants à divers titres, mais ceux qui prennent naissance dans le travail de déphosphoration, soit au convertisseur Thomas, soit au four Martin à sole basique ou neutre, ont acquis durant les quelques dernières années écoulées et conservent encore une réelle importance. L'agriculture, comme on le verra par la suite, a trouvé, en cette substance, résidu sans valeur directe, une matière fertilisante très énergique.

Formation du laitier basique. Le laitier basique se forme dans le four Martin de la façon suivante, peu différente de ce qui s'accomplit dans le convertisseur. On charge dans le four Martin de la fonte, des ferrailles diverses et de la chaux en proportion variable avec l'impureté des matières métalliques traitées. Les impuretés fixes des fontes et des ferrailles (silicium, phosphore, manganèse) s'oxydent et passent dans le laitier, formé en même temps, qui les retient en combinaison ; en sorte que l'épuration de l'acier est complète et définitive lorsque le laitier s'est emparé de la totalité des substances étrangères que contenait la charge métallique.

On nomme *laitier de décrassage*, celui que le fondeur fait évacuer durant le cours de l'opération, quand il le juge utile, pour activer le travail et faciliter la purification de l'acier.

Le *laitier de fin de coulée* est celui qui s'écoule à la suite du métal à la fin de la coulée.

La composition des laitiers est éminemment variable avec la nature des fontes et des ferrailles et la proportion de chaux ajoutée. Les analyses ci-contre représentent une moyenne approximative.

	Laitier de décrassage	Laitier de fin de coulée
Oxyde de fer.	23.0	18.0
Oxyde de manganèse. . . .	5.0	17.0
Chaux.	39.0	35.0
Magnésie, Alumine, etc. . . .	6.0	5.8
Silice.	14.0	12.0
Acide phosphorique.	12.0	11.0
Sulfure de calcium.	1.0	1.2
	100.0	100.0
Densité.	3.40	3.40

Etat physique des laitiers. L'aspect des laitiers est variable d'un bout à l'autre de l'opération. Le *premier laitier* élaboré, qui suinte péniblement à travers la masse métallique à demi ramollie, est noir, à cassure brillante et quelquefois irisée ; sa densité très élevée varie de 4 à 4.50. Il est fort chargé d'oxydes métalliques et contient parfois plus de 50 0/0 de fer.

Le laitier pris à la *fusion complète* de la charge, est pour ainsi dire normal, il renferme à peu près tous ses éléments constitutifs ; il est gris brun plus ou moins foncé, sa densité oscille entre 3 et 3,50. Le laitier de *fin de coulée* est habituellement noir, sa poussière est jaune brun; il est le plus souvent bulleux et même caverneux, ces cavités sont occasionnées par le départ des gaz carbonés qui se dégagent abondamment pendant et après la période de recarburation. Sa densité, difficile à déterminer, est voisine de 3.5.

Cristallisation. La plupart des pains de laitier coulés dans les poches de décrassage présentent dans leur cassure une structure cristalline plus ou moins accentuée. Lorsque le laitier est très calcique et que, de plus, il est refroidi lentement, les cristallisations sont beaucoup plus nettes ; c'est dans de pareilles conditions que l'on rencontre des géodes tapissées de beaux cristaux jaunâtres de forme prismatique ou lamellaire.

Action de l'humidité. Les laitiers qui sont à la la fois riches en chaux et pauvres en silice, s'effleurissent et se délitent avec le temps sous l'influence de l'air humide.

CONSTITUTION DES LAITIERS BASIQUES. La *composition* des laitiers est établie d'une façon peu discutable par l'analyse chimique; il n'en est pas de même de leur *constitution*, c'est-à-dire de l'ordre dans lequel s'est effectué le groupement, la combinaison des divers éléments que l'analyse chimique a décelés et dosés. Quelques considérations d'ordre physico-chimique contribueront à l'examen de cette question.

On trouve dans le laitier toute la gamme des oxydes de fer :

Le protoxyde.	FeO.
L'oxyde magnétique.	Fe^3O^4.
Le sesquioxyde.	Fe^2O^3.

Il convient cependant de dire que le protoxyde prédomine et forme environ 85 0/0 de la totalité des oxydes de fer.

Les expériences citées un peu plus loin établissent que les oxydes de fer, de manganèse et la magnésie existent dans le laitier à l'état libre, dégagés de toute combinaison avec les acides. Ces trois bases qui ont joué un rôle très actif dans le travail d'affinage et d'épuration, sont supplantées par la chaux qui intervient avec une énergie brutale pour détruire toutes les combinaisons formées jusqu'alors. La chaux est, en effet, l'élément capital des laitiers basiques ; c'est elle qui sature les acides silicique et phosphorique, les retient en combinaison et forme avec eux des sels indécomposables, silicates et phosphates de chaux. De telle façon que, retenus par cette base énergique, le silicium et le phosphore sont à jamais séparés du métal ; c'était là d'ailleurs le but suprême de l'opération basique.

Le laitier fondu fluide peut être considéré comme formé de phosphate et silicate de chaux tenant en suspension les oxydes de fer, de manganèse et la magnésie. Cette opinion très vraisemblable par son énoncé, a été confirmée par l'étude chimique directe du laitier et par des essais de liquation que M. Hilgenstock a entrepris à Hoerde.

Les essais chimiques sont trop étendus pour trouver place ici ; mais les exemples de liquation doivent être cités.

Le laitier de décrassage, liquide encore, est recueilli à sa sortie du four dans des poches métalliques. En laissant refroidir celles-ci très lentement, il se produit dans la masse du laitier fondu de véritables phénomènes de liquation : les bases libres et pesantes se rassemblent à la partie inférieure, tandis que les sels fondus, plus légers et plus fluides, se réunissent au centre et à la partie supérieure de la poche. La séparation est très nette, ainsi que l'indique l'examen du tableau ci-dessous ; on a désigné par S l'analyse du laitier pris à la partie supérieure et par I, celle du laitier prélevé à la partie inférieure de la poche.

		Fe	SiO^2	PhO^5	CaO	CaS	Mn	MgO
1	S	19.81	»	16.42	47.33	»	3.59	1.00
	I	28.81	»	6.85	28.82	»	4.87	19.02
2	S	11.65	»	24.24	51.19	»	3.77	2.48
	I	17.78	»	12.11	40.76	»	8.29	10.51
3	S	12.97	3.16	25.55	51.00	0.79	1.99	1.44
	I	21.80	3.03	13.50	32.17	0.46	5.30	21.46

Dans quelques géodes, M. Hilgenstock a pu détacher des cristaux lamellaires très bien formés présentant tous les caractères cristallographiques d'une espèce minérale, et une composition chimique correspondant au phosphate tétra-basique de chaux, $PhO^5.4CaO$; découverte du plus haut intérêt qui jette même quelque trouble dans les opinions jusqu'ici professées, touchant la constitution des phosphates de chaux.

La nature ultra-basique des laitiers de déphosphoration peut être mise en évidence en traitant par l'eau sucrée le laitier finement pulvérisé ; on démontre ainsi qu'il contient de la *chaux libre* qui forme avec le sucre un saccharate de chaux soluble dans l'eau.

Un point remarquable à noter à propos de la constitution des laitiers basiques, c'est l'extrême facilité avec laquelle ils sont attaqués et décomposés par les agents les plus faibles : l'acide acétique étendu de trois fois son volume d'eau, dissout presque tous les éléments calcaires du laitier, y compris le silicate de chaux.

Cette faible résistance du laitier aux agents de décomposition paraît due à la récente formation de ses parties constitutives. Car, en effet, les acides du laitier ont été formés de toutes pièces pendant l'opération.

La silice provient de l'oxydation du silicium.

L'acide phosphorique provient de l'oxydation du phosphore, et les sels eux-mêmes, phosphates et silicates de chaux, se sont formés aussitôt.

Utilisation des laitiers basiques par l'agriculture. Valeur agricole des laitiers. La richesse en acide phosphorique des laitiers provenant du travail de déphosphoration, aussi bien que leur teneur en chaux libre ou combinée, donna bientôt l'éveil aux industriels et aux agriculteurs. Considéré comme un déchet de fabrication métallurgique, le laitier pouvait, malgré sa richesse en éléments fertilisants, être livré à l'agriculture à des prix jusqu'alors impratiqués dans la vente de l'acide phosphorique. Car, les laitiers renferment parfois jusqu'à 20 0/0 et rarement au-dessous de 12 0/0 d'acide phosphorique. Cette teneur minima est, d'ailleurs, suffisante pour que les laitiers puissent être employés sans transformation chimique difficile ou onéreuse.

La forte proportion de chaux que renferment ces résidus (environ de 30 à 50 0/0) doit être considérée à sa juste valeur, surtout si on se souvient qu'une partie de cette chaux est libre dans le laitier et constitue un amendement précieux pour les terres dépourvues de calcaire. Du reste, la chaux combinée peut aussi rendre des services, d'autant plus que sa combinaison avec les éléments acides présente une grande instabilité.

Le citrate d'ammoniaque est l'agent faible et alcalin employé dans les laboratoires agronomiques pour déterminer, dans une certaine mesure, la facilité d'assimilation de l'acide phosphorique par les plantes. Lorsqu'on soumet à l'action de ce réactif, dans les conditions habituellement pratiquées, les laitiers basiques du four Martin, on constate que 75 0/0 environ de l'acide phosphorique contenu dans ces laitiers se dissout dans le véhicule précité.

Pour faire ressortir la valeur agricole du laitier et déterminer le rôle de chacun des éléments qu'il contient, on peut établir la division suivante.

A. *Amendement.* Partie soluble dans l'eau sucrée ; on sépare ainsi la chaux libre.

B. *Matières fertilisantes.* Partie soluble dans l'acide acétique étendu de trois fois son volume d'eau ; on sépare ainsi les phosphate et silicate de chaux.

C. *Matières inertes.* Résidu insoluble dans les réactifs précédents ; on sépare ainsi les oxydes de fer et de manganèse. Cette partie inerte n'est pas nuisible, elle sert, au contraire, à diluer les éléments fertilisants et facilite ainsi leur épandage et leur dispersion dans le sol.

Quelques praticiens avaient tout d'abord pensé que les oxydes de fer et de manganèse contenus dans le laitier, pourraient nuire à la végétation ou tout au moins entraver l'assimilation de l'acide phosphorique par les plantes. Il n'en est rien. Les expériences citées plus loin le démontrent surabondamment.

Essais de culture. L'acide phosphorique, nul ne doit l'ignorer, est un précieux agent de fertilisation. On retrouve cet élément dans tous les végétaux où il se concentre, de préférence dans les fruits. Les cendres de blé renferment beaucoup d'acide phosphorique. Il est donc de toute nécessité de fournir à la terre cet engrais indispensable au développement des plantes et à leur fructification. Le commerce livre aux agriculteurs des superphosphates qui contiennent de 15 à 20 0/0 d'acide phosphorique soluble dans l'eau ou dans le citrate d'ammoniaque. Cet engrais, véritable produit chimique, est d'un prix élevé. Son efficacité est-elle proportionnelle à sa cherté ? Nombre d'agronomes ne le pensent pas !

Les phosphates minéraux et naturels répandus dans le sol à dépense égale, mais à dose plus forte agissent avec autant de certitude que les superphosphates.

Pourquoi les laitiers basiques ne se conduiraient-ils pas comme les phosphates minéraux ? A cette question, il est aisé de répondre en reproduisant le compte-rendu des expériences suivantes empruntées à diverses notes et brochures parues il y a peu de temps et dues à M. Séjournet et à M. Bussard.

Culture du blé. Essai fait dans le département de l'Ain sur un sol silico-argileux très pauvre, contenant à peine quelques traces d'azote, d'acide phosphorique et de potasse.

Engrais par hectare	Grain récolté par hectare	Paille récoltée par hectare	Observations
Néant	987 k.	2.538	Sol silico-argileux.
2,300 k. scories.	2.094	3.891	

Il résulte de cette expérience et de bien d'autres exécutées dans des conditions très différentes que l'emploi des phosphates métallurgiques du Creusot ou d'ailleurs, paraît faciliter la levée et la végétation des blés depuis l'origine. Les épis sont plus nombreux et plus fournis, la paille plus belle est également plus rigide. Les excédents de récolte sont très importants et suffisent largement pour défrayer et encourager le cultivateur.

Culture des navets. L'expérience ci-dessous a été exécutée par MM. Vrightson et Munro à Ferryhill (Angleterre) sur un sol argileux.

Fumures par hectare	Navets récoltés par hectare.	Observations
Néant	4.625 k.	Sol argileux.
2,511 hilogr. . . .	18.743	

Les scories employées pour l'essai mentionné sur le tableau ci-joint contenaient 14.32 0/0 d'acide phosphorique.

Culture des plantes fourragères. Prairies. A Brême (Allemagne) en sol tourbeux, on a récolté à l'hectare, fin juillet, sur des prairies fumées en février :

Fumures par hectare	Fourrage vert récolté à l'hectare	Observations
Néant	303.500 k.	Sol tourbeux.
Scories (150k Ph O S)	506.500	

Culture de la vigne. Pour les vignes, les expériences directes et rapides sont beaucoup moins faciles, car les racines de ces végétaux sont très étendues et l'absorption des matières fertilisantes ne saurait être complète en une année, ni même en deux.

Néanmoins, il ressort nettement des notes publiées par M. Séjournet, que les laitiers basiques du Creusot ont produit sur les vignes un bon effet à peine discutable. La quantité et la qualité des raisins se trouvent augmentées du même coup par l'emploi des phosphates métallurgiques.

Mode d'emploi des laitiers phosphatiques. A l'usine, les laitiers sont coulés habituellement dans des poches métalliques où ils se refroidissent en formant de gros pains peu maniables. Pour être employés avec profit par les agriculteurs, ces laitiers doivent être réduits en poudre, d'autant plus fine qu'on exige d'eux un effet plus rapide.

Dispositions générales. Les scories sont lourdes, en sorte qu'un poids important de cet engrais n'occupe qu'un faible volume, circonstance nuisible à la régulière répartition du laitier dans le sol. Il est bon, pour obvier à cet inconvénient d'un ordre absolument physique, de mélanger les scories à une matière friable et légère telle que le sable, les cendres de bois ou de houille, etc.

Céréales. Le mieux est de répandre les scories sur la terre peu après sa culture et de les enfouir peu profondément par un hersage. Dose à employer : 800 à 1,000 kilogrammes par hectare.

Plantes à tubercules et à racines pivotantes. L'épandage se fera comme pour les céréales, mais on enfouira plus profondément le laitier phosphatique afin de le rapprocher le plus possible des radicelles des végétaux. Dose à employer : 600 à 800 kilogrammes par hectare.

Prairies. A l'approche du printemps, peu avant le départ de la végétation, on répandra les scories à la volée sur les prairies. On se trouvera bien de mélanger les scories avec un égal volume de cendres de bois qui faciliteront la répartition équitable de l'acide phosphorique et apporteront, en outre, aux plantes fourragères la potasse dont elles ont si grand besoin. Dose à employer : 600 à 800 kilogrammes par hectare.

Vigne. L'emploi des scories, pour être efficace, doit être judicieux. On doit déchausser avec précaution chaque pied de vigne et mettre dans le trou ainsi pratiqué, près de 1 kilogramme de scories fines mélangées avec de la terre, du sable ou des chiffons de laine pour augmenter leur volume et leur zone d'action. Dose à employer : 1,500 à 2,000 kilogrammes par hectare.

D'une façon générale, les scories produiront un excellent effet sur toutes les cultures et dans tous les terrains. Il ne faut pas, cependant, agir aveuglément. On doit, au contraire, étudier avec soin la nature du terrain avant d'appliquer les scories à son amélioration.

Les sols calcaires et phosphatiques ne demandent que peu de laitier. Les sols argileux, sableux, granitiques, les terres d'alluvions, etc., exigent, en revanche, une dose plus forte. Tout dépend, du reste, des récoltes que l'on demande à ces terrains.

Les céréales sont friandes, presque avides d'acide phosphorique.

Il ne faudrait cependant pas faire du laitier basique la panacée qui doit guérir de tous ses maux notre agriculture en souffrance. Les scories ne doivent jamais, dans aucune culture, être employées seules, car elles ne renferment pas trace d'azote ni de potasse, éléments nutritifs indispensables au développement des plantes.

Les laitiers ne sont donc pas un engrais complet, ils n'apportent avec eux que l'acide phosphorique, la chaux, la magnésie, etc. A ce titre, ils peuvent déjà rendre de grands services.

Les circonstances particulièrement difficiles dans lesquelles se débattent nos agriculteurs, leur font un devoir d'augmenter chaque jour le rendement de leurs terres. A cet effet, on ne saurait trop leur conseiller d'user largement des phosphates métallurgiques qui constituent un engrais efficace et bon marché.

• **Laitier** (Ciment de). Depuis quelques années les industriels utilisent, pour la fabrication des ciments, les laitiers des hauts fourneaux. Cette pratique, qui a pris naissance à l'étranger, commence à se propager dans l'est de la France.

Les laitiers refroidis sont pulvérisés très finement et additionnés de chaux éteinte avec laquelle on les mélange soigneusement, puis on tamise le mélange qui est mis en sacs.

L'analyse ci-dessous montre la composition moyenne des ciments de Portland de laitier, à prise lente, obtenus aux usines de Saulnes.

Silice	22.45
Alumine	13.95
Peroxyde de fer	3.30
Chaux	31.10
Magnésie	1.55
Acide sulfurique	0.35
Perte au feu	7.50
	100.00

Cette composition diffère de celle du ciment naturel de Portland par une teneur plus faible de chaux et par une proportion plus élevée de silice et d'alumine. Dans le ciment de laitier, le rapport de la teneur d'alumine à celle de silice est de 0,62, ce qui indique un ciment de bonne résistance.

La densité des ciments de laitier est de un quart environ plus faible que celle des ciments ordinaires.

Les ciments de laitier sont employés de la ma-

nière habituelle, soit purs, soit en mélange avec le sable pour former des mortiers.

A cause même de son mode de fabrication, le ciment de laitier ne peut jamais contenir de chaux vive dont la présence dans les ciments naturels occasionne parfois des dilatations très préjudiciables à la solidité de la maçonnerie qui peut se fendiller ou se disloquer.

Pour mesurer la résistance des ciments, on les gâche à l'état de pâte de bonne consistance, avec 25 0/0. Avec ce ciment gâché, pur ou mélangé de sable de Cherbourg, on fait des briquettes de 5 centimètres carrés de section transversale.

Démoulées au bout de vingt-quatre heures, ces briquettes sont conservées dans l'eau pour être essayées au bout de sept et vingt-huit jours.

Eprouvées par traction et par compression, ces briquettes ont fourni les résistances ci-dessous, exprimées en kilogrammes pour une section de un centimètre carré.

Désignation des briquettes	A la traction		A la compression	
	après 7 jours	après 28 jours	après 7 jours	après 28 jours
	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
Briquettes de ciment pur.	31.5	36.3	280	364
Briquettes de mortier à 1 part. de ciment et 3 part. de sable normal	15.1	23.1	176	231

En résumé, les ciments de laitier sont comparables aux meilleurs ciments naturels dits *de Portland*, à prise lente. — L. C.

* **LALANNE** (Maxime-François-Antoine), dessinateur et graveur, né à Bordeaux en 1827, vint à Paris dans l'atelier de Jean Gigoux, et débuta en 1852, au Salon, par de remarquables fusains. Il se consacra dès lors à ce genre spécial, dans lequel il acquit une célébrité, et à l'eau forte, dont il fut l'un des rénovateurs ; il figura parmi les fondateurs de la Société des aquafortistes en 1862, et professa ces deux arts dans des cours publics, à Paris et à Bordeaux, très suivis et très profitables aux jeunes artistes. Il n'a cessé de mettre son beau talent à la disposition des éditeurs et des publications illustrées, pour des vues et des paysages toujours très soignés de facture. Nous citerons sa collaboration à l'*Artiste*, à l'*Illustration nouvelle* chez Cadart, à la *Gazette des Beaux-Arts*, à l'*Art*, de nombreux dessins gravés sur bois dans l'*Illustration*, le *Monde illustré, Paris-Guide*. Parmi ses fusains les plus connus : 12 grandes *Vues de Paris*, des vues de Bordeaux, *Un coin de parc à Montgeron*, des coins de Paris et des environs pendant la guerre, les *Roches noires à Trouville*, le *Canal Saint-Martin, Une rue de Morlaix, Une vieille rue à Colombes*; parmi ses eaux fortes : 12 planches de la maison de Victor Hugo à Guernesey, pour *Chez Victor Hugo*, par un passant (1864), le *Billard*, texte de son père, trois planches d'après Troyon, l'*Etang de Ville-d'Avray* et *Marcoussis* d'après Corot, la *Baie de Weymouth* d'après Constable, enfin comme ouvrages techniques, un *Traité de gravure á l'eau forte* (1866), un autre traité : le *Fusain* (1869), la *Pantotypie*, avec 75 reproductions de ses fusains (1874). Médaillé aux Salons de 1866, 1873 et 1874, aux expositions universelles de Philadelphie et de Vienne, Lalanne avait été décoré de la Légion d'honneur en 1875.

LAMINAGE *des métaux précieux autres que le fer*. Nous rappellerons tout d'abord que le laminage est l'opération qui consiste à faire passer un corps malléable entre deux cylindres, dans le but de l'amincir ou de lui donner une forme voulue. — V. *Dictionnaire*, Laminage.

A l'exception du cuivre rouge qu'on lamine à chaud et du zinc qui ne se laisse travailler au laminoir que vers 150°, les autres métaux précieux et leurs alliages ont généralement leur maximum de malléabilité à froid. Le laiton étant le plus employé des alliages de ces métaux, nous le prendrons comme type, et nous étudierons surtout la fabrication des planches dites *de commerce*, dont les dimensions sont, quelle que soit leur épaisseur, de $0^m,67$ sur $1^m,34$, ou plus rarement, de $0^m,70$ sur $1^m,40$.

L'alliage laiton (V. *Dict.*, Alliage, Cuivre) est le plus souvent fondu au creuset dans un four à vent marchant à air libre, ou soufflé et coulé à l'aide de trémies percées de trous de 3 à 4 millimètres dans des lingotières verticales en fonte pour donner des plaques de 15 à 24 millimètres d'épaisseur et d'une largeur supérieure de 2 centimètres à celle de la planche finie, cet excédent étant destiné à disparaître sous les lames d'une cisaille, afin de rafraîchir les bords de la pièce terminée.

Le poids généralement admis pour la fonte fournie par chaque creuset et correspondant à une seule plaque, peut varier de 50 à 120 kilogrammes.

C'est directement de la fonderie, et lorsqu'elles ont été débarrassées de la masselotte, assez faible il est vrai, qui peut y adhérer, que ces plaques sont amenées au laminoir dégrossisseur où on leur fait subir un certain nombre de passes en bout, c'est-à-dire dans le sens de la coulée, alternées de recuissons. Lorsque celles qui sont destinées à faire des planches minces n'ont plus que 2 millimètres environ d'épaisseur, elles sont plongées dans un bain de dérochage (acidulé au 1/10 par l'acide sulfurique à 66°) pour les débarrasser des oxydes qui se sont formés à sa surface par les recuissons successives, brossées au balai dans des lavoirs à cet usage, et visitées au grattoir pour enlever les pailles qui s'y trouvent.

Ces opérations terminées, elles sont travaillées en paquets ou trousses au laminoir finisseur, c'est-à-dire laminées en les superposant deux à deux, puis quatre à quatre, puis six à six, etc., jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'épaisseur désirée. Lorsque les planches sont livrées épaisses, le travail du dérochage et de la visite se fait avant les dernières passes.

Les planches de commerce se jaugent au poids ;

pour les dimensions de 0m,67 sur 1m,34; chaque 1/10 d'épaisseur correspond à 780 grammes.

Dans le laminage à froid des planches, les augmentations de largeur pouvant être négligées, nous ne considérerons que l'allongement et la réduction d'épaisseur, et si l et l' sont les longueurs d'une plaque avant et après laminage et e et e' les épaisseurs correspondantes, nous aurons les relations suivantes :

$$\frac{e}{e'}=\frac{l'}{l}\quad\frac{e-e'}{e'}=\frac{l'-l}{l}=\lambda \text{ et } \frac{e-e'}{e}=\frac{l'-l}{l'}=\varepsilon$$

d'où :

$$e-e'=e\varepsilon \text{ (1) et } 1-\varepsilon=\frac{e'}{e} \text{ (2)}$$

λ est le coefficient d'allongement et ε le coefficient de réduction d'épaisseur qui, multiplié par 100, donne ce qu'on est convenu d'appeler le degré d'écrouissage de la plaque, c'est l'aigreur du métal produite par le laminage.

Soit αR (fig. 617) l'arc de contact d'une plaque avec chacun des cylindres au moment du laminage, cet arc étant très petit, nous pourrons sensiblement le confondre avec sa corde et nous aurons :

$$\alpha R=\text{corde}\,\alpha R=\sqrt{2R\times\frac{e-e'}{2}}=\sqrt{Re\varepsilon} \text{ (3)}$$

Cet arc de contact est donc indépendant de l'épaisseur de la plaque et proportionnel à la racine carrée des cylindres ainsi qu'à celle de la réduction totale d'épaisseur.

Soient, d'autre part, p les compressions variables des cylindres sur chacun des éléments $d(\alpha R)$ de l'arc de contact de la plaque en laminage, elles sont égales et de sens contraire aux réactions développées, puisqu'il y a équilibre; la résultante de toutes ces réactions, c'est-à-dire la résistance totale P au laminage, sera donc parallèle aux compressions p, par conséquent normale à l'axe de la plaque et égale, d'autre part, à la somme de ces compressions :

$$P=\Sigma p=\int_0^{\alpha} p\,d(\alpha R) \text{ (4)}$$

Or, à la suite d'une série d'expériences faites sur des éprouvettes cubiques, nous avons remarqué que pour un même alliage, les pressions p_1 par unité de surface primitive s_1 (surface prise avant la déformation) sont très sensiblement proportionnelles aux coefficients de réduction d'épaisseur correspondants, et peuvent être représentées par l'équation d'une droite, ce qui nous permet de poser :

$$p_1=m\varepsilon+n \text{ (5)}$$

n étant la charge par millimètre carré pour une réduction d'épaisseur nulle (limite d'élasticité du métal variable avec sa composition) et m un paramètre constant pour chaque nature de métal, augmentant avec la proportion de zinc dans l'alliage et variant de 1,76 pour l'alliage 67-33 à 2,10 pour l'alliage 60-40.

Mais dans la formule (4) p représente la pression par unité de surface finale s (surface prise après la déformation), puisque la surface comprimée est ici la portion de la plaque en contact avec les cylindres et qu'elle est, d'après (3), une portion constante de la surface primitive écrasée; nous aurons donc les relations suivantes :

$$\frac{p}{p_1}=\frac{s_1}{s}=\frac{e'}{e}\quad p=p_1\frac{e'}{e}=p_1(1-\varepsilon) \text{ d'après (2)}$$

et

$$p=(m\varepsilon+n)(1-\varepsilon)=n+(m-n)\varepsilon-m\varepsilon^2$$

déduite de (5); équation d'une parabole dont l'axe est parallèle à l'axe des y, la tangente au sommet parallèle à l'axe des x, et donnant la loi des variations de p le long de l'arc de contact du cylindre et de la plaque.

Si dans (4) nous remplaçons p et αR en fonction de la seule variable ε nous aurons :

$$P=\int_0^{\varepsilon}(n+[m-n]\varepsilon-m\varepsilon^2)\,d\sqrt{Re\varepsilon}$$

d'où développant et intégrant par parties

$$P=\left(n+\frac{m-n}{3}\varepsilon-\frac{m}{5}\varepsilon^2\right)\sqrt{Re\varepsilon}$$

pression qui, multipliée par la largeur de la plaque en laminage, donnera la pression exercée par les cylindres sur cette plaque, pour un écrouissage ε. Nous remarquerons que P est proportionnel à la racine carrée du rayon des cylindres, c'est-à-dire que plus ceux-ci seront faibles de diamètre moins P sera grand et moins le laminoir prendra de force pour produire un écrouissage déterminé, c'est ce qui fait dire aux praticiens que les petits cylindres tranchent mieux que les gros ou qu'ils allongent davantage.

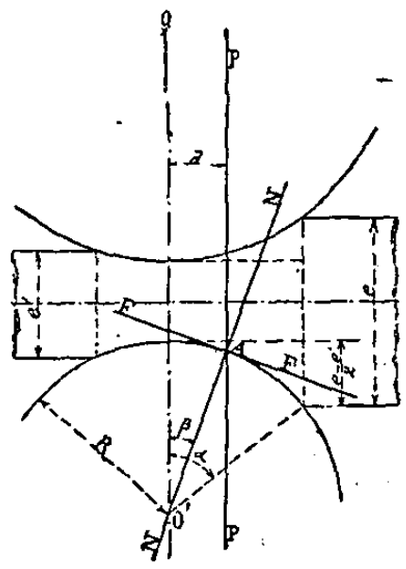


Fig. 617.

Cette pression P parallèle à la ligne des centres OO' des deux cylindres (fig. 617) et située à une distance a de celle-ci, se décompose en deux autres, N et F, l'une normale à la surface cylindrique, l'autre tangentielle s'opposant au mouvement de rotation. Or, si β est l'angle de la ligne des centres OO' avec l'un ou l'autre des rayons aboutissant aux points d'application A de P sur les cylindres, nous aurons :

$$N=P\cos\beta \text{ et } \frac{a}{R}=\sin\beta \text{ d'ou } N=P\sqrt{\left(1-\frac{a^2}{R^2}\right)}$$

Mais a étant généralement négligeable par rapport à R, la résistance N sera sensiblement égale à P, et c'est cette pression P qui permettra de calculer la résistance à donner aux cylindres et à leurs tourillons pour un travail à faire ou, inversement, les dimensions de ceux-ci étant fixées, de ne pas dépasser un écrouissage déterminé afin d'éviter des ruptures.

Sans entreprendre de nouveaux calculs trop longs pour être développés ici, nous ferons simplement remarquer que le travail absorbé par le

laminage ne se compose pas seulement du travail résistant de frottement des collets sur leurs coussinets, développé par cette force P, mais aussi du travail dû au frottement de patinage de la plaque sur les cylindres, travail qui s'oppose au mouvement de translation. Cette plaque diminuant, en effet, progressivement d'épaisseur de l'entrée à la sortie, s'allonge au contact des cylindres dont la vitesse circonférentielle est constante et, par conséquent, glisse sur eux. Les lamineurs atténuent le travail dû à ce glissement en graissant les cylindres, mais légèrement, afin de ne pas diminuer, par ce graissage, le coefficient de frottement au delà de la limite d'entraînement.

Calcul des cylindres. Le cylindre de laminoir pouvant être considéré comme une poutre reposant sur deux appuis, nous nous placerons dans le cas le plus défavorable pour la résistance ρ par millimètre carré, en supposant la charge

$$P_1 = P \times b$$

agissant au milieu de la table L (b est la largeur de la plaque en laminage) ; nous pourrons alors appliquer la formule de la flexion plane

$$\rho \text{ ou } R = \frac{v\mu}{I}$$

(V. RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX, § *Flexion*).

Or ici

$$v = R \quad \mu = \frac{P_1\left(L - \frac{b}{2}\right)}{4} \quad \text{et} \quad I = \frac{\pi R^4}{4}$$

nous aurons donc :

$$\rho = \frac{P_1\left(L - \frac{b}{2}\right)}{\pi R^3}$$

d'où :

$$R = \sqrt[3]{\frac{P_1\left(L - \frac{b}{2}\right)}{\pi\rho}} \quad (6)$$

Quant aux tourillons de rayon R et de longueur c, ce sont des solides encastrés dans le cylindre supportant dans le cas le plus défavorable, une charge $\frac{P_1}{2}$ à leur extrémité, la formule $\rho = \frac{v\mu}{I}$ encore applicable ici deviendra donc en remplaçant $v\mu$ et I par leurs valeurs respectives :

$$v = r \quad \mu = \frac{P_1 c}{2}, \quad I = \frac{\pi r^4}{4}, \quad \rho = \frac{2P_1 c}{\pi r^3}$$

d'où :

$$r = \sqrt[3]{\frac{2P_1 c}{\pi\rho}} \quad (7).$$

Les deux formules (6) et (7) permettent de calculer les deux rayons des cylindres et ceux des tourillons pour un travail déterminé.

Le laiton se lamine encore, comme certains autres alliages, du reste, sous forme de barreaux au moyen de cylindres à gorges rondes ovales ou trapézoïdales ; ces barreaux suffisamment amincis sont ensuite passés à la filière et tirés soit au banc ou argue si l'on veut des baguettes droites pour décolletage, soit au banc de bobines horizontales, puis verticales des *tréfileries* pour en faire du fil.

Le laminage de l'*or*, de l'*argent*, du *maillechort*, du *chrysocale*, du *similor*, etc. (V. ces mots) demande, en général, plus de précision que celui de la planche laiton, aussi doit-on rejeter complètement le laminage en trousses où l'épaisseur n'est jamais bien régulière, puisqu'une partie trop épaisse d'une planche peut correspondre à une partie trop mince des planches supérieures ou inférieures et donner, par conséquent, la même épaisseur totale. On ne travaille les planches ou bandes de ces métaux qu'une à une au moyen de cylindres profilés à cet usage, c'est-à-dire bombés suivant la largeur de la pièce à laminer. En outre, ces cylindres, entraînés toujours l'un par l'autre à l'aide de pignons, sont fortement graissés à l'huile, dans le but de n'avoir à vaincre que la force P, et de réduire ainsi au minimum l'effort et le travail. — G. F.

• **LAMPES A ARC VOLTAÏQUE.** Les mécanismes de lampes à arc voltaïque sont maintenant en nombre infini : chaque jour voit éclore un nouveau type, et on ne peut songer à donner une description, même des plus répandues. Mais il est facile d'analyser d'une manière générale la constitution d'un mécanisme régulateur, de manière à pouvoir apprécier la qualité d'un modèle donné. Il y a, en effet, deux fonctions générales à remplir, savoir : le *recul d'allumage* et l'*alimentation*. On sait que l'arc ne jaillit qu'après le contact des charbons, qui doivent être immédiatement écartés. Puis, à mesure que les crayons se consument, il faut les rapprocher graduellement, selon les besoins de la consommation.

Ce sont donc deux fonctions bien distinctes, qui doivent être, en général, remplies par des organes spéciaux, que l'on discernera aisément dans une lampe quelconque soumise à un examen attentif.

Dans un grand nombre de modèles, les deux fonctions, recul et alimentation, sont remplies par le même organe. Il est alors assez rare qu'elles soient bien remplies toutes deux, l'une d'elles étant presque forcément sacrifiée à l'autre. Mais souvent aussi la confusion des organes n'est qu'apparente.

Les lampes se rattachent à un certain nombre de principes mécaniques généraux, selon la manière dont agit l'organe d'alimentation. Dans les lampes *à équilibre* dont le type est la lampe Pilsen, il y a équilibre entre la pesanteur et une action magnétique due au courant. Il n'y a pas d'organe d'allumage spécial : aussi faut-il parfois prendre des précautions spéciales pour le bien faire. La lampe Doubrawa est un bon modèle de ce type d'appareils à équilibre.

Dans les lampes *à frein*, c'est un frottement, variable par le courant, qui permet le mouvement plus ou moins rapide des charbons. Types : lampes Cance, Bardon, Patin, etc.

Les modèles *à embrayage* sont très nombreux. Ce sont ceux dans lesquels le défilement d'un rouage est embrayé par un arrêt commandé par le courant. C'est à cette classe qu'appartiennent les plus anciens appareils, tels que ceux de Serrin, de Gramme, etc.

Enfin, les constructeurs américains paraissent avoir une préférence marquée pour les lampes *à encliquetage* dans lesquelles il y a coincement de la tige porte-charbon contre un encliquetage. Les lampes Brush, Weston, Thomson-Houston en sont des exemples. La simplicité de ces lampes n'est guère qu'apparente, et il est rare que leur fonctionnement s'approche comme perfection de celui des bonnes lampes européennes. Celles qui donnent les meilleurs résultats ne les obtiennent qu'au prix d'une certaine complication d'organes.

Dans tous les cas, c'est un organe électromagnétique qui règle le rapprochement : le plus souvent c'est un électro-aimant. S'il est bobiné en gros fil, et mis en série avec l'arc, celui-ci se règle à courant constant. Bobiné en dérivation sur l'arc, il se règle à différence de potentiel constante. Des enroulements mixtes donnent un réglage un peu plus sensible. Enfin, on peut aisément imaginer des dispositions qui donneraient le réglage à travail constant. Mais ce dernier mode n'est pas usité, les deux premiers suffisant aux besoins de la pratique.

Le fonctionnement des lampes à arc en dérivation sur des circuits d'éclairage général, exige impérieusement l'emploi d'une résistance auxiliaire, que l'on doit mettre en série avec la lampe. Elle occasionne une perte d'énergie d'au moins 30 0/0, mais l'expérience prouve qu'elle est indispensable. Les anciennes machines (type d'atelier de Gramme, par exemple) ne nécessitaient pas cette résistance, et semblaient sous ce rapport plus avantageuses. Mais ce n'est là qu'une apparence, comme on le voit en analysant les choses de près.

L'expérience montre, en effet, que, pour que le mécanisme de rapprochement d'une lampe à arc fonctionne bien, il faut qu'une variation dans l'intensité (provenant de l'allongement de l'arc) détermine une variation inverse du *même ordre de grandeur* dans la différence de potentiel à ses bornes. En effet, si la variation de cette dernière quantité était trop faible, l'organe de réglage, bobiné en dérivation, ne réglerait pas assez vite. Ainsi, une seule lampe alimentée par une machine très puissante, par exemple, ne réglerait jamais avant son extinction totale, la variation du potentiel étant nulle, à cause du peu de résistance tant de la source du courant que de la lampe elle-même. Mais si l'on met en avant de la lampe une résistance dans laquelle sont consommés 15 volts, par exemple, alors que la lampe en consomme 45, la source devra produire 60 volts. Mais il est facile de comprendre que la différence de potentiel aux bornes de la lampe, et, par conséquent, de l'électro de réglage, variera de 45 à 60 volts, alors que l'intensité ira en décroissant de 10 ampères à zéro.

La résistance auxiliaire a donc pour but d'établir la sensibilité du réglage, par variation du voltage auquel est soumis la lampe, malgré la fixité du voltage sur la ligne. Dans les anciennes machines monophotes, la résistance intérieure de la dynamo avait une valeur très élevée : il en résultait que cet effet se produisait de lui-même, sans qu'il fut nécessaire de recourir à la résistance auxiliaire.

Le lecteur trouvera cette question développée par la méthode graphique dans un *Rapport sur l'éclairage électrique des bâtiments de l'escadre*, par M. J. Pollard, ingénieur de la marine. Les lampes les plus modernes sont décrites en détail dans l'*Eclairage à l'électricité*, de MM. Hipp. Fontaine, Baudry et Cie, éditeurs. — R.-V. P.

• * **LAMPES A PÉTROLE.** L'application du pétrole à l'éclairage a pris, durant ces dernières années, une extension considérable. On peut en juger par l'augmentation croissante des chiffres de production dans les deux principaux centres d'exploitation, la région voisine des Lacs aux Etats-Unis, et le Caucase, en Russie. L'exportation des pétroles d'Amérique s'est quintuplée depuis vingt ans, et de 5,000,000 de barils, elle est arrivée à 25,000,000 et au delà ; celle du Caucase, où les débuts de l'exploitation ne remontent qu'à un petit nombre d'années, s'est élevée de 8,000,000 de barils en 1884, jusqu'à 16,000,000 en 1888, et elle a depuis lors dépassé notablement ce chiffre.

Ce développement de la consommation coïncide, il faut le dire, avec les perfectionnements qui ont été apportés, d'une part, dans l'épuration des huiles et, d'autre part, dans les appareils d'éclairage. Nous n'avons à nous occuper ici que de ces derniers perfectionnements, dont l'Exposition universelle de 1889 a permis de constater l'importance. Le pétrole y figurait dans un pavillon spécial, organisé par les fils de M. A. Deutsch, le créateur de l'industrie du raffinage du pétrole en France. Parmi les types de lampes, réparties dans l'Exposition, on a pu remarquer des formes d'appareils vraiment artistiques et décoratives, notamment les riches lampadaires surmontés de globes lumineux ou de larges abat-jour plus ou moins chargés d'ornementations diverses. Ces derniers genres d'appareils, permettant d'élever ou d'abaisser à volonté la lumière, sont maintenant à la mode et entrent comme un ornement dans les salons les plus luxueux ; ils ont fait leur apparition à Paris en 1887, et on les compte actuellement par milliers ; grâce à eux, l'éclairage au pétrole, qui avait été presque exclusivement employé par la classe modeste, a pris place aujourd'hui dans les plus riches demeures, et y constitue même un éclairage de luxe.

Cette évolution s'explique d'ailleurs, non seulement par l'élégance des nouveaux types d'appareils destinés à l'emploi du pétrole, mais enfin, par les progrès réalisés dans la fabrication de ces appareils. Un des premiers perfectionnements, et celui peut-être qui a le plus contribué à ce développement, a été la *lampe belge*, à mèches multiples, imitée et désignée sous diverses dénominations suivant les modèles créés par les fabricants, notamment la *lampe Sépulchre*, la *lampe universelle*, la *mitrailleuse*, la lampe *à double courant d'air*, etc. Ces appareils restaient d'abord dans les modèles courants et simples ; plus tard sont venus les types de lampes riches, tels que ceux de MM. Schlossmacher et Ferreux, concessionnaires

de la lampe Sépulchre, ceux de M. Ristelhueber, inventeur de la lampe universelle, puis la lampe Hinks et la lampe Rochester.

La *lampe Hinks*, d'origine anglaise, se distingue par ses deux mèches plates, parallèles, se manœuvrant séparément au moyen d'un bouton double; elle peut être allumée sans qu'on ait besoin d'enlever le verre, par suite du mouvement de rotation de la clef qui soulève le porte-globe et le verre. Une partie mobile, qu'on élève ou qu'on abaisse, à volonté, peut intercepter, quand elle est élevée, l'accès de l'air et jouer ainsi le rôle d'extincteur. La *lampe Rochester*, d'origine américaine, diffère de la précédente par la forme de la mèche, qui est ronde; elle est à double courant d'air, comme les lampes dites *universelles*. Elle produit, au point de vue de l'éclairage, un effet analogue à la lampe Hinks.

Nous rappellerons aussi la lampe *Peigniet-Changeur*, dont nous avions déjà parlé dans le *Dictionnaire*, et qui continue à donner d'excellents résultats, avec sa disposition spéciale destinée à compenser l'abaissement du niveau du liquide et à humecter toujours uniformément la mèche pour assurer la constance de l'éclairage.

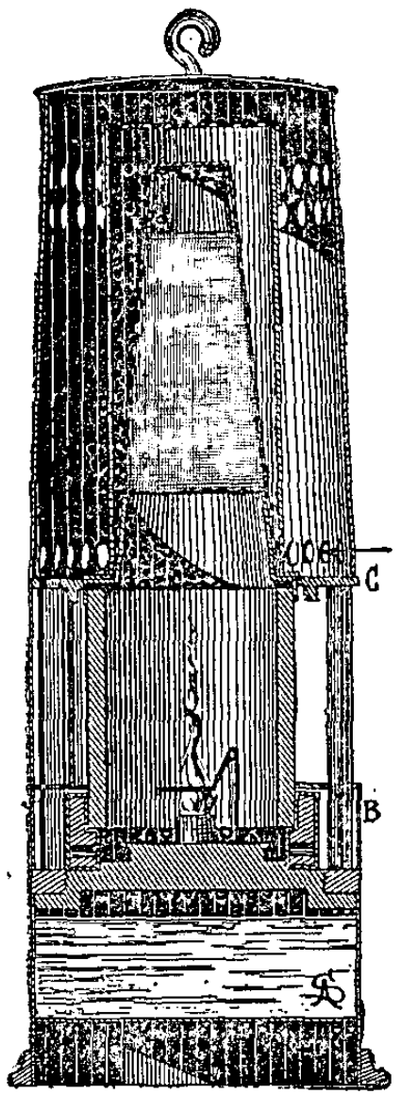
Avant de clore cette revue sommaire des principales lampes à pétrole, nous dirons encore quelques mots des appareils employant les *huiles lourdes*, le *lucigène* et la *lumière Wells*, qui s'appliquent aux éclairages industriels, aux travaux de nuit sur les chantiers, etc... Le *lucigène* brûle des huiles lourdes de goudron, ou de pétrole, pulvérisées soit au moyen d'un courant d'air comprimé, soit au moyen d'un jet de vapeur qui, en se surchauffant dans la chambre de combustion, favorise la volatilisation des molécules les plus denses, et active puissamment l'intensité de la flamme. Le jet de flamme a généralement $0^m,10$ de diamètre et $0^m,40$ à $0^m,50$ de hauteur; on évalue à 200 carcels environ sa puissance lumineuse. Avec l'air comprimé, une force de quelques kilogrammètres suffit pour produire cette intensité d'éclairage. La *Lumière Wells* produit à peu près les mêmes effets, mais elle n'exige pas de force motrice, un jet de vapeur remplaçant l'air comprimé pour produire la pulvérisation de l'huile lourde. — G. J.

LAMPES DE MINES. Les lampes de sûreté des mines à grisou doivent satisfaire à un certain nombre de conditions qu'il est difficile de concilier.

Elles doivent donner une bonne lumière et rester allumées, même lorsqu'elles sont agitées ou lorsqu'elles sont placées dans une position plus ou moins inclinée; ne pas laisser passer la flamme au dehors quand elles sont soumises à un courant, même très fort, d'un air devenu détonant par son mélange avec le grisou; ne pas transmettre non plus l'inflammation au dehors lorsque, la lampe se remplissant lentement d'un mélange gazeux détonant, une explosion intérieure se produit, au moment où le mélange dangereux vient en contact avec la flamme. Enfin, placée dans un milieu peu ou point détonant, mais cependant contenant du grisou en proportion notable, la lampe ne doit pas présenter, par suite de sa construction intérieure, une température capable de rougir les toiles métalliques protectrices. Pour réaliser ces conditions principales et d'autres secondaires, on a imaginé, depuis la découverte de Davy, les dispositions les plus variées dont nous décrivons et figurons les principaux types de construction les plus récentes, couramment employés dans les mines.

Lampe de sûreté de Salter. Les points nouveaux de cette lampe sont: 1° entourage et protection des treillis par un double fourreau-garde dont la partie mobile permet l'entretien de la lampe; 2° une double enveloppe en toile métallique, l'enveloppe intérieure étant conique; 3° le système d'empêcher l'air de frapper directement la toile métallique à l'aide d'un rebord circulaire; 4° le système de munir la lampe de deux verres disposés concentriquement; 5° la disposition d'extinction automatique au moyen d'un tube, quand on dévisse la lampe et la possibilité de débarrasser la mèche des produits charbonneux également à l'aide de ce tube et des griffes.

Coupe verticale *NN* sur l'axe de la lampe.



Vue en plan. Coupes aux niveaux *B* et *C*.

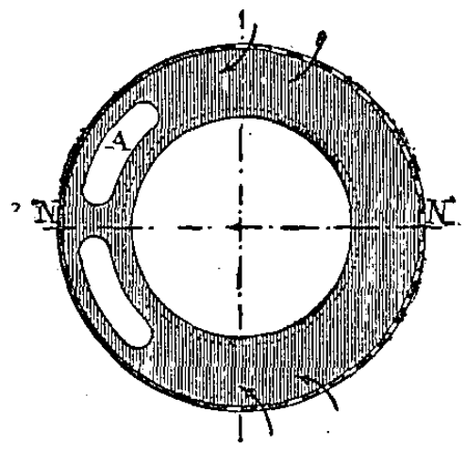


Fig. 618 et 619. — *Lampe de sûreté, système Fumat, à colonne de fumée équilibrée, et à modérateur automatique de tirage.*

C Partie moyenne du cadre où sont ménagées les ouvertures *A* pour l'admission de l'air par en haut. — *B*, base du cadre portant sur le 1/3 de son développement la gaine fermée dans laquelle sont ménagées des ouvertures pour l'admission de l'air par en bas.

Lampe de sûreté Fumat (fig. 618 et 619). Ce modèle a été étudié et construit pour servir aux boiseurs et aux rouleurs qui ont à travailler ou à circuler dans les galeries où les courants d'air sont des plus violents et où les remous sont fréquents; la flamme reste droite et tranquille dans les milieux les plus tourmentés et l'oscillation favorise la combustion.

Cette lampe résume toutes les autres, convenant pour le cas général, c'est-à-dire pouvant indifféremment

séjourner dans un milieu gazeux tranquille et dans un milieu agité; elle consiste essentiellement en : 1° Une chemise percée de trous ronds en bas et en haut, les uns permettant à l'air ambiant d'entretenir la combustion, et les autres aux fumées de s'échapper; 2° un conduit-réflecteur très utile, parce qu'en tournant le crochet de la lampe de ce côté toute la lumière est dirigée sur le point qu'on veut éclairer. Cela plaît aux mineurs.

Dans ce modèle comme dans les autres, la cheminée-tamis reçoit le tamis conique et les deux n'en font qu'un; on voit du reste la cheminée-tamis par les trous ronds et le tamis conique par le verre en regardant de bas en haut.

Le tirage est basé sur la différence de poids de la colonne froide et de la colonne chaude ; si la lampe s'échauffe, la colonne froide perd de son poids et le tirage diminue; de plus, l'air admis sur la flamme passant à travers les mailles du tamis, c'est-à-dire à travers une même ouverture quand il est chaud, sous le même volume, contient moins d'oxygène, d'où encore diminution de tirage. Cette lampe résiste à un courant horizontal d'un mélange inflammable à une vitesse due à une pression manométrique de 1 pouce 8, soit de 90 pieds par seconde pendant 3 minutes, sans explosion et brûlant tout le temps ; dans des courants d'un mélange détonant de gaz et d'air, animés d'une vitesse de $4^{m},50$ par seconde, la lampe ne laisse pas passer la flamme, quelle que soit la position de la lampe par rapport au courant gazeux.

Au point de vue de la sûreté elle présente des conditions aussi satisfaisantes que les meilleures lampes actuellement employées.

Systèmes de fermeture divers des lampes de sûreté. On sait avec quelle facilité l'ouvrier arrive à avoir raison de la fermeture avec clef à simple trou carré ; il lui suffit, le plus souvent, d'un morceau de zinc retourné et même d'un simple morceau de bois pour dévisser la vis ; lorsque la lampe s'éteint, il la rallume le plus souvent au chantier, afin de n'avoir pas la peine de se rendre au poste de rallumage. Les conséquences d'une pareille imprudence peuvent, par suite, être très graves, et il y a vraiment lieu d'en être effrayé, lorsqu'il n'est pas douteux que, malgré toute la surveillance possible, ce genre d'imprudence se renouvelle, très certainement, plusieurs fois par jour. Les lampes dites *de sûreté* du type Mueseler, qui sont munies de la fermeture à vis, avec clef à simple trou carré, paraissent donc présenter, à ce point de vue là, un point excessivement faible.

La question d'une meilleure fermeture est, depuis longtemps, l'objet de nombreuses recherches et bon nombre d'hommes compétents ont déjà proposé différents systèmes dont quelques-uns sont même en usage dans certaines exploitations ; mais il n'en est pas moins vrai qu'un mode de fermeture plus simple et surtout plus pratique est encore à trouver.

Fermeture à clef taraudée, système Vialla. Le mode de fermeture Vialla comprend une tige taraudée à son extrémité inférieure et fixée, par son autre extrémité à un fort ressort, qui lui-même est fixé sur le bord supérieur de la rave de la lampe. Lorsque la lampe est fermée, l'extrémité supérieure de la tige vient se loger dans une petite cavité ménagée dans le cercle du cadre supérieur et fixe ainsi la rave au corps de la lampe.

Lorsqu'on veut l'ouvrir, on se sert d'une clef creuse taraudée, que l'on introduit dans la partie vissée de la tige, et avec laquelle on tend alors le ressort ; la tête de la vis se trouve ainsi dégagée de la cavité et la lampe peut être dévissée.

Le taraudage de la clef empêcherait déjà l'ouvrier de s'en procurer plus difficilement une semblable ; mais, pour la rendre encore plus difficile à faire, on fait le taraudage à gauche. Ce genre de tarauds n'existant pas dans le commerce, l'ouvrier ne pourra se procurer une clef semblable qu'en la faisant fabriquer spécialement dans un atelier.

Fermeture électro-magnétique. Un autre mode de fermeture, système Villiers, consiste en une pièce de fer doux affleurant le fond, qu'un électro-aimant attire de son encastrement pour ouvrir la lampe posée sur les deux pôles de l'aimant, fixé à une table, capable de soulever 50 kilogrammes, force un peu supérieure à celle du ressort maintenant le verrou dans un encastrement existant dans les deux parties mobiles de la lampe et empêchant absolument l'ouvrier d'ouvrir sans le secours d'une attraction magnétique de 50 kilogrammes ; attendu qu'il n'existe aucune prise pour attirer la pièce de fer effleurant le fond, par un tout autre moyen que celui de l'électro-aimant.

Ce mode de fermeture est donc incontestablement supérieur à tout autre, sauf le mode de la soudure en usage dans quelques mines, mais qui est certainement plus onéreux et pas plus efficace.

Lampe de sûreté au gaz comprimé, système Cambessédès. Bien des modèles ont été inventés ; le seul dont nous devons parler est la lampe Cambessédès que l'industrie minérale a soumise aux expériences diverses, depuis bientôt un an.

Le premier point à établir est de savoir si cette lampe offre les mêmes garanties de sécurité que les types actuellement en usage. De là, la nécessité de lui faire subir un grand nombre d'expériences soumises aux travaux des différentes commissions du grisou.

Lampe de sûreté à alimentation rationnelle, éclairage à l'huile et au pétrole, séparément ou simultanément. Ne pouvant pas, dans cet article, aborder la description des nombreux essais que la commission du grisou a effectués ; nous nous bornerons à décrire le type de lampe à éclairage intensif que la commission du grisou a adopté.

Ce type, représenté (fig. 620), est composé essentiellement par une couronne annulaire MN, d'entrée d'air, un bec à blanc à double courant d'air V, un cône directeur des gaz O, un réservoir latéral à huile K, enfin un verre surmonté d'un ou de deux treillis FF, et d'une cuirasse G.

L'air et le gaz détonants pénètrent dans la bague MN, par les montants creux P', ils traversent ensuite la toile métallique ou la tôle perforée *aa*, et par de nouvelles ouvertures ménagées en M'N', ils se rendent dans la chambre R S.

Le mélange détonant, contenu dans cette chambre RS, est dirigé sur la flamme de la lampe par deux trous BB, qui le dirigent dans l'intérieur du bec, et par un cône O, qui conduit l'air sur le pourtour extérieur de la flamme.

Un monte-baisse mèche à griffes est actionné par la tige *e e*, au moyen d'un pignon et d'une crémaillère. La tige H sert de mouchette. L'huile est fournie par le réservoir K, ce réservoir est constitué par une partie de l'espace compris entre deux cylindres concentriques. Il est muni d'un tube de Mariotte I. La hauteur de l'huile est ainsi rendue invariable pendant toute la durée de la combustion. Il suffit, pour la fixer, une fois pour toutes, à quelques millimètres de la flamme, de donner au tube I une longueur telle que son extrémité inférieure affleure au niveau choisi.

Coupe verticale sur l'axe de la lampe.

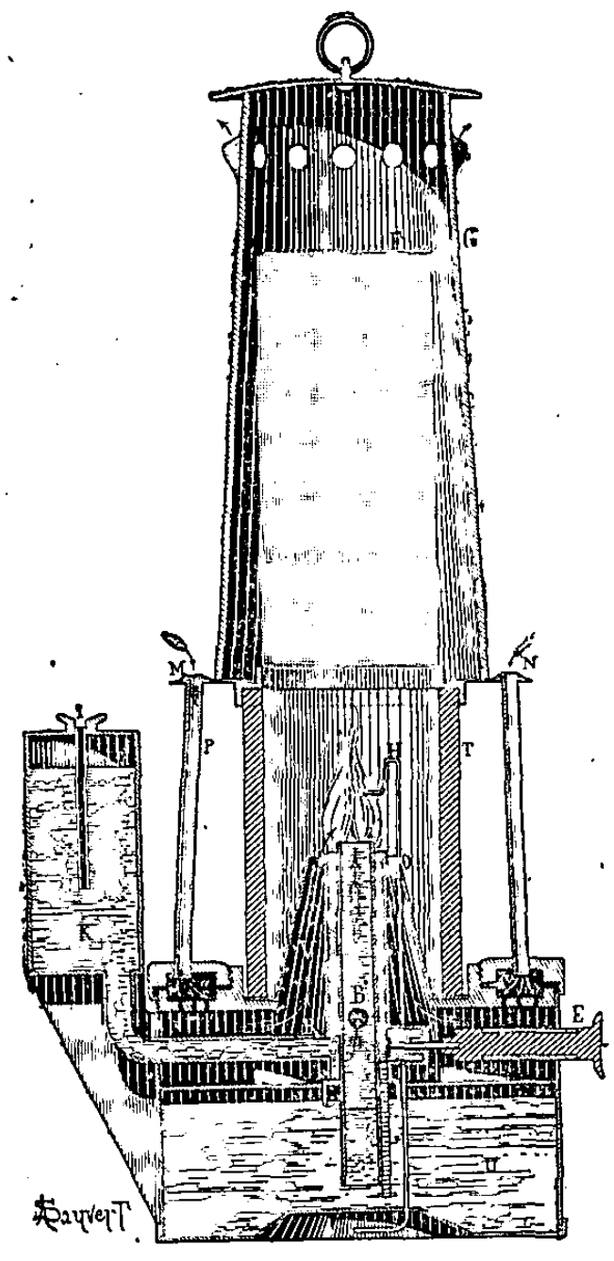


Fig. 620. — *Lampe de sûreté à alimentation rationnelle, éclairage à l'huile et au pétrole séparément ou simultanément. Type adopté par la commission du grisou.*

K Réservoir d'huile. — *U* Réservoir de pétrole. — *P* Tube d'alimentation d'air. — *T* Verre épais. *G* Cuirasse en tôle d'acier. — *F* Tamis. — *H* Mouchette. — *E* Vis de réglage de la mèche. — *I* Tube de Mariotte pour réglage constant de l'huile au niveau du bec de la mèche.

La face intérieure concave du réservoir sert de réflecteur. Avec le pétrole, le réservoir latéral K est inutile. Le pétrole est placé dans le réservoir U. Le bec à blanc de la figure 620 peut être remplacé par un bec allemand Cosnios à mèche annulaire et courant d'air intérieur. Un verre T, une cuirasse en tôle pleine G, un ou plusieurs treillis de sûreté F, complète le système.

Les fumées, après avoir traversé le treillis, sortent en haut de la lampe. Aucune autre ouverture n'existe dans la cuirasse. L'air et les gaz pénètrent donc dans la lampe uniquement par le bas. Ces dispositifs ont pour objet et pour effet d'augmenter considérablement le pouvoir éclairant à consommation d'huile égale et de garantir une complète sécurité.

L'augmentation du pouvoir éclairant et l'économie d'huile réalisée sont considérables. On peut évaluer l'économie d'huile à moitié. Dans les essais effectués avec le photomètre de Rumfort. On n'a constaté que pour un pouvoir éclairant quadruple, la consommation d'huile était à peine double de celle des lampes Mueseler, Marsaut, Fumat, etc. D'autre part, tandis que dans les lampes ordinaires, il est très difficile de faire varier le pouvoir éclairant sans charbonner la mèche et sans enfumer le treillis; on peut, avec le dispositif de la figure 620, graduer, sans inconvénient, la lumière zéro jusqu'à 7 ou 8 fois le pouvoir éclairant des lampes ordinaires. Les mineurs peuvent ainsi, lorsqu'ils veulent explorer le toit, nettoyer leurs charbons, etc., obtenir momentanément toute la clarté désirable.

Les causes de cette grande supériorité sont dues : 1° au double courant d'air et au cône directeur de gaz O, qui assure l'afflux rationnel de l'oxygène autour de la flamme et l'enlèvement immédiat des produits de la combustion; 2° à l'échauffement de l'air qui arrive, en outre, par un mélange des fumées ou des gaz déjà brûlés au contact de la flamme; 3° au niveau invariable de l'huile, à quelques millimètres de la flamme.

Non seulement cette lampe est incomparablement plus éclairante que toutes les lampes de mine connues, mais elle possède, en outre, le précieux avantage : 1° de permettre de faire varier à volonté, dans les plus larges limites, le pouvoir éclairant, sans que la mèche fume ou charbonne; 2° de conserver, jusqu'à la dernière minute, un pouvoir éclairant constant, tandis que les lampes ordinaires décroissent notablement d'intensité lumineuse à la fin de leur durée.

La sécurité est aussi satisfaisante que le pouvoir éclairant. De nombreux essais au gaz d'éclairage, dans des mélanges dosés ou non dosés, ont été démontrés. Cela n'a, d'ailleurs, rien de bien étonnant. Le grisou ou l'air ne peuvent circuler qu'au contact de la flamme dans une zone très restreinte où le grisou brûle au fur et à mesure de son arrivée.

En se plaçant dans les conditions les plus défectueuses, avec le petit feu, le grisou ne peut remplir, dans la lampe, qu'une surface cylindrique ayant pour base le diamètre du sommet du cône O, qui n'a que deux centimètres de diamètre, moins de la moitié du diamètre des lampes Mueseler, Marsaut et Fumat.

Toute la partie comprise entre le cône et le verre joue le rôle de culot neutre, dont l'influence est bien connue depuis les mémorables expériences de Bessèges.

Les orifices d'entrée d'air, qui constituent le point faible des lampes à alimentation par le bas, sont garantis par le treillis *a a* et les tubes P, dont on pourrait protéger facilement les extrémités supérieures par l'adjonction d'autres treillis, mais n'a-t-on pas exagéré les dangers des lampes?

La Commission du grisou a reconnu récemment qu'un plus grand pouvoir éclairant des lampes était une mesure très efficace contre les causes d'accidents dues au grisou, elle a recommandé

vivement l'usage de la lampe du type ci-dessus décrit.

Il n'y a pas un praticien qui ne se rende compte de toute l'importance d'un bon éclairage; aussi avons-nous cru devoir donner ici quelques détails sur cette question.

Lampe électrique de mines, système Pollak, à accumulateurs genre Plantë perfectionné. Nous décrivons un type de lampe de mines à accumulateurs qui nous semble le mieux étudié pour répondre aux conditions multiples que nous avons énumérées en tête de cet article, celle de M. C. Pollak dont voici la description sommaire :

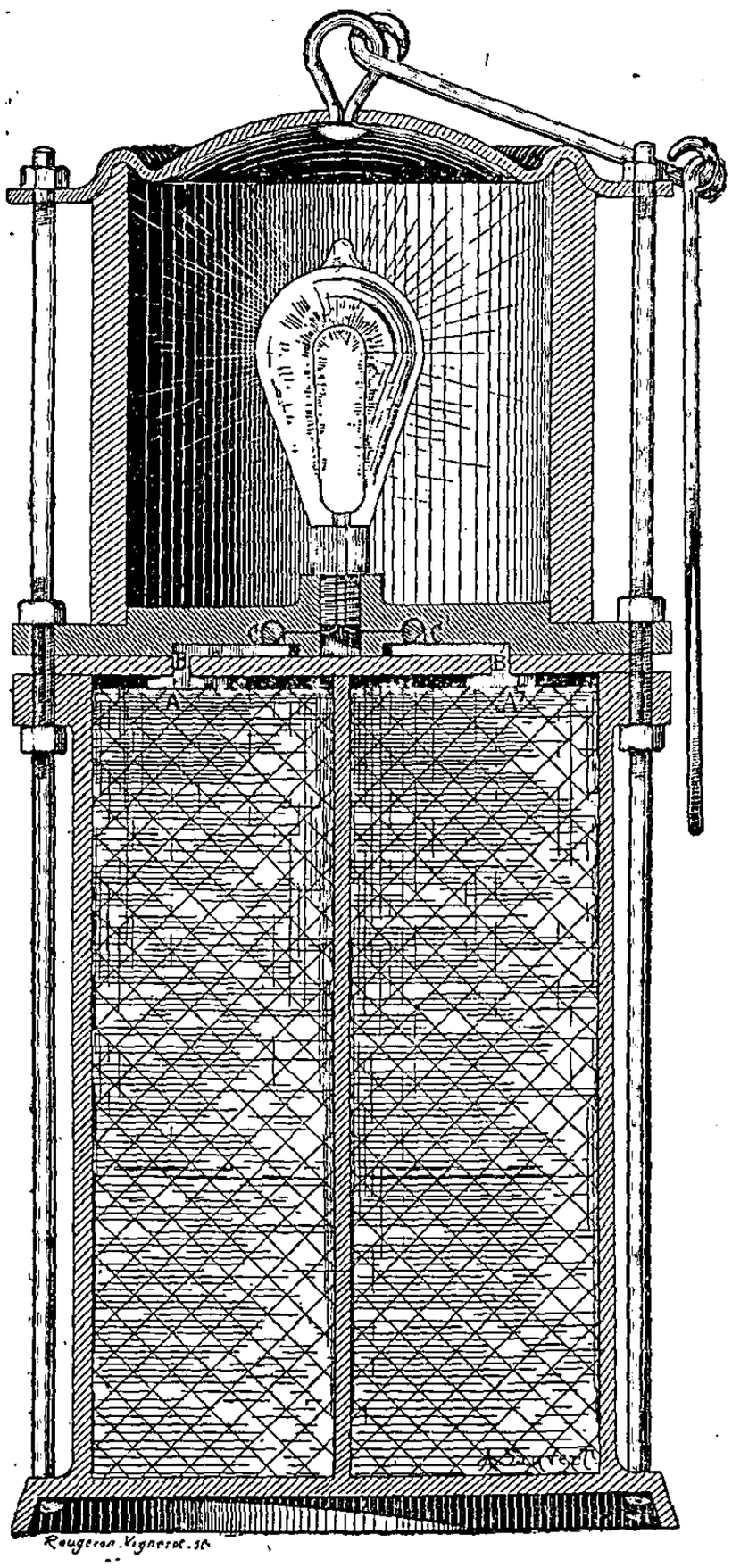


Fig. 621. — *Coupe verticale sur l'axe de la lampe.*

Une boîte de section carrée avec angles coupés, en ébonite, renferme deux accumulateurs du type Pollak, genre Planté perfectionné; elle repose sur un socle métallique circulaire. Un couvercle en ébonite sert de support à une lampe à incandescence enfermée dans un cylindre en verre épais. Le tout est recouvert par un chapeau métallique serré au moyen de boulons sur le cylindre en verre. Une feuille de caoutchouc doux, interposée entre le couvercle et la boîte, rend la fermeture hermétique. Dans le couvercle sont noyées deux lames BB', en arc de cercle de métal inoxydable (du platine) ; ces deux lames sont fixées à la feuille en caoutchouc par un bouton à une extrémité seulement de chaque lame en arc de cercle ; ces deux boutons A et A', en platine, sont en contact avec chaque accumulateur, et sont reliés au moyen d'une double aiguille *c c'* que l'on introduit dans un canal horizontal pratiqué dans le couvercle lorsqu'on veut charger les accumulateurs.

Vue en plan de la lampe électrique (le couvercle des accumulateurs enlevé).

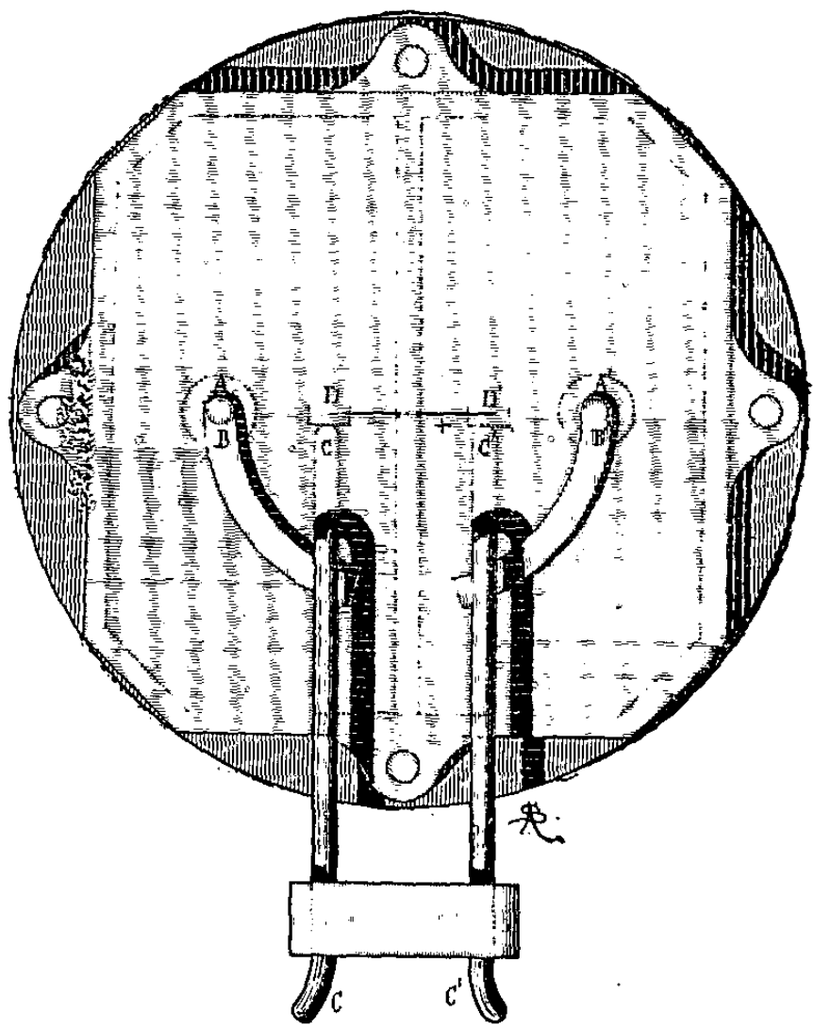


Fig. 622. — *Lampe de sûreté électrique (système Pollak) à accumulateur genre Planté perfectionné.*

A A' Boutons de contact avec chaque accumulateur. — *B B'* Lame en métal inoxydable pour la charge et décharge des accumulateurs. — *C C'* Aiguilles de charge et décharge mettant en contact les lames *B B'* avec les deux pôles de la lampe *D D'* au moment de l'allumage. — Temps de charge, six à huit heures. — Durée de l'éclairage, dix à douze heures. — Poids de la lampe toute garnie, 1,800 à 1,900 grammes.

Les conducteurs de la lampe sont mis en contact avec chacun des pôles de l'accumulateur également par la double aiguille *c c'* en l'enfonçant davantage jusqu'aux pièces de platine D D' réunissant les deux conducteurs du fluide positif et négatif au filament de bambou de la lampe lorsqu'on veut l'allumer.

Les contacts se trouvant à l'intérieur de la boîte et du couvercle, ni l'ouverture, ni la fermeture du courant ne peuvent déterminer d'explosion. La lampe peut donc être allumée ou éteinte dans une atmosphère inflammable. En démontant le système, ou en cassant le cylindre protecteur en verre, on amène l'extinction de la lampe, l'élasticité du caoutchouc rompant le contact intérieurement. Le modèle représenté (fig. 621 et 622), pèse

1,900 grammes environ et donne en moyenne douze heures d'une lumière sensiblement constante dont l'intensité lumineuse varie, suivant le degré de poussage de la lampe et le degré d'avancement de la décharge de l'accumulateur, entre 0,5 et 0,8 bougie.

Chaque lampe renfermant deux accumulateurs en tension dont la force électro-motrice est de 4 volts environ, les lampes épuisées se chargent par séries de 20 lampes en tension montées en dérivation sur une machine à potentiel constant de 100 volts.

La charge s'effectue en six ou huit heures avec un courant de 0,8 à 1 ampère.

Telles sont les principales dispositions de la lampe de mines à accumulateurs de M. Pollak ; elles paraissent bien comprises et bien étudiées, l'expérience sur une grande échelle pourra seule indiquer les modifications de détail à y apporter, pour remédier à certains petits défauts qui échappent à l'examen le plus attentif.

Fermeture des lampes de mines. Plus récemment on a employé le rivet ou la soudure de plomb pour fermer les lampes de sûreté.

Deux petites lames de fer ou cuivre sont soudées, l'une au réservoir, l'autre à la bague supportant le verre.

Ces lames sont percées chacune d'un œillet et sont soudées de telle façon que ces œillets arrivent juste en face l'un de l'autre lorsque la lampe est fermée ; on introduit alors dans le trou formé par ces œillets une cheville en plomb qu'on rive au moyen d'une pince spéciale qui imprime en même temps sur chaque extrémité du rivet une lettre bien apparente. Cette lettre a pour effet de rendre plus visible toute tentative de fraude.

Pour dériver on emploie une autre pince, l'une des branches maintient l'œillet, pendant que l'autre branche qui est armée d'un poinçon chasse le rivet. L'autre disposition adoptée pour la soudure de plomb qui est également très simple et dont la seule différence existante consiste : dans les deux lames qui sont : 1° horizontales au lieu d'être verticales ; 2° la lame supérieure est seule percée d'un œillet pour recevoir la soudure et la laisser pénétrer sur la lame inférieure.

Pour souder et pour dessouder, on emploie une pince spéciale.

On a laissé subsister dans cette lampe le chien ressort, ce qui constitue une double fermeture. — J.-J. M.

○* **LARTIGUE** (Joseph), ingénieur, né à Vic-en-Bigorre en 1791, mort en 1875, s'engagea dans la marine en 1806, passa ses examens en 1810, et parvint, après avoir fait toutes les campagnes de la première moitié du siècle, au grade de capitaine de vaisseau. Il fut retraité en 1851, mais il resta dix ans encore attaché au dépôt des cartes et plans de la marine, où il rendit les plus grands services ; il était commandeur de la Légion d'honneur. On lui doit, parmi ses nombreux travaux spéciaux : *Instructions nautiques sur les côtes de la Guyane* (1827, rééditées en 1860), un célèbre traité : *Exposition du système des vents*, le plus complet et le mieux fait qui existe sur la matière (1840, réédité en 1855), diverses études très remarquables sur les mouvements aériens, et qui restèrent longtemps classiques, *Remarques sur l'ascension de MM. Crocé-Spinelli et Sivel* (1874), etc. Savant météorologiste, Lartigue a fait, jusque dans les dernières années de sa vie, autorité dans cette matière peu étudiée jusqu'alors, et malgré les faibles moyens qu'il avait à sa disposition, les observations nouvelles ne l'ont pas mis en défaut.

LAVAGE DES CHARBONS. — V. *Dictionnaire*, Lavage et préparation mécanique, et au *Supplément*, Exploitation des mines.

LAVOIR. — V. au *Supplément* Bains et Lavoirs.

○* **LENOIR** (Alexandre-Albert), architecte et archéologue, fils du célèbre Marie-Alexandre Lenoir, qui sauva de la destruction les richesses artistiques de Paris, pendant la Révolution, et fut un des fondateurs des musées de Cluny et de l'Ecole des Beaux-Arts, était né à Paris en 1801, et mourut dans la même ville en février 1891. Il voyagea fort jeune en Italie, en Orient, puis dans le Midi de la France, revint chargé de dessins et de croquis intelligemment faits, qui lui valurent aussitôt une place honorable parmi les archéologues français, alors très en vue. C'est lui qui réunit le palais des Thermes, déjà restauré par son père, au musée de Cluny, et y installa le musée. Il s'est surtout occupé d'établir des plans pour la *Statistique monumentale de Paris depuis les Romains* et pour la collection des *Documents inédits de l'histoire de France* ; il a aussi collaboré au *Palladio* de Correard et Chapuy, de 1825 à 1842, aux *Monuments anciens et modernes* de Gailhabaud, à la *Revue générale d'architecture*, aux *Annales archéologiques*. Il a publié divers ouvrages d'érudition et de vulgarisation très estimés, entre autres : *Des Monuments antérieurs à l'établissement du Christianisme dans les Gaules*, l'*Architecture militaire au Moyen-Age*, *Monuments religieux au Moyen-Age* (1847), *Architecture, Archéologie*, instruction pour le peuple (1849), l'*Architecture monastique* (1852), *Notice et dessins du tombeau de Napoléon Ier* (1855). A l'exposition universelle de 1855, où il avait envoyé un tableau : la *Sainte-Chapelle au XIIIe siècle*, en collaboration avec M. Jules Laure, et quatre dessins de l'*Hôtel de Cluny*, il avait remporté une mention. Membre du Comité des monuments historiques, secrétaire de l'Ecole des Beaux-Arts (1862) en remplacement de Vinit, membre de l'Académie des Beaux-Arts en 1869, Alexandre-Albert Lenoir était officier de la Légion d'honneur depuis 1872.

○* **LEVÉ TOPOGRAPHIQUE DES PLANS DE SURFACE ET SOUTERRAINS.** *Méthodes, procédés et descriptions des opérations géodésiques, et des instruments s'y rattachant en usage courant dans les travaux d'arpentage à la surface et dans les mines.*

A la *surface*, on fait usage, pour les opérations d'arpentage de peu d'importance ou sommaires, de l'équerre montée sur simple pied, à pinnules, à miroirs et à prismes ; du graphomètre et du pantomètre sur trépied, et pour les opérations de

plus grande importance, on se sert du *théodolite* et du *tachéomètre*. — V. ces mots au *Dictionnaire*.

. Les trois premiers ne donnent que les angles horizontaux dits *azimuths*, le théodolite donne, en outre, les angles verticaux dits *zéniths*, il est aussi, dans quelques-uns, additionné d'une petite lunette dans laquelle est logée une aiguille aimantée dite *d'orientation magnétique*; en outre, tous ces instruments sont munis d'un ou plusieurs niveaux à bulle d'air allongée ou circulaire pour installer le limbe azimuthal et zénithal de l'instrument dans un plan horizontal et vertical.

. Le *théodolite* porte une lunette astronomique dite de *longue-vue* pour distinguer les jalons et la mire parlante à une grande distance variant de 10 à 1,000 mètres; les trois premiers instruments ne sont munis que de pinnules à réticule en crin noir, qui permettent de distinguer nettement les jalons et la mire qu'à une distance maximum de 100 mètres et sont beaucoup moins précis que le théodolite à lunette-longue-vue, celui-ci étant muni d'un réticule à cheveu ou fil d'araignée, logé dans l'intérieur du tube de la lunette près de l'oculaire, par conséquent à l'abri de toutes détériorations, sauf celle occasionnée par la température hygrométrique qui fait dilater ou contracter le mince fil du réticule, cause qui amène souvent sa distension ou sa rupture; pour obvier à ce désagréable inconvénient, on grave sur le verre oculaire les fils du réticule de tous les nouveaux instruments à lunette; on a fait cette première application sur le tachéomètre qui porte trois traits verticaux et trois traits horizontaux dont celui du milieu, dit *fil axial*, passe au centre optique de l'oculaire, les deux autres traits parallèles à celui du centre, dits *fils extrêmes*, sont à une distance réglée pour former un système de réticule *stadia*.

. Le *tachéomètre* réunit en lui seul tous les autres instruments cités plus haut, il a, en plus, le précieux avantage de donner les distances avec une approximation tolérée de 1 pour 10.000, précision bien suffisante dans la pratique des travaux topographiques; il est très apprécié des opérateurs pour la précision et la célérité des grandes opérations nécessitées pour l'établissement d'avant-projets de chemins de fer, routes, canaux, triangulations et travaux topographiques de toutes sortes.

On trouve aisément et très rapidement toutes les coordonnées des trois données trigonométriques du tachéomètre avec la règle à calcul ou avec les tables de l'excellent ouvrage de M. Gonnin, qui donne sept décimales calculées pour tous les degrés ou grades du limbe, ainsi que les fractions de degrés ou grades de minute en minute et de secondes par interpolation.

Usage des équerres montées sur pied. Les équerres sur pied sont principalement employées pour tracer des coordonnées sur le terrain, soit dans le but de lever un plan par cette méthode, soit plus souvent dans le but de lever des détails. Elles peuvent servir, de plus, à résoudre divers problèmes tels que : prolonger un alignement au delà d'un obstacle, déterminer la longueur d'un alignement dont une extrémité est inaccessible, mesurer une distance inaccessible, mener une perpendiculaire à une direction inaccessible, etc...

Usage du graphomètre, du pantomètre et de la boussole. Ces instruments les plus simples servent à faire des levés de peu d'étendue et sans grande précision.

Emploi de la photographie au levé topographique. En ces derniers temps, on a eu l'idée d'appliquer la photographie pour le levé des plans cartographiques; il a été construit, à ce sujet, des appareils fort ingénieux et très précieux pour l'art de la topographie donnant l'image parfaite de la surface du sol avec les appareils Moëssard, Damoizeau, Laussedat, etc., qui sont mis en pratique principalement par l'Etat-major pour la confection de ses cartes.

Nous ne décrirons pas ici les procédés et les instruments employés à cet art, et renvoyons le lecteur qui désire approfondir cette question du jour aux traités spéciaux de photographie tels que C. Fabre, Davanne, L. Vidal, etc.

Trigonomètre topographique. Tous les instruments cités plus haut sont employés pour obtenir la topographie du sol, mais les opérations en sont longues et laborieuses, autant dans le travail sur le terrain qu'au bureau pour les calculs et le rapport, à l'échelle, sur le papier, quels que soient les différentes méthodes et procédés dont on fasse usage.

Pour abréger ces longues opérations sans préjudice à la précision, un géomètre, M. J. Maréchal, a imaginé un instrument mécanique dénommé *trigonomètre topographique* (fig. 623) dont l'usage et le but consistent essentiellement à mesurer mécaniquement le chemin parcouru sur le terrain, les longueurs horizontales et hauteurs verticales d'une série de points passant par des directions connues ou déterminées au préalable. Cet instrument réunit en une seule, avec célérité et précision, les deux opérations de chaînage et nivellement ordinairement en usage pour obtenir le relief du sol nécessaire dans une étude de projets de chemins de fer, tracés de routes, canaux, établissement de plans topographiques, état des lieux, etc...

Trigonomètre à calcul. Appareil propre à donner automatiquement la valeur des diverses lignes trigonométriques sans le secours des tables également établies à cet usage.

Cet instrument, basé sur la définition des lignes trigonométriques, a pour but la détermination directe et rapide de ces lignes, sans calculs préalables. Dans les triangulations et autres opérations de géodésie, tracés de chemins de fer, plans de mines, etc., la détermination des lignes trigonométriques, au moyen des tables de logarithmes ou de sinus naturels, est un travail très long, qui souvent demande vérification. Dans les travaux journaliers du géomètre, surtout, lesquels demandent à être faits très rapidement, on doit chercher à rendre cette détermination très facile. C'est pour toutes ces considérations que M. Trimollet, ingénieur-géomètre, a imaginé cet instrument à calcul qui, à la rapidité demandée, joint

une approximation suffisante; son usage n'est qu'une affaire de lecture, ce qui peut même permettre de faire prendre les valeurs cherchées par des personnes ayant à peine quelques notions de trigonométrie.

Chariot géodésique. Cet appareil, très usité, est un accessoire d'instrument géodésique, indispensable pour obtenir la précision de tous levés de plans des mines et de surface, en permettant de faire coïncider exactement l'axe vertical ou centre du limbe gradué de l'instrument avec la verticale passant par le point ou sommet d'une station, ainsi que d'accélérer notablement la mise en station avec certitude et sans tâtonnement. Nous citerons entre autres les systèmes Trimollet et Blanchet. Ce chariot géodésique se construit en bois dur et en métal ou alliage de métaux suivant les usages spéciaux auxquels on le destine.

Tracé d'une méridienne astronomique. Il est indispensable, soit pour réduire constamment les directions magnétiques au Nord-Vrai, soit pour connaître plus ou moins exactement la direction de la ligne de base dans les levés au moyen du tachéomètre, du théodolite, de la boussole à lunette dite *pantomètre*, de déterminer au jour une ligne méridienne. On appelle ainsi la trace sur le sol, en un lieu quelconque, un plan passant par les pôles de la terre. Ce plan est dit *méridien astronomique.*

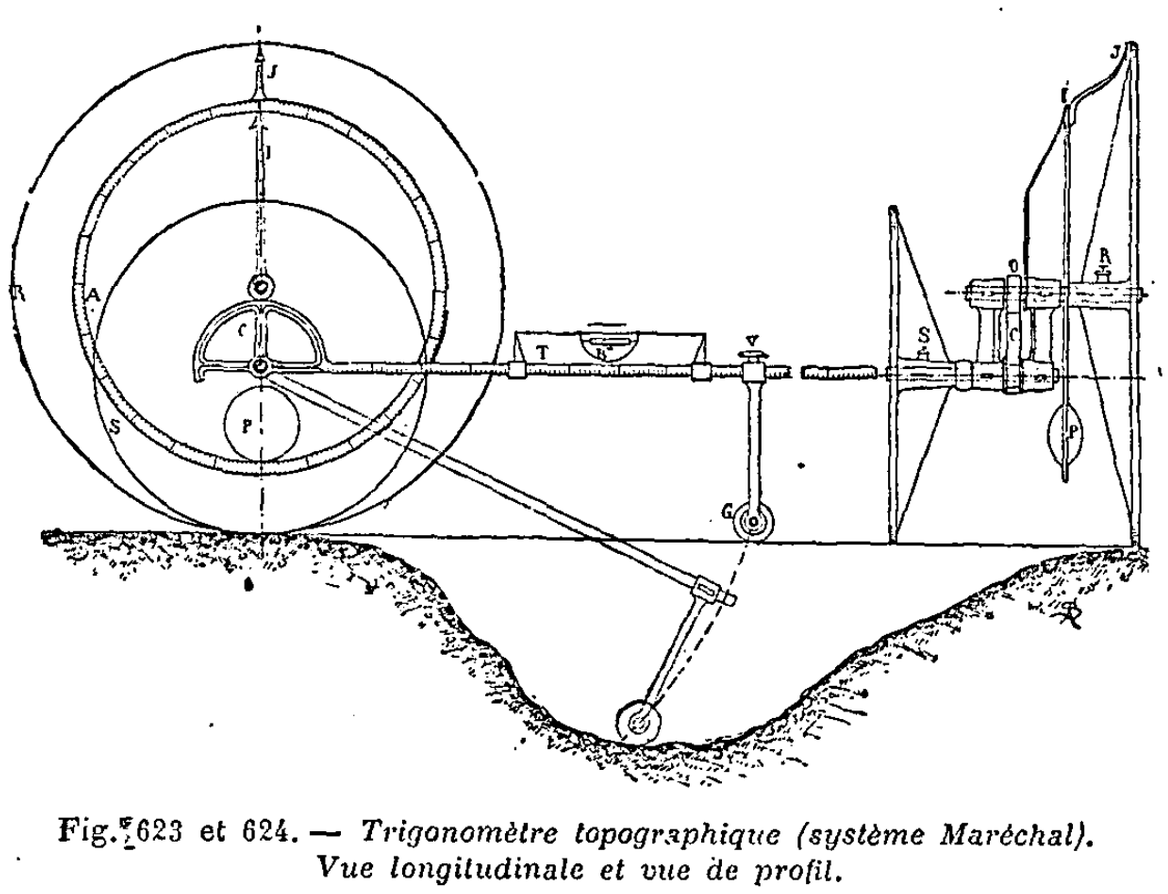


Fig. 623 et 624. — *Trigonomètre topographique (système Maréchal). Vue longitudinale et vue de profil.*

A Limbe zénithal articulé sur l'essieu de la grande roue *R*. — *P* Poids placé au bas du cercle pour maintenir, par sa gravité, dans la verticale, le zéro unique pour les trois graduations du limbe. — *C* Demi-cercle solidaire au timon *T*, articulé sur l'essieu de la petite roue *S* et transmettant le mouvement à l'aiguille *I* par le pignon *O* fou sur l'essieu de la roue *R*. — *J* Aiguille solidaire au limbe *A*, indiquant le développement de la roue *R* sur la jante divisée en centimètres sur son pourtour (un compteur de tour peut y être adapté). — *T* Timon gradué en centimètres pour prendre des points intermédiaires entre deux stations. — *G* Galet fouillant les aspérités du terrain. — *V* Vis de réglage du galet. — *B* Boussole suspendue (modèle des mines) au-dessus et dans la direction du timon, indiquant les directions ou azimuths de chaque station.

On appelle *méridien magnétique* le plan vertical passant par les pôles d'une aiguille aimantée mise en liberté sur un pivot. Ce dernier plan variant de position autour du méridien astronomique, on appelle *déclinaison de l'aiguille* l'angle formé par le méridien magnétique et celui-ci. La déclinaison est dite *orientale* ou *occidentale*, suivant que cet angle est compté à droite ou à gauche du méridien astronomique.

Il est facile, à l'aide des instruments à lunette cités plus haut, de tracer sur le sol une ligne méridienne et de déterminer la déclinaison de l'aiguille aimantée avec une précision suffisante pour la pratique, c'est-à-dire égale à celle que comporte la mesure des angles dans les opérations de levés de plans souterrains et superficiels.

Triangulation. Une des questions les plus importantes que le géomètre ait à résoudre au début de ses travaux et avant toutes opérations de levés de plans souterrains et superficiels, consiste à rattacher très exactement les points principaux d'une concession de mines, tels que : puits, bâtiments, etc., au moyen d'une triangulation, et à défaut d'un nombre de points naturels insuffisants, on plantera des bornes repères en pierre, percées d'un trou vertical au centre pour implanter le jalon.

Tous les points doivent être déterminés par rapport à la même origine que ceux de l'intérieur, pour simplifier le rapport de la carte extérieure sur la même feuille que le plan de mine, ce qui exige de se donner un point unique d'origine, par exemple, un des points trigonométriques de la triangulation. Nous renvoyons le lecteur, pour plus amples détails sur les divers procédés usités en triangulation, à l'excellent ouvrage de M. Arago, *Astronomie populaire*, tome 3, livre XX, chapitre XXII, mesure de la méridienne de France.

Hypsométrie. L'hypsométrie a pour but la mesure des différences de niveau entre divers points. Lorsque ces différences sont prises par rapport au niveau moyen des mers, elles reçoivent, en topographie, le nom de *cotes*, et en géographie, le nom d'*altitude*.

1° *Méthode barométrique.* L'application de cet appareil à la mesure des hauteurs est décrite dans tous les traités de physique.

On l'emploie dans les mines, pour connaître approximativement la profondeur des puits et les différences de niveau de certains points de l'exploitation souterraine et à la surface. Les nivellements barométriques sont très appréciés chaque fois qu'on ne recherche pas une grande précision.

2° *Méthode géométrique ou nivellements proprements dits.* Cette méthode consiste à former un plan horizontal duquel on pourra évaluer, en me-

sure métrique, les distances verticales ou perpendiculaires sur les points à niveler.

On emploie dans cette méthode divers genres d'appareils qui sont :

1° Le niveau à plomb, le niveau d'eau, le niveau à bulle d'air ou le niveau à réflexion, pour déterminer un plan horizontal.

2° Une mire ou règle à coulisse, graduée en mètres et fractions, assez longue pour atteindre le plan horizontal fourni par le niveau d'eau, à bulle d'air ou à réflexion.

Le *niveau à plomb ou à perpendiculaire* est fondé sur le principe de la gravité. Le *niveau d'eau* est fondé sur le principe des vases communicants. Le *niveau à bulle d'air allongée ou circulaire* est fondé sur le principe de l'horizontalité des fluides; dans ce dernier genre nous citerons deux systèmes très usités : le niveau Lenoir et le niveau d'Egault. — V. *Dictionnaire*, NIVEAU.

Le *niveau à réflection* est fondé sur la projection, par un miroir suspendu à la manière d'un pendule, d'un petit voyant percé d'un trou central par lequel on vise. C'est alors l'image de cette ouverture et non celle de l'œil qui détermine la ligne horizontale suivant laquelle on vise. Si le voyant porte une graduation sur la face tournée vers le miroir, on peut s'en servir pour diriger dans l'espace une ligne d'inclinaison donnée, en visant sur l'image d'une des graduations. Cette image se formant au delà du miroir, à une distance égale à celle de l'objet, il faut tenir compte de cette circonstance pour évaluer l'angle de la pente de la ligne.

Si la hauteur de la graduation au-dessus de l'axe horizontal du voyant est de 1/10 de la distance du voyant au miroir, l'inclinaison de la ligne de pente sera de 1/20.

Cet appareil n'est pas, toutefois, susceptible d'une grande précision à cause des oscillations du miroir suspendu à la manière d'un pendule pour assurer la verticalité de sa surface, condition essentielle pour déterminer l'horizontalité de la réflection de l'image déterminant un plan horizontal.

La *mire simple* est une règle de deux mètres graduée en centimètres, sur laquelle glisse un voyant à vernier pour apprécier les millimètres.

La *mire double ou à coulisse* est pourvue d'une seconde partie de deux mètres, glissant à coulisse sur la première que l'on arrête au point voulu au moyen d'un collier à vis de serrage.

La *mire parlante* est une règle plus large, simple ou à coulisse, portant sur une des deux faces, une graduation en centimètres visible pour l'opérateur au moyen de la lunette du niveau, ce qui est toujours préférable. Sur cette dernière, on adapte un fil à plomb ou mieux, un niveau à bulle d'air circulaire pour juger la verticalité nécessaire de la mire.

3° *Méthode trigonométrique.* La méthode trigonométrique est basée sur la résolution d'un triangle rectangle, connaissant la base et l'angle de pente ou l'*angle zénithal.* Cette méthode est moins exacte que la précédente, parce qu'une faible erreur d'angle peut entraîner une erreur très sensible dans la différence de niveau.

Tout instrument ou appareil muni d'un limbe vertical dit *zénithal* permet de faire un nivellement trigonométrique. Le zéro de ce limbe est situé différemment suivant qu'il sert à mesurer l'angle de pente ou l'angle zénithal.

LEVÉ DES PLANS DE MINES. La topographie souterraine s'occupe de l'exécution des plans, projections verticales et coupe qui concourent à la représentation graphique des travaux de mines. Cette représentation doit être aussi exacte que possible, car il importe beaucoup que l'exploitant soit constamment renseigné sur la position des travaux par rapport aux choses de la surface et notamment par rapport aux limites des concessions d'où il lui est interdit de sortir. La solution de toutes les questions techniques relatives à l'exploitation repose sur la bonne tenue des plans. Les plans et coupes peuvent seuls fournir les renseignements sur certaines allures difficiles et tourmentées. Enfin, en cas d'accident, les plans sont indispensables pour organiser un sauvetage avec efficacité.

La bonne tenue des plans de mines est une nécessité à un point de vue général. S'il s'agit de constituer une carte minière embrassant l'ensemble d'un bassin, on peut y parvenir en juxtaposant les plans partiels, à condition que ceux-ci présentent la plus grande exactitude. Les défauts d'orientation et d'exactitude que présentent les anciens plans de mines, ont créé dans quelques bassins houillers, pour l'établissement d'une carte générale des mines, des difficultés qui ne peuvent être surmontées que par des opérations topographiques nouvelles, retardant considérablement l'exécution de ce travail d'ensemble.

Dans le principe, on ne faisait pas de plans de mines et l'on se contentait de tracer à la surface les limites des concessions et d'y rapporter les principaux points. C'est l'invention de la boussole qui a permis de s'orienter au fond des mines, d'où le nom de *soleil du mineur* qui lui a été donné. Il est à remarquer que dans l'exécution des plans de mines, on suit un principe absolument différent de celui qui prévaut pour les plans de surface. On arrive à la représentation de l'ensemble par la juxtaposition des détails, c'est-à-dire par le levé des excavations au fur et à mesure qu'elles sont creusées. C'est évidemment une cause d'erreur qui n'existe pas à la surface.

Les procédés de levés sont toutefois les mêmes, mais le choix des méthodes est plus limité. Les appareils étaient autrefois différents, mais aujourd'hui que l'on comprend de mieux en mieux la nécessité d'avoir des galeries assez vastes, les appareils employés dans les mines diffèrent de moins en moins de ceux que l'on emploie à la surface.

Méthode générale. La seule méthode possible est ici le cheminement périmétrique, puisque le terrain à lever n'est pas découvert. On doit recueillir simultanément les éléments nécessaires pour faire le plan et la projection verticale, c'est-à-dire que le levé du plan et le nivellement seront simulta-

nés. Ce dernier est un nivellement trigonométrique.

On détermine, en conséquence, la direction de chaque alignement, sa longueur et sa pente ; les longueurs sont toujours mesurées suivant la pente qui est, en général, régulière. Tout levé doit être précédé d'un levé à vue. Il y a lieu de distinguer les levés *totaux* et les levés *partiels*. Les premiers comprennent le levé complet d'une mine. Ils ne se font que dans les cas exceptionnels ; les levés partiels doivent se faire régulièrement, chaque fois que les tailles et chantiers ont avancé d'une certaine longueur, variable avec les conditions de l'exploitation. En général, cette longueur est de 20 à 30 mètres. On désigne l'opération consistant à faire ces levés partiels par l'expression : *prendre les avancements*.

Le point initial d'un levé total est toujours l'orifice d'une galerie principale ou le puits. Dans ce dernier cas, le centre du puits donne immédiatement un point correspondant de la surface.

Dans les levés partiels, on part du point où l'on s'est arrêté lors du levé précédent. On a marqué ce point par une croix et un cercle tracés à la rainette de charpentier, en dessus, en dessous et au centre du point de la dernière station ou dans la verticale du point sur le chapeau du cadre d'un boisage, ou par un piton à œillet servant à suspendre le fil à plomb ou la lampe tenant lieu de jalon dans le cas d'un levé au théodolite ou à la boussole carrée. On détermine la position de ce point par rapport à des repères faciles à retrouver et on en fait une description exacte au carnet.

Pour opérer le levé total de la mine, on emploie plus généralement le graphomètre suspendu ou le théodolite petit modèle dit *passe-partout* et pour faire le levé partiel ou *prendre les avancements*, on fait usage plus spécialement de la boussole dite *carrée* sur trépied ou de la boussole suspendue à la cardan, accrochée au cordeau.

Emploi de la boussole carrée. L'instrument est mis en station de même façon et avec les mêmes précautions qu'à la surface, avec cette différence que la mise en station et la manutention de l'instrument est plus longue. On opère également comme à la surface ; seulement, au lieu d'employer les jalons en bois aux points des stations, on suspend une lampe au milieu du chapeau d'un cadre dont l'axe de la flamme tient lieu de jalon. Ce levé avec la boussole carrée ou au théodolite se fait généralement suivant l'axe des galeries, afin de rencontrer moins d'obstacles et de ne pas avoir à prendre les largeurs droite ou gauche de la galerie. Ce système de boussole porte un demi cercle dit *déclimètre*, avec lequel on prend l'inclinaison indiquée sur son limbe gradué en degrés et demi-degrés ou en millimètres de pente par mètre.

Pour se mettre à l'abri des influences magnétiques, on opère toujours par coup d'avant et par coup d'arrière, ce qui fournit aussi un contrôle précieux de la mesure des azimuths, en cas d'erreur de lecture, sachant que les azimuths réciproques diffèrent de 180°.

Emploi de la boussole suspendue. Cet instrument est mis très rapidement en station, une fois les clous de stations posés, le cordeau tendu et attaché sur chacun de ces clous, enfin après le déferrage des voies et les bandes de fer retirées à trois mètres au moins à droite et à gauche du clou de station, soit six mètres à la ronde. La boussole, *suspension à la cardan*, s'accroche au cordeau à 50 centimètres au moins du clou, pour éviter l'influence magnétique de celui-ci ; on lit l'azimuth sur son limbe après l'arrêt complet des oscillations de l'aiguille aimantée. Les inclinaisons se prennent au moyen d'un déclimètre indépendant de la boussole, à chaque extrémité du cordeau le plus près possible du clou, la moyenne des deux observations donne l'inclinaison ou différence de niveau entre les deux points. Les longueurs sont mesurées sur le cordeau, à l'aide d'un décamètre ou avec deux cannes-mètre, ce dernier mode est préférable dans la pratique.

Le principal avantage de la boussole est la rapidité qu'elle permet d'obtenir dans les opérations de levés de plans qui n'exigent pas une très grande précision. Cet instrument étant d'une extrême simplicité, on peut opérer en tous temps et là où l'on ne saurait employer d'autres instruments, par exemple dans les souterrains, les forêts, etc.

La boussole ne peut donner une grande précision à cause des erreurs dues aux influences magnétiques et aux lectures d'angles qu'on ne peut apprécier qu'à 1/8 de degré près, mais cette inexactitude se trouve largement compensée par le précieux avantage qu'elle a de ne pas laisser s'accroître les erreurs dans la lecture des angles, comme cela a lieu dans tous instruments mesurant les angles que les directions font entre elles.

Emploi du théodolite, petit modèle, dit passe-partout. Le théodolite donne des résultats plus précis, mais à condition de consacrer beaucoup plus de temps au levé ; c'est un instrument délicat, qui demande un grand entretien, surtout lorsqu'on l'emploie dans l'atmosphère des mines chargée d'humidité, de fumées et de poussières. Le théodolite ne peut être remis qu'entre des mains soigneuses ; rappelons, en outre, que si le théodolite est plus précis, il a, d'autre part, l'inconvénient de laisser s'accroître les erreurs, ce qui n'arrive pas en se servant de la boussole.

Ces inconvénients sont la cause de l'emploi moins fréquent du théodolite dans les mines. Son usage est indispensable là où des gisements magnétiques proscrivent absolument l'emploi de la boussole. En dehors de ces cas spéciaux, on s'en sert presque exclusivement dans les mines métalliques et, en général, dans tous les cas où il s'agit de résoudre des problèmes exigeant des solutions très précises, tels que les percements dans lesquels une galerie ou un puits doit nécessairement aboutir à un point parfaitement déterminé.

Son usage est tout indiqué, par exemple, dans les travaux topographiques ayant pour objet le creusement d'un puits sous stock, le percement d'une galerie ou d'un tunnel attaqué par les deux bouts, etc.

Emploi du graphomètre suspendu. Nous avons

cité plus haut, avec leur emploi particulier à chacun, les trois instruments, boussole carrée, boussole suspendue et théodolite, les plus usités jusqu'à ce jour dans les levés de plans de mine. Nous devons signaler également un nouvel instrument fort apprécié des opérateurs, que M. J. Maréchal a imaginé, pour simplifier et abréger les opérations de levé des plans de mine, sans préjudice à leur précision.

Cet instrument, simple et pratique, est fondé sur le principe du théodolite ; il indique les angles aigus et obtus formés par l'intersection de deux directions, que l'on obtient au moyen d'un cordeau tendu sur des clous posés aux étais des parois de galeries de mines pour relever leurs contours et avancements, comme on procède pour le levé à la boussole suspendue.

Méthode pour lever les plans de mines, *au moyen de la boussole suspendue, sans déferrer les galeries*. Pour épargner le temps considérable, perdu pour le déferrage et referrage des voies de fer à six mètres à la ronde de la boussole, dont l'aiguille aimantée serait influencée plus ou moins par la présence des bandes de fer formant la voie, ou de tous autres obstacles tels que poulie de frein, ventilateur, tuyaux métalliques d'aérage et d'écoulement des eaux, etc. M. Perrin, géomètre, a imaginé une méthode assez simple, qui consiste à faire un croisement spécial des cordeaux, de façon à ce que le centre du limbe gradué soit exactement au point d'intersection des cordeaux formant deux directions consécutives.

Le croisement des cordeaux étant ainsi fait, les agrafes de la boussole sont mises de manière que le centre de l'aiguille soit sous le point de croisement des cordeaux que l'on a préalablement attachés ensemble avec une petite ficelle. L'aiguille à ce point ayant indiqué, par exemple, 45°, on change les agrafes, sur la station n° 2, l'aiguille reste d'autant plus fixe qu'il y a plus de fer, et le limbe seul tournant, elle indiquera 329°, l'angle A, formé par les deux stations, sera donc de 76°. La station de départ n° 1 ayant, par exemple, pour direction connue ou prise sans fer, 46° 1/2, la station n° 2 aura donc pour direction $46° 1/2 - 76° + 360 = 330° 1/2$.

Tracé des plans de surface et souterrains. *Méthode graphique et numérique du rapport sur le papier*. Nous avons décrit plus haut, pour les différentes opérations qui ont pour but de recueillir les données propres à la construction du plan, les instruments les plus usités et leurs divers modes d'emploi ; mais là ne se bornent pas les connaissances du géomètre, il faut encore connaître et appliquer à chaque instrument employé la méthode qui lui convient pour le dessin de la carte ; car il ne suffit pas, pour représenter un terrain quelconque, de déterminer exactement les divers points les uns par rapport aux autres, il faut, de plus, placer ces points sur le papier, de manière qu'ils soient convenablement orientés.

Il est clair, d'après cela, qu'à chaque instrument doit correspondre une méthode appropriée à son degré d'exactitude. On distingue deux méthodes bien différentes que l'on désigne sous les noms de *méthode ordinaire* ou *graphique* et *méthode des trois plans coordonnés* ou *numérique*. Elles correspondent aux deux principes suivants :

1° Un point dans l'espace est parfaitement déterminé, par rapport à un autre point pris pour origine, lorsqu'on connaît la direction vraie de la ligne qui joint ces deux points, leur différence de niveau et la longueur horizontale de cette figure.

2° Un point dans l'espace est parfaitement déterminé par rapport à un autre point pris pour origine, lorsqu'on connaît la valeur des perpendiculaires aboutissant de ce point à trois plans se coupant à angles droits au point d'origine.

Les hauteurs verticales sont données au moyen du limbe zénithal ou par le déclimètre gradué en fraction de degrés ou en millimètres de pente par mètre (méthode trigonométrique), ou par les instruments à niveau d'eau, bulle d'air ou réflexion.

Enfin, les longueurs horizontales sont données directement par la chaîne ou le décamètre, cas où la pente faible le permet, ou par les instruments à stadia comme le tachéomètre.

Avant de s'occuper du tracé proprement dit, il faut transformer les éléments recueillis pendant le levé en éléments graphiques. On commencera par rectifier les directions en les rapportant au méridien vrai. Si l'on emploie la méthode graphique, on calculera ensuite : 1° les projections horizontales lorsque les mesures de longueur auront été prises sur des pentes de plus de un degré ; 2° la hauteur verticale de chaque station au-dessus de la précédente, ce qui conduit à déterminer la cote de chaque station par rapport au plan de comparaison qui doit être, autant que possible, celui du niveau moyen des mers.

Si l'on emploie la méthode numérique, ces calculs sont remplacés par celui des trois coordonnées. Pour tous ces calculs, on se sert de la règle à calcul du trigonomètre à calcul ou des tables de lignes trigonométriques naturelles.

Tracé des plans. Pour tracer les plans souterrains, il convient d'employer la méthode graphique lorsqu'on s'est servi de la boussole dans le levé, et la méthode numérique lorsqu'on a employé le théodolite ou le graphomètre suspendu.

Méthode graphique. Cette méthode est basée sur l'emploi du transporteur ou rapporteur en corne ou en celluloïd, du rapporteur Tabarant et des échelles métriques.

Méthode numérique ou des trois plans coordonnés. La méthode précédente présente l'inconvénient que les erreurs se propagent de sommet en sommet. Si l'on rapporte des azimuths, les droites du dessin restent, à vrai dire, parallèles aux alignements du terrain ; mais les erreurs s'amplifient lorsqu'on rapporte des angles au lieu de rapporter des azimuths.

Dans la méthode numérique, au contraire, chaque point est déterminé par ses coordonnées et se rapporte d'une manière absolument indépendante des points voisins, de sorte qu'une erreur n'affecte que le sommet où elle a été commise. On peut, de plus, tenir compte de fractions qui restent négligées dans la méthode graphique.

Cette méthode est donc plus exacte, mais aussi beaucoup plus lente. Elle s'appliquera toujours, lorsque le plan aura été levé au moyen d'une triangulation faite au tachéomètre ou au théodolite, car ce sera le seul moyen de conserver au plan l'exactitude du levé.

Rapporteur graphique. Pour employer la méthode graphique avec plus de précision que par les moyens ordinaires et se rapprocher sensiblement de celle des trois plans coordonnés, M. Tabarant a imaginé un instrument qui perfectionne très notablement la première méthode tout en l'abrégeant.

Cet ingénieux instrument se compose de deux parties distinctes : la première sert à obtenir très exactement en chaque point du plan la parallèle à une direction fixe, celle du nord-vrai. La seconde fournit avec une approximation très grande l'angle fait avec cette direction du nord-vrai par le côté considéré du polygone qu'on rapporte et permet de tracer ce côté. — J.-J. M.

LIN. Notre article du *Dictionnaire* nous paraît avoir besoin d'être complété par un résumé succinct des opérations auxquelles est soumis le lin pour arriver à l'état de fil.

Le peignage le prend à l'état teillé et le divise en deux parties : le long brin et l'étoupe. Nous avons suffisamment expliqué dans le *Dictionnaire*, au mot Étoupe, les diverses manipulations qu'on fait subir à cette matière dans l'industrie textile pour la transformer en fil, il nous reste à dire ce que devient le long brin.

Celui-ci est étalé sur la table à étaler ou *étaleuse* (V. ce mot, *Dictionnaire*), qui le rend sous forme de ruban. Il passe de là sur une série de machines à étirer ou *étirage*, dont le nombre varie de deux à quatre et plus, suivant la finesse des numéros à produire, et qui ont pour but de l'étirer ou allonger tout en le rendant, par des doublages successifs, de plus en plus régulier. Sorti de ces machines, on le tord sur le *banc à broches* (V. ce mot), d'où il passe au *métier à filer* continu, qui lui donne un dernier étirage, suivi de la torsion définitive qui doit lier entre eux les filaments et donner aux fils leur force et leur solidité.

Il y a deux genres de métier à filer le lin : ceux dits *au sec*, dans lesquels le filage s'obtient uniquement par des moyens mécaniques, et ceux dits *au mouillé*, dans lesquels on désagrège d'une façon plus intime les mèches provenant du banc à broches, en les faisant passer dans des bacs remplis d'eau chaude et ramollissant ainsi la matière gommo-résineuse du lin, pour permettre aux filaments élémentaires de glisser les uns sur les autres (V. *Dictionnaire*; Filer (métier à). Il ne reste plus, à la suite de cette opération, qu'à *sécher* le fil, s'il provient du filage au mouillé et à le *dévider* dans l'un et l'autre cas. — A. R.

LIQUEUR. Les boissons aromatisées, plus ou moins sucrées, sont à peu près les seules désignées dans l'industrie sous le nom de *liqueurs*; il n'y a d'exceptions que pour quelques réactifs chimiques et certains produits pharmaceutiques; nous ne nous occuperons que des liqueurs proprement dites, autrement dit des boissons aromatisées.

Nous n'entreprendrons pas l'historique de toutes les liqueurs connues actuellement et qui proviennent des recherches et de la science des distillateurs-liquoristes. Nous nous bornerons à indiquer les catégories dont elles font partie, suivant le mode que l'on emploie pour utiliser les parfums.

Tout d'abord l'industrie classe en trois catégories les produits alcooliques :

1° L'alcool même, c'est-à-dire le produit de la distillation de matières diverses. Cet alcool est, ou un esprit-de-vin, ou une eau-de-vie, quand il est le produit de la distillation du vin. Il y a aussi les eaux-de-vie de cerises (kirsch); les rhums (produits de la distillation des mélasses, de la canne à sucre, etc.). Autrefois on ne connaissait que les alcools de fruits, maintenant ce produit est également fourni par la distillation de la betterave, de certains grains, des fécules, etc., qui donne ce que l'on appelle les *alcools d'industrie.*

2° Les esprits parfumés ou alcoolats, c'est-à-dire les produits obtenus par une addition de parfums à l'esprit-de-vin ou à l'alcool d'industrie. Certains de ces esprits parfumés, réduits à divers degrés d'alcool, deviennent ainsi des liqueurs non sucrées, telles que l'absinthe, le bitter, l'amer, le vulnéraire ou spiritueux suisse, etc.

3° Les esprits parfumés réduits par une addition d'eau et mélangés à un sirop de sucre, qui constituent ainsi la *liqueur* proprement dite.

Ces différentes opérations donnent lieu à deux industries bien distinctes : 1° les distillateurs producteurs d'alcool; 2° les distillateurs fabricants de liqueurs, qui achètent l'alcool aux producteurs pour l'aromatiser et faire les divers mélanges composant les liqueurs variées répandues dans la consommation.

La fabrication de ces dernières diffère suivant la façon de parfumer l'alcool qui peut se faire de trois manières différentes : soit en mettant dissoudre dans l'alcool les extraits de parfums des plantes (*liqueurs par essence*); soit en faisant infuser, à chaud ou à froid, les aromates dans l'alcool (*liqueurs par infusion*); soit en introduisant dans l'alambic les plantes et l'alcool pour obtenir, après distillation, un nouvel alcool parfumé qui devra être sucré ou non (*liqueurs par distillation*).

Liqueurs par essence. Ce premier procédé est peu employé. Les bons extraits de parfums sont d'un prix élevé et les nécessités de la concurrence industrielle portent les fabricants à tirer le plus grand parti possible des extraits; il en résulte qu'un parfum naturellement doux devient âcre et perd sa saveur particulière. En outre, ces essences s'altèrent facilement et leur emploi ne procure que des liqueurs inférieures ou très médiocres.

Liqueurs par infusion. Ce procédé, préférable de beaucoup au précédent, est le meilleur à employer pour la préparation des liqueurs à base de fruits. La chaleur détruit aisément le parfum des fruits. Aussi pour les cassis, cerises, framboises, etc., la préparation par infusion est-elle adoptée par les liquoristes qui ont reconnu que les aromes de ces

fruits, obtenus par la distillation, ne conservaient pas de fraîcheur.

Liqueurs par distillation. La fabrication des liqueurs par la distillation est la plus employée. On commence par rechercher où réside le parfum naturel du produit à distiller; s'il se trouve dans la racine, la tige, la fleur, la feuille ou la graine. Par exemple, pour le sassafras, la cannelle, c'est dans le ligneux de ces plantes qu'on trouve le parfum; pour le calamus, l'iris, dans la racine; pour l'arnica et la rose, dans la fleur; pour le thym et le romarin, dans la feuille; pour l'anis et la badiane, dans la graine. L'angélique offre un parfum quelque peu différent, selon que l'on tire le parfum de la racine ou de la graine. Lorsque ces parfums sont connus, on ouvre, par des moyens mécaniques quelconques, les cellules les renfermant, pour les mettre dans l'alambic, en contact avec l'alcool et obtenir ainsi la liqueur par distillation. L'un des avantages de ce procédé mécanique consiste à permettre de goûter le produit pendant l'opération et de séparer les flegmes automatiquement.

Lorsque l'alcool est aromatisé, par infusion ou par distillation, on sucre la liqueur, suivant le goût prédominant. Quelques produits, tels que l'absinthe, le bitter, le vulnéraire ou spiritueux suisse (celui-ci n'est autre qu'un produit médicinal adopté comme boisson d'agrément), sont livrés à la consommation sans être sucrés. Le curaçao, le cacao, l'anisette sont, au contraire, fortement sucrés.

Le développement de l'industrie des liqueurs a nécessité l'emploi de moyens mécaniques perfectionnés, destinés à produire le plus économiquement possible, avec le minimum d'évaporation d'alcool. Aujourd'hui, le travail s'opère sans transvasements au broc ou à la pompe, au moyen de l'air comprimé pour refouler et de filtres continus; nous en avons donné un exemple au *Dictionnaire*, article Liqueurs. L'alcool, refoulé par l'air comprimé, passe des réservoirs d'arrivée dans les alambics, puis des récipients récepteurs de la distillation dans des appareils, dits *conges* de fabrication avec tubes gradués, indiquant extérieurement les quantités introduites. C'est dans les conges que s'opère le mélange définitif de l'alcool parfumé, de l'eau et du sirop de sucre.

Plusieurs fabriques de liqueurs possèdent des appareils pouvant permettre à un seul homme de produire ainsi huit à dix mille litres en une journée.

L'air comprimé est aussi utilisé pour vider les conges de fabrication et envoyer le produit dans le local où se fait la fin de la préparation, c'est-à-dire le tranchage, le collage et, s'il y a lieu, le filtrage et le repos. Le tranchage consiste à porter en vase certaines liqueurs à une température voisine de 100°, afin d'en améliorer la saveur.

La fabrication des liqueurs françaises se développe de plus en plus en raison des perfectionnements qui y sont apportés.

Cette industrie a pris en France une très grande importance et les liquoristes français ont fait universellement apprécier leurs produits. La consommation intérieure s'élève à plus de 50 millions de litres par an, quant à l'exportation, le tableau ci-dessous en montre l'importance :

Pays de destination		Quantités exportées			Valeurs actuelles		
		1878	1883	1888	1878 3 fr. le litre	1883 3 fr. le litre	1888 1 fr. 50 le litre
		litres	litres	litres	francs	francs	fr. c.
Colonies françaises	Algérie	135.240	199.037	206.595	405.720	597.111	309.892 50
	Saint-Pierre (pêche)	»	»	39.251	»	»	58.876 50
Europe	Angleterre	163.920	145.183	169.523	491.760	435.549	254.284 50
	Allemagne	120.911	142.554	142.855	362.733	427.662	214.282 50
	Suisse	79.717	104.029	101.902	239.151	312.087	152.853 »
	Belgique	75.827	»	82.343	227.481	»	123.514 50
	Espagne	60.780	80.621	73.975	182.340	241.863	110.962 50
Amérique	République Argentine	559.373	783.505	141.974	1.678.119	2.350.515	212.961 »
	Etats-Unis	24.680	83.261	123.117	74.040	249.783	184.675 50
	Mexique	27.168	90.281	75.230	81.504	270.843	112.845 »
	Brésil	45.406	62.343	62.746	136.218	187.029	94.119 »
	Chili	39.073	78.782	38.415	117.219	236.346	57.622 50
Autres pays		1.075.233	1.241.584	658.742	2.225.699	3.724.752	988.113 »
	Totaux	2.407.328	3.011.180	1.916.668	6.221.984	9.033.540	2.875.002 »

LOCOMOTIVE. *T. de mécan.* Nous avons rappelé à cet article dans le *Dictionnaire* l'histoire sommaire de la locomotive, et nous avons examiné quelques-uns des types caractéristiques les plus récents. Nous avons signalé en même temps les nouvelles recherches dont ces machines sont l'objet, et les efforts tentés par les ingénieurs des chemins de fer pour en améliorer le rendement, notamment par l'application du principe Compound qui a donné des résultats si intéressants sur les machines marines. —. V. *Dict.*, Traction.

Ces efforts ont été poursuivis depuis lors; toutes les compagnies se sont attachées à améliorer leurs types de machines, et à en augmenter la puissance et la vitesse de marche, de manière à pouvoir atteindre en France des vitesses comparables à celles des trains anglais. Ces recherches n'ont entraîné, il est vrai, aucune modifica-

tion essentielle dans les locomotives ; mais elles ont permis néanmoins de reconnaître l'intérêt qui s'attache à certaines dispositions qui vont s'imposer pour la bonne marche à grande vitesse, tandis qu'on n'avait pas encore pu les apprécier aussi complètement à des vitesses relativement réduites. D'un autre côté, l'application du principe Compound a été continuée et développée sur un grand nombre de lignes et, de l'opinion générale, elle entraîne des résultats satisfaisants ; par contre elle a soulevé cependant certaines objections qui ne sont pas complètement dissipées.

On consultera avec intérêt sur ce sujet l'important mémoire publié par M. Mallet sur le *Développement de l'application du système Compound aux machines locomotives* (*Mémoires de la Société des ingénieurs civils*, numéro de juillet 1890). L'ingénieur distingué qui a attaché son nom à cette application, montre que le total approximatif des locomotives Compound en service ou en construction, dépassait déjà 900 à cette date, ces machines étant réparties entre 70 à 80 administrations de chemins de fer, dont plusieurs ont adopté ce type à titre définitif et n'en commandent plus d'autre.

M. Mallet fait ressortir d'une manière frappante le progrès réalisé en remarquant que l'Exposition de 1889 renfermait déjà 15 machines Compound exposées dans les galeries ou mises en service sur le chemin de fer intérieur, tandis que la précédente exposition, en 1878, ne renfermait qu'une seule machine exposée par lui-même, et cela, dit-il, sans illusion, et simplement pour prendre date.

M. Mallet remarque en outre que la plupart des applications du type Compound ont été faites par de petits chemins de fer d'intérêt local qui ne sont pas en mesure de pratiquer des expériences coûteuses, et qui l'ont adopté cependant en considération exclusive des économies qu'il doit entraîner dans la consommation de vapeur et de combustible.

Ces applications sont poursuivies d'ailleurs dans des conditions très diverses sur des types à deux, trois ou quatre cylindres. Les dispositions les plus fréquemment adoptées comportent simplement deux cylindres de diamètres différents ; M. Mallet compte trente-trois exemples de ce type qui lui paraît appelé à recevoir le plus grand développement, car il n'exige pas de changement appréciable dans le mécanisme des machines ordinaires.

On rencontre aussi quatre types de machines à trois cylindres, étudiés par M. Webb, du London and North Western Ry, et M. Sauvage, ingénieur du Nord français.

Les machines à quatre cylindres comportent enfin treize types, avec 2, 4 ou 6 essieux couplés. Ceux-ci appartiennent à des machines en service sur la Compagnie P.-L.-M., sur le Nord, sur certaines lignes suisses, sur le chemin de fer Baltimore-Ohio, en Amérique, sur diverses lignes départementales, etc. Les locomotives qui faisaient le service du petit chemin de fer Decauville à l'Exposition de 1889, appartenaient également à cette catégorie.

Ces applications variées qui se multiplient chaque jour, montrent bien tout l'intérêt qui s'attache au principe Compound, pour les locomotives comme pour les autres machines à vapeur, surtout si on tient compte des pressions élevées auxquelles on arrive actuellement pour les chaudières de ces machines. Cependant, tout en reconnaissant les avantages théoriques de cette disposition, certains ingénieurs contestent qu'on les retrouve en pratique, car l'effet utile s'en trouverait, disent-ils, compensé en grande partie, si non détruit par les travaux de frottement inutiles résultant de la complication inévitable du mécanisme. Il convient par suite de signaler à cet égard les belles recherches qui sont poursuivies par la Compagnie d'Orléans pour l'amélioration du fonctionnement de la locomotive en dehors du principe Compound, et nous y insisterons spécialement plus loin.

Les modifications ainsi apportées aux locomotives se sont trouvées imposées en quelque sorte par les exigences de l'exploitation actuelle des voies ferrées, et principalement par l'augmentation apportée récemment, comme nous le disions en commençant, à la vitesse de marche des trains rapides. On en jugera d'ailleurs par le tableau comparatif suivant qui donne les vitesses moyennes, déduction faite des temps d'arrêt :

Compagnies de chemins de fer	Vitesses actuelles à l'heure	Vitesses anciennes à l'heure
	kilomètres	kilomètres
Est	67	63 en 1880
Midi	68	56 en 1880
Orléans (rapide)	69	48 en 1875
Ouest (rapide)	57	55 en 1875
Nord (rapide)	70	52 en 1880
— (express)	65	60 en 1880
P.-L.-M. (rapide)	67	61 en 1880

Pour atteindre ce résultat, il a fallu augmenter le poids et la puissance de tous les organes des machines, modifier les conditions d'utilisation de la vapeur ; en même temps on a dû augmenter les approvisionnements d'eau et de combustible sur le tender afin de pouvoir franchir des étapes plus longues, allant fréquemment jusqu'à 150 à 160 kilomètres.

D'autre part, il a fallu augmenter également la puissance des machines à marchandises qui ont à remorquer des trains plus lourds. C'est ainsi que le poids total des locomotives a subi une augmentation fort sensible, et celle-ci a exercé ensuite son action sur tous les éléments de la voie, rails, traverses, éclisses, etc., qui ont dû être renforcés à leur tour.

Les machines de la Compagnie d'Orléans, par exemple, atteignent aujourd'hui un poids total de 47 tonnes, comportant une charge de 14t, 5 sur un essieu seul. Leur surface de chauffe qui était seulement de 110 mètres carrés en 1870 arrive actuellement à 149 mètres carrés ; et on pourrait retrouver des poids analogues sur les machines du Nord et de l'Est qui donnent aussi des charges de 14 à 15 tonnes par essieu.

Les tenders peuvent recevoir actuellement 15 mètres cubes d'eau au lieu de 10 à 12, et ils sont montés ordinairement sur trois essieux au lieu de deux. Cette augmentation de puissance des machines a permis surtout de franchir à plus grande vitesse les passages difficiles de la voie, comme les parties en rampes, et c'est ainsi qu'on a pu améliorer la vitesse moyenne sans être obligé d'admettre une rapidité excessive à la descente des pentes. En palier, on a pu également leur imposer un effort de traction plus considérable en augmentant le poids des trains remorqués. On arrive ainsi à utiliser complètement toute la vapeur que la chaudière peut fournir, et on voit par suite que cette question de rapidité de marche se rattache nécessairement à celle d'amélioration des conditions de travail de la vapeur. Dans certaines parties du parcours, comme à la descente des pentes modérées, la vapeur ne fournit presque aucun effort, et on peut alors la laisser perdre sans inconvénient, mais il n'est pas de même dans les rampes où la production est souvent insuffisante, et les dispositifs perfectionnés prennent alors d'autant plus d'importance. Cette observation montre que l'économie proportionnelle, qui leur est due, peut même être supérieure dans certains cas à celle qu'on déduit par simple comparaison des dépenses de vapeur, au bout d'un parcours déterminé comprenant des pentes avec des rampes.

Les améliorations apportées à la locomotive pour augmenter sa puissance et sa rapidité de marche, ont donc porté principalement sur les conditions de production et d'utilisation de la vapeur; on a augmenté les dimensions des grilles et du foyer, amélioré le système de chargement du combustible, relevé le timbre des chaudières et amélioré enfin le mécanisme proprement dit, soit par l'application du principe Compound, soit par d'autres dispositions combinées analogues à celles qui ont été adoptées par la Compagnie d'Orléans.

En ce qui concerne le véhicule proprement dit, on a dû aussi adopter certaines dispositions spéciales pour réaliser la marche à grande vitesse, sans donner aux machines des mouvements perturbateurs exagérés qui fatiguent le matériel fixe et mobile et peuvent provoquer des déraillements.

De curieuses expériences comparatives furent pratiquées à ce sujet en mars et avril 1889, entre Montereau et Sens sur le réseau de la Compagnie de Lyon; elles portèrent sur des machines de diverses compagnies et donnèrent des renseignements très précieux. Chacune de ces machines fut lancée sur la voie, attelée à une simple voiture de 1re classe à trois essieux de la Compagnie de Lyon, et on nota les vitesses atteintes et les déformations de la voie qui en résultèrent. On reconnut qu'en donnant à la voie une consolidation énergique on pouvait atteindre avec tous les types de machines une vitesse de 120 kilomètres à l'heure; mais sur une voie ordinaire on ne pouvait y parvenir sans inconvénient qu'avec certains types de machines comportant, en particulier, un faible chargement sur l'essieu d'avant.

La machine de l'Est à deux essieux accouplés dont la disposition générale rappelle pour le reste celle de la machine Crampton en ce sens que les cylindres sont reportés derrière l'essieu d'avant, donna des résultats particulièrement satisfaisants, car la fatigue de la voie était réduite au minimum. Il en fut de même avec les machines dites « outrance » de la Compagnie du Nord qui sont munies à l'avant d'un boggie qui adoucit grandement l'entrée en courbe. Au contraire, les machines comportant leurs cylindres placés à l'avant en porte à faux fatiguaient beaucoup la voie, car les rails éprouvaient des déformations très fortes sous l'action brusque de l'essieu d'avant trop chargé, et elles ne permirent pas d'atteindre des vitesses aussi fortes. Il faut noter également que l'avantage des cylindres intérieurs d'atténuer le mouvement de lacet devient d'autant plus sensible à mesure que la vitesse augmente ; ce serait donc une disposition à recommander pour les marches rapides, mais elle a, comme on sait, le grand inconvénient d'exiger des essieux coudés qui sont des pièces difficiles à exécuter, et toujours sujettes aux ruptures.

Les conclusions tirées de ces essais sont confirmées d'autre part par l'exemple des machines anglaises qui atteignent depuis longtemps des vitesses supérieures aux nôtres. Ces machines ont toujours leurs cylindres reportés derrière l'essieu d'avant qui se trouve ainsi grandement déchargé, elles ont habituellement aussi leurs cylindres intérieurs ; elles roulent d'ailleurs sur des voies beaucoup plus solides et plus résistantes que les nôtres, et c'est ainsi qu'elles peuvent atteindre sans inconvénient ces vitesses moyennes de 80 kilomètres à l'heure et au delà, à laquelle nous n'arrivons encore que d'une manière exceptionnelle. Il faut ajouter d'autre part que les trains rapides anglais sont souvent plus légers que les nôtres, et ne dépassent guère 100 tonnes au lieu de 150 tonnes.

Grâce à cette disposition de leurs machines, et à la solidité exceptionnelle de la voie, les Anglais n'hésitent pas à tenter parfois des tours de force auxquels les Américains seuls nous avaient habitués jusqu'à présent. Il est intéressant de rappeler ici cette lutte si originale de vitesse entre trains express qui fut pratiquée au mois d'août 1888 entre les différentes compagnies exploitant les lignes de Londres à Edimbourg. On peut effectuer ce voyage, soit par la côte Est en s'embarquant à King's Cross, et passant par York et Newcastle, soit par la côte Ouest en s'embarquant à Saint-Pancrass et passant par Crew, Lancastre, Carlisle. Le parcours effectué par la côte Est est de 636 kilomètres; et il est de 644 par la côte Ouest; il s'effectue ordinairement en neuf heures par la côte Est, ce qui représente une vitesse moyenne de 71 kilomètres à l'heure; mais pendant le mois d'août 1888, les deux compagnies rivales décidèrent de lutter de rapidité en donnant chacune à leur train le maximum de vitesse que la machine pouvait atteindre, et on arriva ainsi certains jours à effectuer le parcours en huit heures, réalisant ainsi une vitesse commerciale de 80 kilomètres à

l'heure. C'est certainement le chiffre le plus élevé qui ait jamais été atteint pour un aussi long parcours. A cette vitesse, le Pyrénées-Express ne mettrait que sept heures un quart de Paris à Bordeaux au lieu de huit heures trois quarts.

Nous reproduisons dans les figures 625 à 628 des diagrammes comparatifs figurant les divers types de machines rapides de nos compagnies de chemins de fer.

Les machines de Lyon et d'Orléans ont quatre essieux dont deux soutenus au milieu, les cylindres sont en porte à faux à l'avant. Les machines de Lyon sont munies de changement de

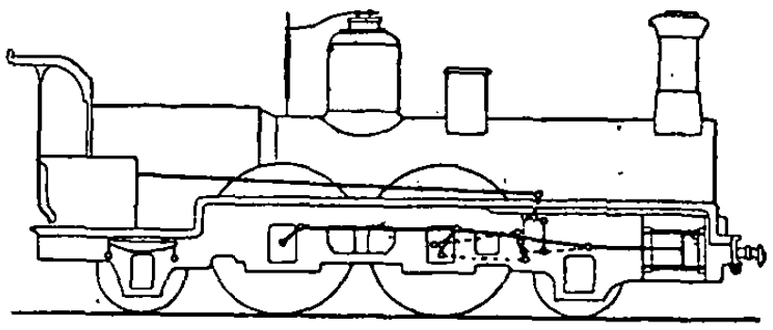


Fig. 625. — *Machine express de la Compagnie P.-L.-M.*

marche à contrepoids à vapeur pour équilibrer les pièces mobiles ; elles n'ont généralement qu'un seul injecteur. Celles d'Orléans au contraire ont une pompe et un injecteur.

Les machines du Nord ont aussi deux essieux moteurs intermédiaires, mais l'avant est supporté par un boggie articulé, dont le premier essieu avant est placé devant les cylindres, et ceux-ci sont intérieurs.

Les machines de l'Est ont seulement trois essieux, dont deux accouplés à l'arrière, l'essieu porteur est à l'avant et placé devant les cylindres. Elles ont quatre longerons, comme celles du

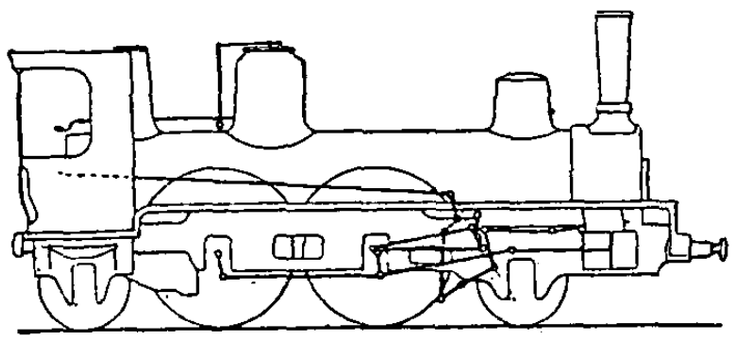


Fig. 626. — *Machine express de la Compagnie d'Orléans.*

Nord, disposition qui a l'avantage de retenir les roues et donner à la chaudière une assiette tout à fait invariable.

Les machines de l'Ouest ont également des cylindres intérieurs, mais elles ont symplifié la disposition des essieux coudés, en adoptant le type Martin, ce qui entraîne toutefois un troisième longeron placé dans l'axe même de la machine. Presque toutes ces machines sont munies de la coulisse Stephenson, cependant on rencontre la coulisse droite d'Allan sur les machines de l'Etat et de l'Ouest. Les cylindres sont généralement horizontaux avec les tiroirs en-dessus; mais l'Est a conservé la disposition des cylindres inclinés type Crampton.

Les foyers sont généralement très longs, avec des grilles munies de barreaux étroits et très rapprochés pour brûler des menus. On arrive actuellement à leur donner jusqu'à 2m,10 de profondeur tandis qu'autrefois on se contentait de 1m,20. La Compagnie d'Orléans a conservé des foyers plus courts de 1m,60 seulement, mais avec un mode de chargement spécial, type Ten Brinck, comme nous allons le dire.

Etudes et recherches poursuivies à la Compagnie d'Orléans. En dehors de l'application du principe Compound dont nous nous sommes occupés plus spécialement dans le *Dictionnaire*, certaines Compagnies de chemins de fer ont

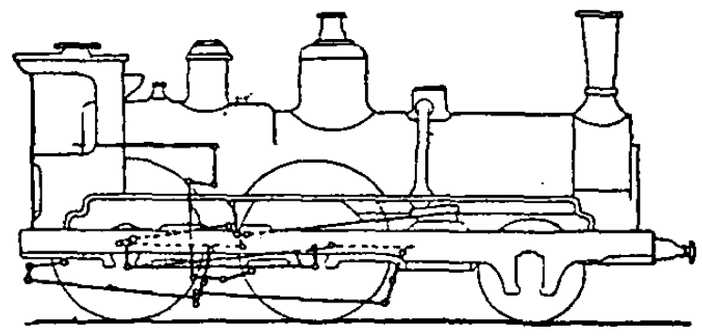


Fig. 627. — *Machine express de l'Est.*

cherché à améliorer le fonctionnement des locomotives, en agissant simplement sur les divers organes dont elles se composent, et à ce point de vue il importe de signaler d'une façon particulière, comme nous le disons plus haut, les remarquables travaux exécutés par la Compagnie d'Orléans, bien que nous les ayions déjà mentionnés brièvement dans le *Dictionnaire*. On en trouvera le compte rendu détaillé dans l'intéressant Mémoire publié par MM. Lencauchez et Durant dans le *Bulletin de la Société des ingénieurs civils* (n° de juin 1890), nous nous bornerons à résumer ici ces belles recherches poursuivies méthodi-

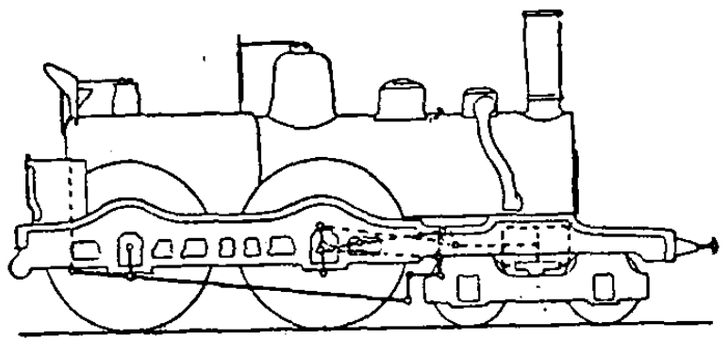


Fig. 628. — *Machine outrance du Nord.*

quement depuis 1882, et qui peuvent passer pour un véritable modèle du genre, car elles sont parties d'une analyse minutieuse du rôle et du fonctionnement de chaque organe, qui a été étudié et modifié de manière à concourir au résultat d'ensemble poursuivi.

Foyer Ten-Brinck. D'abord, en ce qui concerne le foyer, MM. Lencauchez et Durant font remarquer combien il est important d'y assurer la combustion complète du charbon dépensé si on veut en obtenir tout l'effet utile. A côté de la fumée noire qui trahit l'insuffisance de la combustion par les particules de charbon non brûlé qu'elle entraîne, il faut songer qu'il y a dans les gaz incolores eux-mêmes une autre source de perte de chaleur, moins apparente, mais beaucoup plus

grave : car elle peut atteindre un effet de 10 à 30 0/0 par l'oxyde de carbone contenu, tandis que la perte due au simple entraînement des particules de fumée peut-être limitée à 1 0/0.

Pour prévenir une pareille perte, il faut assurer la combustion complète à l'intérieur du foyer lui-même, car l'oxyde de carbone, une fois formé, traverse les tubes et la boîte à fumée sans se brûler; la température est insuffisante dans ce parcours pour y déterminer sa transformation en acide carbonique.

La Compagnie d'Orléans s'est attachée à résoudre ce problème de la combustion complète dans le foyer, et elle y a réussi avec la disposition Ten-Brinck dont le principe a été imité depuis dans un grand nombre de foyers gazogènes pour machines fixes.

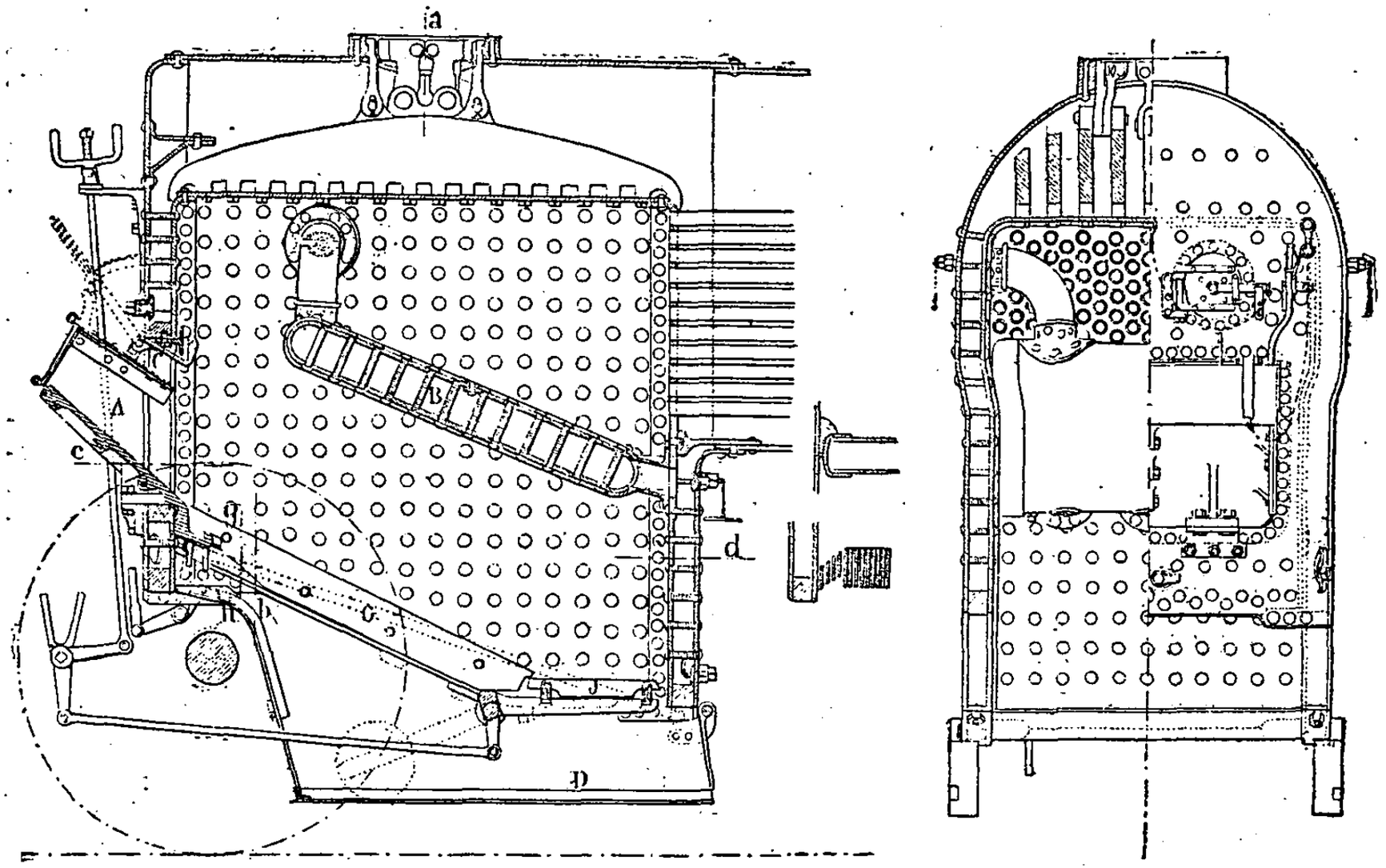


Fig. 629 et 630. — *Coupes longitudinale et transversale du foyer Ten-Brinck.*

Le foyer Ten-Brinck est représenté dans les figures 629 à 631, il comprend une première grille fixe *g* fortement inclinée avec une pente de 25°, et à l'avant une petite grille horizontale *j* qui est mobile et sert de jette-feu.

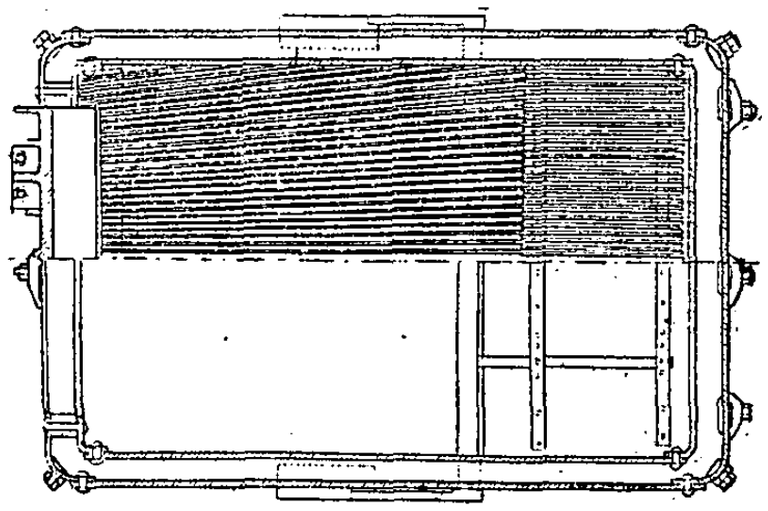


Fig. 631. — *Vue en plan de la grille. Coupe* cd.

La grille fixe est prolongée en-dessus du foyer par un gueulard A en fonte et tôle incliné à 40°, presque aussi large que le foyer, lequel sert pour le chargement du combustible.

Un large clapet d'air C, disposé immédiatement au-dessus du gueulard, se manœuvre à volonté à l'aide d'un levier, et sert à régler l'admission d'air au-dessus de la couche de combustible en ignition.

Le foyer est complété par un bouilleur plat en cuivre rouge B, disposé parallèlement à la grille fixe; ce bouilleur est relié aux faces latérales, et à la face avant du foyer par 4 tubulures par où s'opère la circulation de l'eau et de la vapeur. Le cendrier fermé est muni à l'avant d'un clapet commandé de la plate-forme de la machine et qui sert à régler le tirage. Un robinet spécial appelé *souffleur* permet d'ailleurs d'injecter au besoin de la vapeur vive dans le foyer. Le gueulard est maintenu constamment plein de charbon, mais le foyer est muni au-dessus de deux petites portes qui permettent ainsi de surveiller le feu, de le piquer au besoin, de nettoyer le bouilleur, et de tamponner les tubes à fumée s'il est nécessaire. On voit, d'après cette description que la combustion s'opère dans les mêmes conditions que pour les gazogènes ordinaires : la houille chargée sur le gueulard glisse peu à peu sur la grille à mesure de sa transformation en coke, et le machefer vient s'accumuler sur la grille mobile formant jette-feu.

La combustion est entretenue d'abord par l'air venant du cendrier à travers les barreaux de grille, c'est l'air primaire; et les gaz dégagés rencontrent immédiatement l'air secondaire péné-

trant par le clapet au-dessus du gueulard; le bouilleur qui gène le dégagement refoule les gaz en arrière et leur communique ainsi des remous qui assurent le mélange intime avec l'air aspiré, et déterminent ainsi la combustion complète.

On a soin, en marche, de tenir les deux grilles complètement garnies de combustible, et de régler l'ouverture des clapets, de manière à avoir toujours un léger excès d'air. En stationnement et dans les arrêts, l'appel d'air est suspendu, on ouvre le souffleur, et on diminue l'ouverture des clapets à air; il en est de même pour les chargements. Avec ces précautions, et grâce à l'emploi du déflecteur qui remplit avantageusement le rôle des voûtes en briques des foyers des locomotives étrangères, anglaises ou américaines, on arrive à empêcher sûrement la production de la fumée, et même celle de l'oxyde de carbone; dans les essais des gaz de la fumée pratiqués avec l'appareil Orsat, on ne trouve en effet aucune trace de ce gaz, mais seulement un léger excès d'air.

La disposition des foyers Ten Brinck a été simplifiée par M. Bonnet, ingénieur à la Compagnie de l'Est; mais comme il assure moins bien la fumivorité, le type de M. Bonnet n'est guère appliqué que sur les locomotives à marchandises pour lesquelles la production de la fumée dans les gares présente moins d'inconvénients.

L'application des foyers Ten Brinck aux locomotives, telle qu'elle a pu être réalisée à la Compagnie d'Orléans, constitue un progrès des plus intéressants pour ces machines, et le Mémoire déjà cité de MM. Lencauchez et Durant énumère de la manière suivante les avantages qui en résultent. On assure : 1° la combustion complète; 2° une meilleure circulation de l'eau autour du foyer; 3° une plus grande consommation de combustible par unité de surface de grille, puisque la moitié de l'air nécessaire passe seule à travers les grilles, l'autre moitié pénétrant par la valve dite *fumivore*; 4° une plus grande durée de la plaque tubulaire du foyer et des tubes à fumée que la cloison met à l'abri du rayonnement du combustible incandescent et des coups de feu produits par les jets de chalumeau. Ajoutons que le foyer gazogène permet l'emploi des charbons de qualités inférieures, des fines et des menues dans des conditions beaucoup plus satisfaisantes que tout autre type. Le Mémoire précité, résume à titre d'exemple les essais pratiqués en 1885 entre Orléans et Tours, qui en ont mis en évidence le rendement économique.

Sur la locomotive n° 394 du poids de 45 tonnes possédant une surface de chauffe de 147^{m2}, 24, on a pu réaliser :

1° Une consommation de briquettes par heure de 800 kilogrammes;

2° Une production de vapeur brute par heure moyenne de 7,200 kilogrammes;

3° Une production de vapeur par kilogramme de briquettes de 9 kilogrammes;

4° Une consommation de briquettes par heure et par mètre carré de grille de 475 kilogrammes avec une grille de 1^{m2}, 67 seulement de surface.

Cette production de vapeur comprend toutefois l'eau entraînée, et la production de vapeur sèche doit être ramenée à 8 kilogrammes.

La température des gaz de la fumée ne dépassait pas 330°, ce qui représente un excédent de 146° seulement sur la température de 184° de l'eau dans la chaudière. Les locomotives de ce type ont des tubes à fumée très longs atteignant 5 mètres; elles possèdent une grande réserve de calorique, et elles arrivent par suite à franchir les rampes sans perte de vitesse.

C'est ainsi que les machines étudiées remorquant un train de vingt-et-une voitures pesant 240 tonnes, ont pu franchir en quatre-vingt-dix-huit minutes, c'est-à-dire à la vitesse moyenne de 72 kilomètres à l'heure, avec un arrêt de 2 minutes à Blois, la distance d'Orléans à Tours qui comporte une longueur de 214 kilomètres avec une rampe de 3^{mm},5.

Réchauffage de l'eau d'alimentation. Etudiant successivement chacun des organes de la locomotive, MM. Lencauchez et Durant font remarquer le grand intérêt que présente le réchauffage de l'eau d'alimentation par la vapeur d'échappement, puisqu'on peut réaliser une économie théorique de 15 0/0 en employant de l'eau réchauffée à 97° pour alimenter une chaudière timbrée à 10^{k}, ce qui correspond à la température de marche de 186° environ.

Le problème n'était pas sans présenter toutefois de graves difficultés, et le Mémoire rappelle ainsi les diverses conditions à remplir :

1° La soustraction d'une fraction de la vapeur d'échappement, 1/5 en hiver, 1/6 en été, ne doit pas nuire au tirage;

2° La vapeur doit être purgée de ses matières grasses, qui ont servi à lubrifier les cylindres, piston, presse-étoupes;

3° L'eau froide qui arrive dans le réchauffeur ne doit pas pouvoir aller aux cylindres;

4° La pompe d'alimentation doit pouvoir bien fonctionner à 100°;

5° L'air mis en liberté par le chauffage de l'eau à 100°, et soumis à l'ébullition, doit pouvoir se dégager du réchauffeur sans perte de vapeur;

6° Quand un coup de pompe à eau froide fait un léger vide partiel de quelques centimètres d'eau, l'air extérieur ne doit pas pouvoir rentrer dans le réchauffeur, car la vapeur appelée ultérieurement mettrait trop de temps pour l'en chasser.

La disposition adoptée pour satisfaire à ces diverses conditions est due en principe à M. Lencauchez, elle comprend une série d'organes représentés dans les figures 632 et 633, et nous allons la résumer brièvement. La vapeur empruntée à l'échappement arrive dans un premier appareil dit *dégraisseur* où elle se débarrasse de l'eau et des huiles entraînées, elle passe ensuite dans le réchauffeur *dq* où elle se mélange avec l'eau d'alimentation refoulée froide par une première pompe; le courant d'eau chaude ainsi obtenu est aspiré par une seconde pompe alimentaire qui le refoule dans la chaudière. Le tuyau qui prend la vapeur à la sortie des cylindres est placé à l'intérieur du tuyau d'échappement qui est rétréci plus loin

d'une manière intentionnelle afin d'obliger la vapeur à se partager entre les deux ouvertures. Le réglage de l'échappement agissant sur les valves de la tuyère actionne en même temps un papillon ménagé sur ce tuyau.

L'appareil dégraisseur où débouche ce tuyau *hj* a un diamètre trois ou quatre fois plus considérable; la vapeur y traverse une série de grilles *ef* à barreaux évidés disposées en chicane qui recueillent, dans leurs parties creuses, les matières grasses en suspension. Ces matières s'amassent dans le fond, et sont évacuées par un tuyau spécial qui les conduit dans le cendrier. Ce tuyau est recourbé en siphon à l'extrémité pour empêcher les rentrées d'air froid.

La vapeur ainsi débarrassée des matières grasses arrive ensuite dans le réchauffeur par le tube *n*, elle y circule à l'extérieur d'une tôle cylindrique percée de trous (fig. 632), et elle vient y

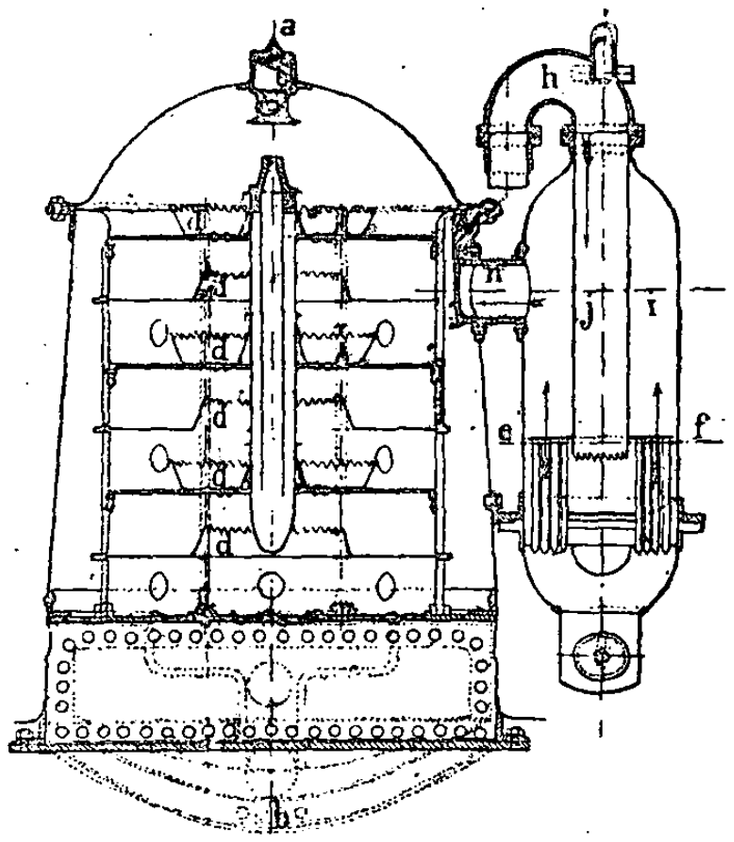


Fig. 632. — *Coupe* ca *du dégraisseur de vapeur et réchauffeur de l'eau d'alimentation des locomotives.*

pénétrer pour se mélanger avec de l'eau froide d'alimentation, et le courant d'eau chaude ainsi formé s'accumule à la partie inférieure d'où il est conduit à la pompe de refoulement par un tuyau spécial *q*.

L'eau froide venant du tender débouche dans le réchauffeur par le tuyau central *ab* terminé par un ajutage, et elle vient frapper avec force la surface sphérique d'une pièce C placée au centre de la partie supérieure. De là, elle retombe en gerbe sur la première vasque *d* qui forme une sorte de cuvette dont les bords en dents de scie divisent l'eau en minces filets avant de la laisser retomber en cascade sur les vasques inférieures *d*.

La vapeur venant de la chambre annulaire entourant ces vasques pénètre par les orifices ménagés sur la cloison de séparation, comme l'indiquent les figures 632 et 633; elle se mélange bien intimement avec les molécules de l'eau d'alimentation.

Les deux pompes alimentaires, l'une à eau froide, l'autre à eau chaude, sont actionnées par des excentriques calés sur l'essieu-moteur suivant des rayons opposés. La pompe à eau froide qui aspire directement l'eau du tender ne présente d'ailleurs rien de spécial; quant à la pompe à eau chaude, elle a un volume double de celui de la première. Comme les dégagements de vapeur gêneraient l'aspiration, celle-ci est placée à 2 mètres en contre-bas par rapport au réchauffeur qui est reporté sur le haut de la chaudière. On a ainsi une pression suffisante pour assurer en tout temps la levée du clapet d'aspiration, car les pertes de charge atteignent en moyenne $0^m,80$, et ne dépassent pas $1^m,50$.

Comme le mauvais fonctionnement de la pompe à eau chaude pourrait donner lieu à des acci-

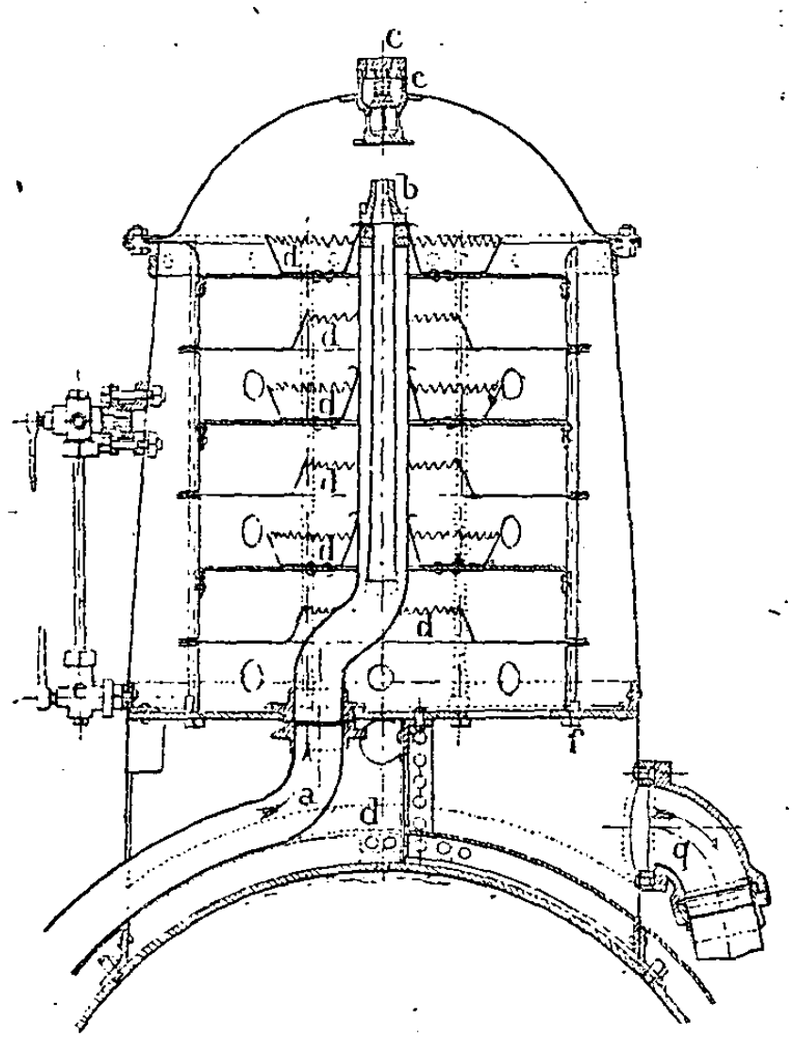


Fig. 633. — *Coupe* ab *de l'appareil réchauffeur.*

dents, si l'eau froide était refoulée dans les cylindres par le tuyau d'arrivée de la vapeur, on a eu soin de ménager sur ce tuyau un léger clapet en bronze s'ouvrant sous l'effort normal de la vapeur, et qui se fermerait devant le courant d'eau refoulée. Une soupape *c* placée à la partie supérieure du réchauffeur permettrait alors l'évacuation de l'eau accumulée. Cette soupape est percée elle-même d'un trou formant évent pour l'évacuation de l'air dégagé de l'eau réchauffée. Ce trou est fermé d'une petite sphère en ébonite facile à soulever, qui empêche la rentrée de l'air extérieur.

Circulation de vapeur autour des cylindres. Poursuivant ses ingénieuses recherches, M. Lencauchez s'était proposé également avec le concours des ingénieurs de la Compagnie d'Orléans, d'assurer le réchauffage des cylindres en vue d'améliorer la distribution de la vapeur.

Ainsi que nous l'avons signalé, en effet, à l'article DISTRIBUTION, les parois des cylindres sont toujours à une température relativement faible;

et elles déterminent ainsi une condensation de vapeur abondante aux premiers moments de l'admission. En réchauffant extérieurement les parois, on prévient donc ces condensations et la perte d'effet utile qu'elles entraînent. Il faut considérer par contre qu'en munissant les cylindres d'une enveloppe, où on fait circuler la vapeur, on détermine ainsi de nouvelles condensations qui peuvent détruire l'effet des économies réalisées dans les cylindres. C'est ce qui se produit dans les machines sans condensation marchant à grande vitesse et à faible détente, aussi les enveloppes de vapeur sont-elles peu appliquées sur les locomotives, tandis qu'elles présentent une utilité incontestable sur les machines à condensation et à grande détente pour lesquelles l'écart est beaucoup plus prononcé entre les températures extrêmes des cylindres.

Pour les locomotives toutefois, le réchauffement des cylindres présente des avantages théoriques incontestables en raison des pressions élevées de 13 à 14 kilogrammes qu'on atteint maintenant dans les chaudières, et M. Lencauchez avait essayé de le réaliser en employant la vapeur vive de la chaudière qui était admise directement autour des cylindres et renvoyée ensuite à la chaudière par un dispositif spécial. Une pompe de purge renvoyait la vapeur avec l'eau de condensation dans un éjecteur où elle rencontrait l'eau d'alimentation sortant de la pompe à eau chaude, et le courant mixte ainsi formé était refoulé dans la chaudière. Ces diverses dispositions ne purent être réalisées complètement en pratique, et les essais qu'on entreprit dans des conditions seulement approchées donnèrent lieu à diverses difficultés pratiques, de sorte qu'on y renonça sans en faire l'expérience complète.

Séchage de la vapeur. Les ingénieurs de la Compagnie d'Orléans ont également porté leur attention sur l'utilité d'assécher la vapeur dans les boîtes à tiroir, afin de prévenir l'entraînement d'eau considérable qui en résulte dans les cylindres, entraînement qui aggrave dans une forte mesure les condensations résultant du passage de la vapeur humide dans les lumières d'admission. M. Polonceau a imaginé à cet effet un appareil détendeur qu'il interpose sur le tuyau de prise de vapeur et qui sert en même temps de sécheur. Cet appareil se compose d'un cylindre vertical dans lequel se déplace automatiquement un piston qui ouvre et ferme le passage de la vapeur, suivant que la pression diminue ou augmente dans la conduite.

Le piston est percé de trous par lesquels passe la vapeur, et il se trouve ainsi soumis à la pression de celle-ci sur ses deux faces, l'effort résultant correspond alors à la pression développée sur la section de la tige. Celle-ci est reliée à un ressort antagoniste équilibrant cet effort. Le ressort est à pincettes, et présente une grande flexibilité afin de donner un débit variable suivant les besoins.

La vapeur détendue vient ensuite s'assécher en traversant la chaudière, où elle est amenée par sept tuyaux en cuivre rouge de $0^m,05$ de diamètre intérieur, et elle est dirigée de là dans les cylindres. En dehors de son application comme sécheur aux machines neuves à haute pression de 12 à 16 kilogrammes, l'appareil détendeur donne en outre des résultats très intéressants sur les machines anciennes établies pour une faible pression de 8 à 10 kilogrammes lorsqu'on doit en remplacer les chaudières; il permet en effet de relever le timbre de la chaudière neuve, tout en conservant dans les cylindres l'ancienne pression de marche pour laquelle le mécanisme a été établi.

Il faut observer aussi que le détendeur permet d'accumuler dans la chaudière une très grande quantité de chaleur, et peut donner ainsi plus de ressources pour faire face à la consommation de vapeur dans les cas difficiles, comme pour remonter les longues rampes, etc.

Distribution de la vapeur. Reste enfin la distribution de vapeur proprement dite qui a été aussi l'objet d'études longues et minutieuses, mettant en évidence les dispositions à prendre pour améliorer les types généralement adoptés. Nous avons signalé au *Dictionnaire* l'inconvénient capital de la distribution par la coulisse Stephenson et ses dérivés, c'est la dépendance inévitable des diverses périodes actives et résistantes qu'elle comporte; on ne peut pas, en un mot, augmenter la détente sans prolonger la compression au retour et retarder l'échappement.

On a bien créé des distributions assurant l'indépendance de ces diverses périodes; mais ce sont des distributions par déclic ou par robinet qui deviennent inapplicables sur les locomotives, en raison de la grande rapidité de la marche de ces machines. Il faut considérer, en effet, qu'une machine à grande vitesse appelée à faire 300 révolutions par minute, exige ainsi 600 introductions et 600 échappements, soit 1,200 changements de direction, c'est-à-dire, pour les appareils, 20 chocs par seconde. Il y a, comme on voit, des conditions en quelque sorte incompatibles, et il faut bien s'en tenir aux distributions par coulisse.

L'application du système Compound constitue bien un moyen d'allonger la détente sans agir en même temps sur les autres périodes; mais dans le désir d'éviter les complications d'organes qu'elle entraîne, les ingénieurs de la Compagnie d'Orléans se sont attachés à réaliser cette indépendance tout en conservant le type de distribution ordinaire à détente unique.

MM. Durant et Lencauchez avaient songé d'abord à adopter deux distributions distinctes, en conservant la coulisse ordinaire pour régler l'admission de vapeur, et commandant, au contraire, l'échappement par le mouvement même de la crosse de la tige des pistons. De cette façon, l'échappement restait bien constant et tout à fait indépendant des variations de l'admission. Cette disposition, excellente en théorie, a pu donner en pratique de bons résultats, mais seulement à petite vitesse, et avec l'échappement ouvert en grand. Dès qu'on serrait l'échappement, surtout dans la marche à grande vitesse, on déterminait au contraire une contrepression excessive, et on dut y renoncer.

Après divers essais, les ingénieurs de la Compagnie d'Orléans s'arrêtaient au dispositif représenté dans les figures 634 et 635. L'admission est réglée au moyen de deux tiroirs cylindriques reportés aux deux extrémités du cylindre afin de diminuer l'espace nuisible en le ramenant au minimum possible, soit 4 0/0, et il en est de même pour l'échappement. Les tiroirs d'admission et d'échappement sont à double lumière. Les deux tiroirs d'admission, situés sur la génératrice supérieure du cylindre, sont solidarisés entre eux par une bielle de connexion et une autre bielle parallèle relie également les tiroirs d'échappement reportés sur la génératrice inférieure.

Les tiroirs distributeurs d'admission et d'échappement ne sont pas commandés par déclic, mais ils sont animés d'un mouvement continu, réglé par la coulisse, ils sont actionnés par deux bielles distinctes ayant chacune leur coulisseau oscillant dans la coulisse. Les deux bielles sont réunies par deux entretoises de longueurs déterminées, et elles sont déplacées en même temps par le mouvement de l'arbre de changement de marche.

Le tiroir d'admission est conduit par la coulisse à la manière ordinaire, le tiroir d'échappement a de son côté des phases qui sont déterminées par la position correspondante de son coulisseau, et qui ne sont donc pas tout à fait indépendantes de celles d'admission ; mais, avec un tracé d'épure convenable et pour le sens habituel de marche

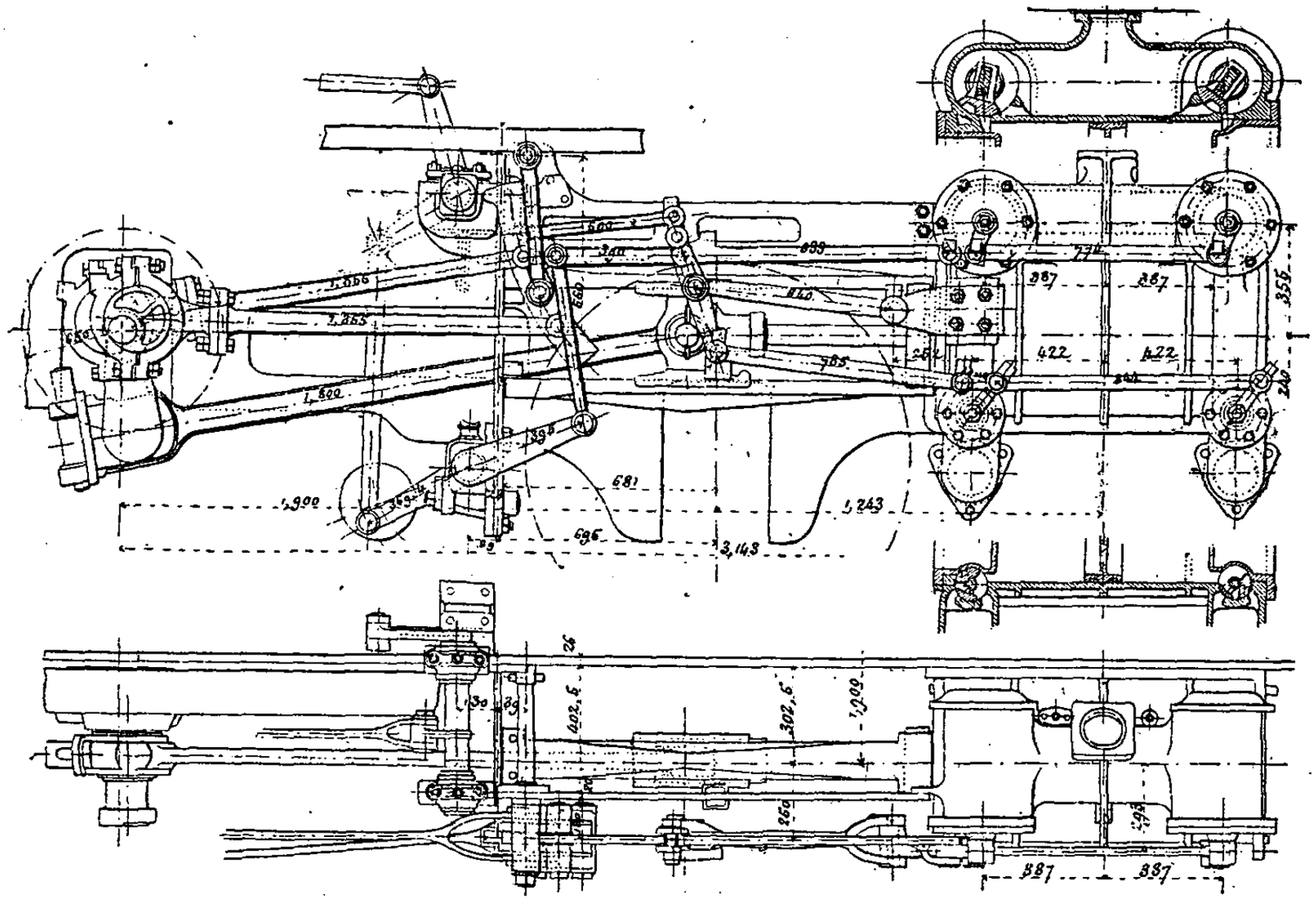


Fig. 634 et 635. — *Distribution à quatre distributeurs cylindriques appliquée par la Compagnie d'Orléans, machine n° 67.*

des machines, on peut arriver toutefois à obtenir entre ces diverses phases des rapports qui seraient irréalisables avec une distribution ordinaire. On trouvera dans le Mémoire cité de MM. Durant et Lencauchez, des relevés très intéressants des diagrammes obtenus sur deux locomotives ainsi transformées, ils montrent que la détente a pu être prolongée de 25 0/0, et la compression diminuée de 20 0/0 par rapport aux machines ordinaires, et cela pour tous les degrés de détente. A fond de course de la coulisse, soit au démarrage, la compression n'est plus que de 5 0/0, ce qui facilite beaucoup le démarrage des machines, car dans les conditions ordinaires, elle atteint 10 0/0. Ajoutons qu'il devient possible de réduire l'admission limite à 5 ou 6 0/0, tandis que les distributions ordinaires ne descendent guère au-dessous de 10 0/0.

On a certainement une utilisation meilleure du travail de la vapeur, puisque l'espace nuisible est diminué, la compression est amoindrie, et la détente prolongée.

La vapeur d'admission n'est plus refroidie par le passage de la vapeur d'échappement, celle-ci étant évacuée par des lumières spéciales, et il devient facile d'admettre par une double introduction, le même tiroir ne servant plus à l'échappement. Ce tiroir se trouve en même temps équilibré par son fonctionnement même.

Avec les distributeurs cylindriques, on évite d'autant mieux la chute de pression à l'introduction, puisque la vapeur afflue par une section presque doublée.

L'espace nuisible peut être réduit à 4 0/0 au lieu du chiffre de 9 0/0 qu'on atteint souvent. La détente est prolongée jusqu'à 80 0/0 au point

mort, au lieu de 52 0/0 comme dans les machines ordinaires.

Une disposition analogue de distributeurs cylindriques a été essayée déjà aux chemins de fer de l'Etat, sur les machines construites par M. Ricour, ainsi que nous l'avons indiqué dans le *Dictionnaire*. On retrouve également cette application sur certaines machines de la Compagnie du Nord munies de la distribution Compound.

Mentionnons enfin le tracé des pistons des machines de la Compagnie d'Orléans ; on y remarque les rainures ménagées sur le contour extérieur entre les deux segments étanches qui caractérisent le type Ramsbottom. Cette disposition permet d'éviter sûrement toute fuite, sans avoir besoin de donner aux segments en fonte une tension excessive.

Les perfectionnements que nous venons de résumer sommairement portent, comme on le voit, sur les organes les plus importants de la locomotive; ils sont appelés à améliorer, dans une grande mesure, les conditions d'utilisation de la vapeur sur les machines, et il n'est pas douteux que le résultat ne s'en fera sentir avantageusement lorsqu'ils seront entrés dans la pratique courante.

Il est encore difficile d'apprécier exactement ces avantages, car les essais n'ont pas porté encore sur des machines construites spécialement pour recevoir ces dispositions nouvelles ; toutefois, les ingénieurs de la Compagnie d'Orléans ont exécuté de nombreuses expériences dont on trouvera le compte-rendu dans le Mémoire déjà cité, et celles-ci mettent bien en évidence les progrès réalisés. On examinera notamment les nombreux diagrammes comparatifs de la distribution de vapeur modifiée avec la distribution ancienne, qui montrent bien l'amélioration apportée dans la distribution. Une différence très remarquable, qui apparaît immédiatement à l'examen de ces diagrammes, résulte de la forme de la courbe des compressions qui s'élève beaucoup moins que dans la distribution ancienne, et augmente ainsi d'autant la surface des diagrammes et le travail utile correspondant. — B.

• **LOGEMENTS D'OUVRIERS.** — V. *Supplément*, HABITATIONS A BON MARCHÉ et HYGIÈNE.

• * **LORY**, géologue, correspondant de l'Académie des sciences. Né en 1824; mort à Grenoble, le 3 mai 1889. Il était élève de l'Ecole normale. C'est comme professeur de géologie et de minéralogie à la Faculté des sciences de Besançon, que son aptitude se révéla. Il se livra avec une ardeur infatigable et un complet dévouement à la géologie qui fut l'objet constant de ses recherches, pendant quarante ans. Il découvrit d'abord, à la limite du terrain jurassique et du terrain crétacé, des couches à faune lacustre, en parallélisme constant avec les strates marines supérieures ou sous-jacentes. En habile stratigraphe et en paléontologiste exercé, il sut classer les dépôts et constituer un type complet, devenu classique. Son *Esquisse d'une carte géologique du Dauphiné*, parue en 1857, fut complétée ultérieurement par des Mémoires. Le rôle prédominant des failles et des grandes lignes de dislocation fut reconnu et l'on put la suivre, principalement à travers le Dauphiné, la Savoie et le Valais, sur les nombreuses cartes géologiques que Lory publia en collaboration avec M. Vallet.— C. D.

• * **LUXEMBOURG.** Le Grand-Duché de Luxembourg, autrefois apanage personnel du roi de Hollande et maintenant entièrement séparé de toute attache avec les Pays-Bas, est un Etat neutre situé entre la France, l'Allemagne et la Belgique. Sa population est de 220,000 habitants pour une superficie de 2,554 kilomètres carrés seulement. La capitale, Luxembourg, compte 18,000 habitants.

Le budget atteint environ 8,000,000 de francs en recettes, et 7,500,000 francs en dépenses. La situation financière est donc bonne. La dette publique est de 16 milliers de francs. Au point de vue commercial, le Grand-Duché fait partie du Zollverein allemand.

Ce petit pays est très prospère, mais ne présente aucune particularité saillante au point de vue industriel et commercial. Quelques fabriques à Luxembourg, des eaux minérales, partout une exploitation intelligente de forêts, et un développement agricole remarquable, voilà ce qui fait sa richesse.

Le Luxembourg à l'Exposition de 1889. Le gouvernement grand-ducal avait donné une subvention de 20,000 francs pour l'installation de ses nationaux au Champ-de-Mars, et cette somme avait suffi pour faire de cette exposition si petite, une des plus complètes dans l'ensemble. 150 mètres de superficie, et vingt exposants à peine, mais tous présentant un intérêt; architecte, M. Vaudoyer; décorateur, M. Godon.

Au milieu de la section s'élevait un élégant pavillon octogone, surmonté d'une coupole. Là se développait en forme de pyramide, l'envoi de M. Lamort, fabricant de papiers. A côté, sous le même abri, les divers produits : eaux en bouteilles, sels, pastilles, etc., de l'établissement des bains de Mondorf, et les gants de M. Mayer.

A droite de ce pavillon se trouvait l'exposition officielle du gouvernement. Des plans très soignés, dressés par l'administration des travaux publics et par celle des télégraphes et des téléphones, donnent une idée très exacte des routes, des ponts, des divers travaux d'art, enfin des stations de communications électriques du Grand-Duché ; les moindres poteaux sont indiqués. Plus loin, des cartes, plans et tableaux comparatifs faisaient voir les progrès réalisés dans toutes les branches de l'agriculture depuis cent ans; enfin, de curieux documents sur l'histoire du pays, monnaies et chartes, sur les écoles et sur les prisons, avec une jolie réduction d'une salle d'études, complétaient l'exposition administrative.

En face, de l'autre côté du pavillon, l'industrie privée nous montrait beaucoup de choses fort intéressantes. Notamment les draps de M. Godchaux, les tabacs et cigares de M. Heitz von Landenych, et un joli ameublement pour les chambres à coucher de MM. Champagne frères. Au quai d'Orsay, dans la section de l'agriculture, aux Invalides avec ses minerais renfermés dans un coquet pavillon de bois vernis, au Trocadéro avec le rucher modèle de la Société d'agriculture, le Luxembourg tenait vaillamment sa place, et faisait oublier son peu d'importance au milieu de toutes ces grandes nations, par l'intérêt de ses envois.

M

MACHINE A ÉCRIRE. Dans notre « fin de siècle » toute d'activité fébrile, il est certain qu'un appareil pouvant tripler la vitesse de la plume, peut rendre de grands services au public. Aussi, les machines à écrire, depuis l'apparition des premiers systèmes *Writer* et *Remington*, se sont-elles beaucoup multipliées surtout en Amérique, où ce système a été tout d'abord adopté. Aux Etats-Unis, la plupart des commerçants ont maintenant un sténographe, qui la plupart du temps est une femme, à laquelle ils dictent leur correspondance qui est sténographiée, puis transcrite à la machine à écrire en caractères typographiques. Par ce moyen, on gagne un temps considérable, car on peut dicter de 150 à 200 mots par minute, et dicter en *une* heure ce qu'on pourrait difficilement écrire en *huit*.

Il existe des machines à écrire à *manettes*, à *cadran* et à *clavier*. Toutes demandent le déplacement d'une aiguille, d'un cadran ou d'une touche secondaire.

La *Calligraphe*, une des plus récentes machines à écrire, et aussi une des plus perfectionnées, imprime en caractères typographiques par le jeu d'un clavier, analogue à celui d'un piano. Les touches, rondes, disposées en plan incliné, et indépendantes les unes des autres, portent l'indication d'une lettre de l'alphabet, d'un signe de ponctuation, d'un chiffre ou de tout autre signe.

Deux touches plus larges placées latéralement, servent à ménager les espaces entre les mots. En arrière de ce clavier, sont des marteaux perpendiculaires disposés en cercle, en rapport avec les touches, et portant à leur extrémité inférieure le caractère correspondant qui, par le jeu de la touche, vient s'imprimer sur une feuille de papier préalablement enroulée sur un chariot en caoutchouc. L'impression se fait à travers un ruban imprégné d'encre, placé immédiatement au-dessous du chariot. La régularité en est assurée par une impulsion automatique du chariot, qui avance à chaque mouvement des touches, d'une distance égale à la largeur d'une lettre. L'un de ces appareils mesure $32 \times 40 \times 26$ centimètres; son poids net est de $6^{k},500$. Il peut se placer, à volonté, sur un meuble ordinaire ou sur une table spéciale. Cette machine ne demande qu'un seul mouvement pour chaque lettre non accentuée et deux mouvements pour les lettres à accents; elle imprime plus de 12 caractères par seconde.

Un exécutant expérimenté peut écrire avec les plus parfaites machines, trois fois plus vite qu'à la main; certains modèles peuvent même aller cinq fois plus vite que la main.

Le texte ainsi typographié n'a qu'un défaut : c'est qu'il n'est pas aussi agréable à l'œil que l'impression ordinaire : les lettres occupant toutes le même espace, quelle que soit leur forme; c'est ainsi que l'*i* occupe autant de place que l'*m*, et que cette dernière lettre est très à l'étroit, tandis que la première est entourée de trop de blanc.

L'impression obtenue avec la machine est susceptible d'être copiée à la presse, par le procédé ordinaire du copie-de-lettres, et l'on peut aussi obtenir d'un seul coup, par la simple pression du doigt sur les touches, une impression simultanée sur un grand nombre de feuilles de papier, jusqu'à *trente*, avec les machines perfectionnées.

On fabrique des machines spéciales que les aveugles peuvent manier facilement, et qui leur permettent ainsi de correspondre avec les voyants et d'écrire eux-mêmes leurs pensées. La régularité de l'impression étant indépendante de la vitesse de cette impression, un enfant sachant lire et écrire peut faire manœuvrer la machine à écrire. Ajoutons que ces appareils font très peu de bruit en fonctionnant. — L.-A. B.

MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES. La construction des machines dynamo-électriques a fait de grands progrès en ces dernières années, à la suite du perfectionnement de leur théorie par les travaux de MM. Kapp et Hopkinson, que nous allons résumer rapidement.

La formule, déduite de la loi d'induction, qui donne la valeur de la force électro-motrice induite dans une machine, peut affecter diverses formes équivalentes. Si l'on appelle :

H le champ magnétique dans l'entrefer;

L la longueur totale du fil induit situé dans l'entrefer;

V la vitesse linéaire, on a :

$$E=HLV$$

en supposant, condition toujours remplie, que les directions du champ H, du fil L et de la vitesse V soient toutes trois perpendiculaires entre elles.

Dans un projet de machine, on peut toujours déterminer à l'avance L et V sans difficulté : mais il n'en est pas de même de H.

La même formule peut encore se mettre sous la forme

$$E=n\frac{dF}{dt}$$

dans laquelle F est le flux de force utile dans le plan des spires induites, et n le nombre de ces spires. Cette formule peut encore s'écrire, en remarquant que F est égal au produit de la section Ω du fer par l'induction moyenne B à laquelle il est soumis; et en considérant la durée T d'une révolution complète pour une machine à deux pôles

$$E=\frac{4B\Omega n}{T}.$$

Dans cette forme est mis en évidence l'état magnétique du fer induit, et on peut ainsi plus aisément se rendre compte que c'est la limite de cet état magnétique, qui détermine la valeur de H dans l'air, et la puissance de la machine considérée. Nous verrons plus loin la relation qui lie B à H.

Théorie du circuit magnétique. Il faut donc déterminer l'induction B à laquelle sera soumis le fer induit et, plus généralement, quels seront le flux de force et l'induction magnétique dans toutes les pièces d'une machine. Tel est le but de la théorie récente des circuits magnétiques. On sait (V. Magnétisme) : 1° que toute ligne de force émane d'une pièce magnétique et aboutit également à une pièce magnétique qui peut être la première ou une autre; 2° que pour une même pièce magnétisée, les lignes de force qui en émanent égalent en nombre celles qui y aboutissent.

Par suite, si l'on considère un aimant, on peut appeler *circuit magnétique* le trajet plus ou moins complexe que font toutes les lignes de force qui en émanent, et que l'on prolonge individuellement jusqu'à ce qu'elles y reviennent, après avoir rencontré ou non, sur leur trajet, des pièces de matière magnétique qu'elles ont aimanté.

Considérons d'abord un anneau, fermé sur lui-même de longueur l, de section S, et sur lequel un fil faisant n tours est enroulé uniformément. Soit i le courant dans ce fil. Dans ces conditions, le flux de force sera complètement intérieur au fer et n'exercera aucune action extérieure. Sa valeur sera :

$$f=4\pi ni\frac{\mu S}{l}$$

μ étant la perméabilité correspondante à l'état magnétique obtenu.

On remarquera l'analogie de cette formule avec la loi d'Ohm. En effet, le flux f étant considéré comme analogue au courant i, la quantité $4\pi ni$ sera analogue à la force électro-motrice, et pour cette raison, recevra le nom de *force magnéto-motrice*; enfin, le terme $\mu\frac{S}{l}$ est l'analogue de l'inverse de la résistance, qui a pour expression $\frac{1}{\rho}\frac{S}{l}$. Aussi la quantité $\frac{1}{\mu}\frac{l}{S}$ a-t-elle souvent reçu le nom de *résistance magnétique*. Bien entendu il n'y a qu'analogie entre ces formules : l'ordre de phénomènes n'est pas le même et ne saurait comporter une assimilation plus étroite.

Supposons maintenant le même anneau que précédemment, mais ouvert de manière à laisser un espace de longueur δ entre les faces en regard. Le circuit magnétique est maintenant complexe, comprenant le fer et l'air. Lorsqu'on lancera le courant dans le fil qui entoure l'anneau, des pôles apparaîtront au voisinage de la coupure. Les lignes de force s'échappent de la région nord pour rejoindre la région sud. On ne sait pas d'avance quelle est la répartition du flux de force dans l'air, mais on peut, pour première approximation, admettre qu'il occupe seulement l'espace d'où l'on a enlevé le fer. On aura alors, en se rappelant que la perméabilité de l'air est égale à 1 :

$$4\pi ni=\frac{1}{\mu}\frac{l}{S}f+\frac{\delta}{S}f$$

équation dont il est facile de tirer f.

Cette formule n'est qu'approximative, car une partie très importante du flux ne passe pas dans l'entrefer direct, ainsi que le prouve la déviation d'une aiguille aimantée, qui se produit à une distance éloignée, précisément sous l'effet de ce flux de force latéral.

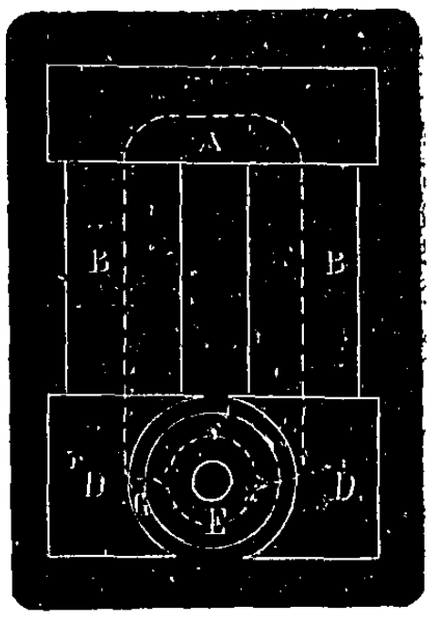


Fig. 636.

On peut à présent examiner un système complexe comprenant toutes les pièces d'une machine (fig. 636). Les indices ABC, indiquent que les notations se rapportent aux pièces désignées par ces mêmes lettres sur la figure. La quantité à obtenir est f_E, flux de force dans le fer induit. Le flux de force est différent dans toutes les pièces; mais il est nécessaire, pour simplifier, d'admettre qu'il est le même dans E, D et G, et égal à f; qu'il est également le même dans B et A, et égal à vf, v étant un coefficient plus grand que 1. Le flux utile est f, et le flux perdu $(v-1)f$.

On peut alors écrire :

$$4\pi ni = vf\left[\frac{1}{\mu_A}\frac{l_A}{S_A}+\frac{2}{\mu_B}\frac{l_B}{S_B}\right]$$
$$+f\left[\frac{2}{\mu_D}\frac{l_D}{S_D}+2\frac{l_G}{S_G}+\frac{1}{\mu_E}\frac{l_E}{S_E}\right]$$

Le coefficient v est à déterminer, on peut l'obtenir par le calcul, comme on le verra plus loin, et le vérifier par l'expérience. Supposons-le connu pour le moment, et cherchons à dégager la fonction $f=\varphi(ni)$ de l'équation précédente. Elle contient les perméabilités μ, qui ne sont pas immédiatement connues; mais nous pourrons néanmoins arriver à la représentation graphique de la fonction, à l'aide des considérations suivantes.

On remarque que le second membre de l'équation ne contient que des termes analogues; qui contiennent tous f en facteur. Si l'on pose

$$x_1 = v\frac{2}{\mu_A}\frac{l_A}{S_A}f$$
$$x_2 = v\frac{1}{\mu_B}\frac{l_B}{S_B}f$$
$$x_3 = \text{etc.....}$$

on aura :

$$\Sigma(x) = 4\pi ni.$$

Considérant seul un de ces termes tel que le premier : il est alors évident que x_1 représente la force magnéto-motrice qui déterminerait le flux vf dans la pièce A si celle-ci constituait à elle seule le circuit magnétique. Les autres quantités x ont la même signification; de sorte qu'on peut formuler cette loi que la force magnéto-motrice, nécessaire pour produire le flux f dans un système complexe, est la somme des forces magnéto-motrice qui produiraient le même flux dans chaque pièce prise isolément et formant un circuit magnétique complet.

Cela suffit à déterminer la manière de faire le tracé graphique de la fonction $f=\varphi(ni)$.

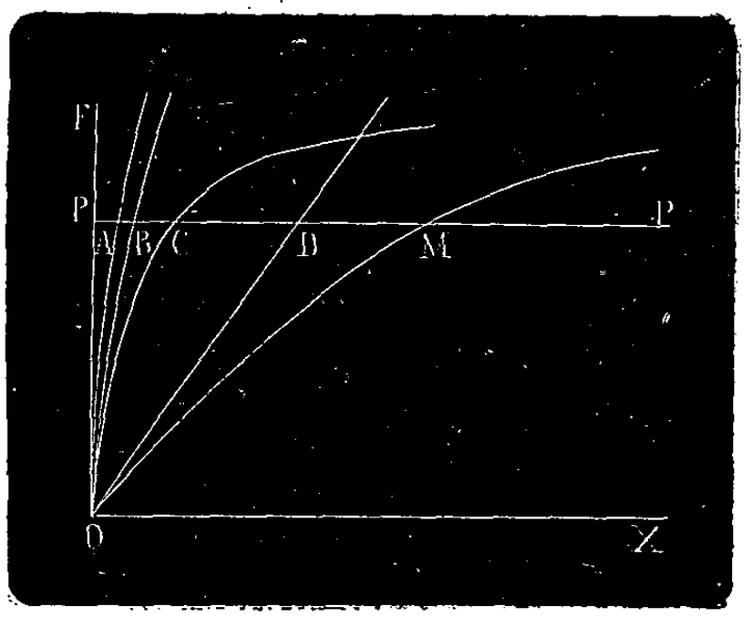


Fig. 637.

Supposons, en effet, que sur deux axes, on trace séparément (fig. 637) toutes les courbes

$$x_1 = \text{etc.....}\quad x_2 = \text{etc.....}$$

L'avant-dernière

$$x_4 = 2\frac{l_G}{S_G}f$$

est une droite passant par l'origine.

Maintenant traçons une abscisse PP' et prenons un point M tel que MP, soit la somme de toutes les abscisses PA+PB+ etc. Le point M appartient évidemment à la courbe cherchée.

Le problème sera donc résolu si l'on sait tracer les courbes élémentaires, telles que

$$x_1 = v\frac{1}{\mu_A}\frac{l_A}{S_A}f.$$

Chacune de ces équations définit l'état magnétique que prend la pièce considérée, et qui dépend de trois facteurs, savoir : la forme géométrique définie par $\frac{l}{S}$; le système magnétique auquel elle appartient, qui intervient par v; enfin, la qualité du fer, définie par la valeur de la perméabilité μ.

Si l'on possède la courbe $B=\mu H$ obtenue expérimentalement pour la qualité de fer de la pièce considérée (V. MAGNÉTISME), il sera très facile de passer de cette courbe à celle que nous cherchons. On calcule d'abord, pour une valeur quelconque de f, la valeur correspondante de B, par $B=\frac{vf}{S_A}$. Sur la courbe $B=\mu H$, on prend la valeur correspondante de H_A et celle-ci multipliée par l_A donne la force magnéto-motrice x_1 correspondant au flux vf.

En effet, on a la suite de relations :

$$vf = BS_A = \mu_A H_A S_A = \mu_A \frac{4\pi ni}{l_A}S_A$$

qui peut s'écrire, en appelant L la longueur totale du circuit magnétique :

$$vf = \mu_A\left(4\quad ni\frac{l_A}{L}\right)\frac{S_A}{l_A}.$$

La quantité entre parenthèses est évidemment la valeur de x_1, d'où l'on tire :

$$x_1 = \frac{1}{\mu_A}\frac{l_A}{S_A}f = \frac{1}{\mu_A}B_A l_A = H_A l_A$$

ce qui justifie la construction indiquée.

Ceci posé, il suffit de se reporter à la formule qui donne la force électro-motrice d'induction, pour voir que la courbe ainsi déterminée n'est autre chose que la *caractéristique-type* de la carcasse considérée, et qu'elle représentera la force électro-motrice en fonction de l'excitation, pour tout bobinage et toute vitesse choisis arbitrairement, par un simple changement des échelles des abscisses et des ordonnées.

Dérivations magnétiques, coefficient v. On a vu que le flux magnétique utile f, n'est qu'une partie du flux total qui traverse les inducteurs. Le flux perdu, $(v-1)f$, est la partie qui se ferme à travers l'air, ou les pièces magnétisables autres que le noyau de l'induit. Il constitue une véritable dérivation magnétique dans des circuits parasites, par rapport au circuit principal, qui contient l'induit. On peut établir par le calcul la valeur de v, en suivant une marche indiquée par le professeur Forbes, mais que nous ne saurions reproduire ici. On peut aussi, par le même moyen, calculer la vraie valeur de l'entrefer, qui comprend les faces latérales de l'induit, ainsi que l'espace qui s'étend entre les pointes des pièces polaires.

La valeur de v dépend naturellemennt beau-

coup du dessin de la machine. Elle est minimum dans celles qui ont des inducteurs plutôt longs, assez écartés entre eux. Elle est maximum, au contraire, dans celles qui ont des électros courts et rapprochés, soit entre eux, soit de masses magnétiques. Les limites extrêmes paraissent être de 1,25 pour les premières et 1,55 pour les dernières.

L'entrefer réel dépend également du dessin de la machine, il est toujours plus grand que l'entrefer direct, dans une proportion variable de 1,20 à 1,10. On pourra toujours, pour un avant-projet, calculer d'après des valeurs moyennes choisies entre les valeurs extrêmes indiquées ici.

La connaissance de l'entrefer réel et de la valeur de v permet donc d'établir par le calcul seul la caractéristique type d'une carcasse de machine. Lorsque la conformation des pièces ne laisse pas d'incertitudes sur les valeurs des longueurs et sections à introduire dans le calcul, on peut compter sur une approximation de quelques pour cent dans cette détermination. C'est un résultat très suffisant au point de vue pratique, et qui n'est pas toujours atteint dans les calculs relatifs à des machines d'une autre nature.

Réaction de l'induit. Les considérations précédentes se rapportent aux progrès accomplis dans l'étude des machines tant que le circuit extérieur est ouvert et que la machine ne débite aucun courant. On est également parvenu à une notion beaucoup plus nette que précédemment des effets dont l'induit est le siège lorsque le circuit est fermé et que le courant principal parcourt l'induit. Nous rappelons que la fermeture du circuit extérieur a pour résultat d'obliger à modifier la position des balais pour obtenir la suppression des étincelles. Il faut les caler en avant lorsque la machine est génératrice, et en arrière lorsqu'elle est réceptrice ; en même temps, on constate une diminution de la force électro-motrice induite sur une génératrice, et une augmentation dans une réceptrice.

Voici quelques considérations simples qui jettent beaucoup de lumière sur ce point, et que nous empruntons à M. A. Potier.

Une aiguille aimantée approchée d'une sphère de fer doux se tourne vers elle de manière à lui présenter l'un ou l'autre de ses pôles. Elle a donc deux positions d'équilibre stable, elle en a aussi deux d'équilibre instable, correspondant au cas où les deux pôles sont également distants de la sphère. Si l'on remplace l'aiguille aimantée par un induit de machine, pourvu de ses balais et parcouru par un courant, on verra cet induit, qui équivaut à un électro-aimant, se comporter comme l'aiguille, et tendre à diriger vers le fer la ligne de ses pôles. Si les balais participent à la rotation, tout se passe comme pour l'aiguille; mais s'ils sont immobiles dans l'espace, comme cela a lieu sur une machine, il est facile de comprendre que la rotation sera continue et déterminée par la tendance que présente le pôle le plus rapproché à se diriger vers le fer. Si, pendant la rotation, on fait lentement tourner les balais autour du collecteur, on obtiendra quatre changements de sens de la rotation pour un tour complet des balais autour du collecteur.

On réalise ainsi un moteur sans inducteurs, dans lequel la sphère joue le rôle d'inducteur et ne doit son magnétisme qu'au courant qui parcourt l'induit.

Mais d'un autre côté, d'après la loi de Lenz, le mouvement de l'induit doit déterminer une force électro-motrice de sens opposé à celle qui produit le mouvement. En effet, par l'approche du fer, les lignes de force émanant de l'induit, ont perdu leur symétrie par rapport à la ligne neutre : elles s'infléchissent vers le fer, et les spires voisines du diamètre de commutation sont traversées par un flux qui n'est plus nul.

Tous ces effets sont obtenus simplement par le voisinage du fer placé d'une manière non symétrique par rapport aux balais. C'est précisément le cas des machines dynamos, puisqu'on est obligé de décaler les balais pour supprimer les étincelles, et que les pièces polaires deviennent dissymétriques par rapport aux balais. Les raisonnements précédents sont donc applicables, et l'expérience permet de le vérifier très aisément.

Lorsque les inducteurs sont excités, leur magnétisme dépend à la fois du courant inducteur et du courant induit. L'induit est soumis à des forces électro-motrices provenant de l'un et l'autre courant, savoir : l'une due à son mouvement dans le champ dû à l'inducteur seul, et qui est du sens du courant induit (génératrice) ou de sens contraire (moteurs); l'autre due à son mouvement dans son propre champ, et qui est opposée au courant dans l'induit quand les balais sont calés en avant et de même sens s'ils sont calés en arrière. Il en résulte que la force électro-motrice est diminuée, et la force contre-électro-motrice d'un moteur augmentée par le fait du passage du courant, à cause de la position qu'il faut donner aux balais pour éviter les étincelles; mais ces phénomènes seraient renversés, si l'on pouvait caler les balais en sens inverse.

Tel est l'ensemble de phénomènes connu sous le nom de *réaction d'induit.*

On peut éviter ces réactions, et maintenir les balais toujours calés dans la position qui correspond à la marche à vide, en faisant réagir sur l'induit de petits électro-aimants auxiliaires, étroits, et parcourus par le courant principal lui-même. Cet artifice s'applique aussi bien aux génératrices qu'aux réceptrices; la Compagnie Edison, de Paris, l'applique sur ses moteurs électriques afin de diminuer la surveillance qu'ils nécessitent dans les applications.

Si l'on compare au point de vue de la réaction d'induit les enroulements Gramme et Siemens, on reconnaît que le premier doit donner lieu à une réaction plus intense, en raison des génératrices intérieures, qui n'existent pas dans l'enroulement Siemens. C'est ce que l'expérience, du reste, confirme exactement.

Caractéristique de réaction d'induit. Cette courbe serait celle qui donne les volts de la force électromotrice de réaction en fonction des ampère-tours du courant principal. On ne peut pas l'obtenir

directement, mais on peut la déduire des expériences faites sur la machine en régime variable, et de la caractéristique principale qui a dû être déterminée auparavant. A cet effet, on met la machine en service, avec une excitation connue des inducteurs, et sur un circuit extérieur de résistance variable. La caractéristique principale donne la force électro-motrice E à circuit ouvert, correspondante. On mesure alors successivement aux balais les différences de potentiel εε'ε" correspondant aux débits II'I". Les forces électromotrices de réaction sont alors, en appelant R la résistance intérieure de l'induit

$$e=E-\varepsilon-RI;\ e'=E-\varepsilon'-RI', \text{ etc.}$$

A l'aide de la courbe obtenue avec ces points, que nous appelons *caractéristique d'induit*, et à l'aide de la caractéristique principale, on peut déterminer par les méthodes graphiques toutes les propriétés de la machine envisagée. Malheureusement on ne possède pas pour cette seconde courbe, les mêmes éléments de détermination *a priori* que pour la première, par suite de l'ignorance de la loi qui relie l'angle de calage au courant principal.

Rendement. Les progrès de la théorie des dynamos ont permis de perfectionner les machines au point de vue du rendement et de la réduction du poids et du prix. Les bonnes machines modernes ont des rendements qui atteignent 0,88 à 0,92, ce qui les classe au premier rang des transformateurs d'énergie. Les pertes se composent à peu près par tiers des frottements des coussinets, de la dépense du circuit inducteur, enfin de la perte dans l'induit, par suite de sa résistance et des actions parasites internes. Il ne semble donc plus qu'on puisse réaliser de nouveaux progrès dans cette voie, et la fabrication de ces machines ne laisse plus de marge à des améliorations aussi remarquables que celles qui se sont produites dans les dernières années.

Les poids ont été également réduits à leur minimum par suite de la meilleure utilisation des matériaux, et il en est de même, pour la même raison, des prix de vente. Du reste, la machine dynamo-électrique est certainement, de toute manière, le moins coûteux des transformateurs d'énergie.

Nous devons signaler ici l'ingénieuse méthode de M. J. Hopkinson pour la mesure du rendement des dynamos employées soit comme génératrices, soit comme moteurs. L'application de cette méthode permet en outre aux constructeurs d'essayer leurs machines à plein débit, sans cependant dépenser en pure perte la quantité d'énergie correspondante.

Il faut disposer de deux machines identiques : on les accouple directement, arbre à arbre, par un manchon qui reçoit en même temps la poulie de commande. On considère alors ces deux machines comme étant l'une génératrice, l'autre réceptrice par rapport à la première. Les inducteurs sont excités par des dérivations prises sur la machine génératrice : un rhéostat est intercalé dans le circuit d'excitation de la réceptrice, afin d'affaiblir légèrement son champ. C'est la manœuvre de ce rhéostat qui détermine la densité du courant qui circule entre les machines.

La puissance transmise à la poulie doit être mesurée par un dynamomètre de transmission. Il est facile de comprendre alors que l'on peut mesurer d'abord le travail correspondant aux frottements simples des deux machines (malheureusement, les frottements d'une partie du dynamomètre de transmission sont enregistrés en même temps).

Puis, laissant exciter les machines, en maintenant coupé le circuit de jonction, on obtient, en plus, le travail absorbé par les courants de Foucault, frottements magnétiques, etc.

Enfin, en fermant le circuit de jonction, on peut régler le rhéostat de telle sorte que la génératrice absorbe par exemple 20 chevaux, dont 16 lui sont fournis par la réceptrice elle-même et les 4 autres seulement par la courroie.

Le tableau suivant donne le résultat de l'essai de deux machines Edison par cette méthode.

Vitesse, tours par minute.	808	802	764
Force électro-motrice, génératrice.	»	»	113.79
— — réceptrice. .	»	»	103.78
Courant principal dans la génératrice.	»	»	370
Courant principal dans la réceptrice.	»	»	358
Travail du dynamomètre (chevaux)	5.18	7.17	13.66
Travail converti dans l'induit de la génératrice.	»	»	56.20
Travail converti dans l'induit de la réceptrice.	»	»	49.80

Pour tirer de là le rendement, il faut recourir à une hypothèse, c'est que les pertes de transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique sont les mêmes dans la génératrice et la réceptrice.

Ce qui veut dire que dans l'équation suivante, déduite des expériences ci-dessus :

$$13,66+49,80-Y=56,20+X$$

on doit supposer X=Y, ce qui conduit à la valeur de 3,63 chevaux. Il est alors facile d'obtenir le rendement qui est, dans ce cas, très voisin de 90 0/0, tant pour la génératrice que pour la réceptrice.

On a proposé diverses modifications de cette méthode ; mais toutes laissent subsister l'hypothèse de l'égalité du rendement de transformation soit de l'électricité en travail mécanique, soit l'inverse.

Il semble préférable, comme l'indique M. Potier, d'actionner la machine, à essayer par couplage direct avec un moteur électrique ; puis opérant par substitution, de tarer ce dernier à l'aide d'un frein de Prony. Il est certain qu'en choisissant un modèle convenable de frein, on peut ainsi obtenir de très bons résultats, car le régime d'un moteur électrique est beaucoup plus facile à reproduire que celui de tout autre moteur.

D'autre part, la machine en essai est commandée directement par un couple, sans aucun tirage de courroies sur les paliers, tirage qui donne lieu

à une variabilité du travail absorbé, tout à fait indépendante de la valeur de la machine essayée.

Dispositions nouvelles. Depuis quelques années, un certain nombre de dispositions nouvelles ont été imaginées. La plupart d'entre elles dérivent de la recherche de formes d'inducteurs simples et de construction économique. Toutefois, il faut faire une place à part à la machine Desroziers (fig. 638), qui présente une disposition très intéressante. Son induit est en forme de disque, et dépourvu de tout noyau de fer. L'enroulement des fils se fait par moitié sur deux disques de carton, et d'une façon telle que sur chaque carton une partie des fils soit placée radialement sur une face et que les parties courbes, en développante de cercle, soient sur l'autre face. On évite ainsi les croisements de fils. Les disques de carton ainsi garnis sont fixés sur l'ossature métallique de l'induit. Celle-ci est formée d'un disque de maillechort monté sur un manchon de bronze,

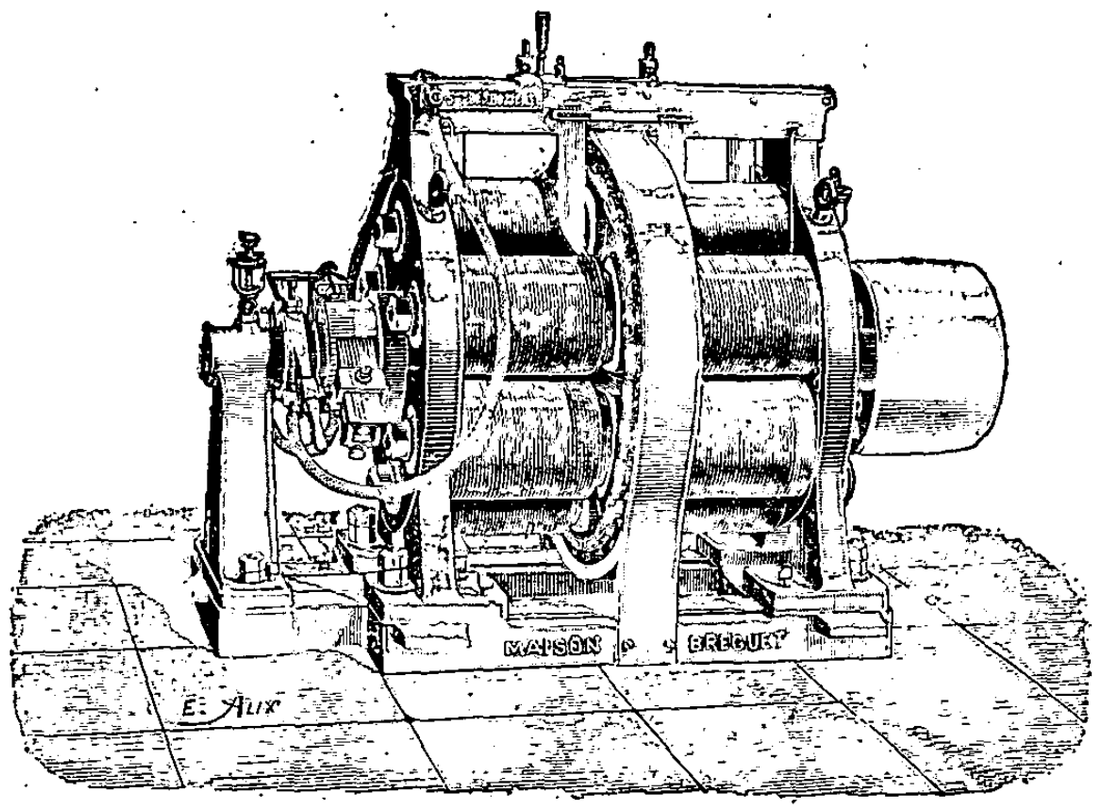


Fig. 638.

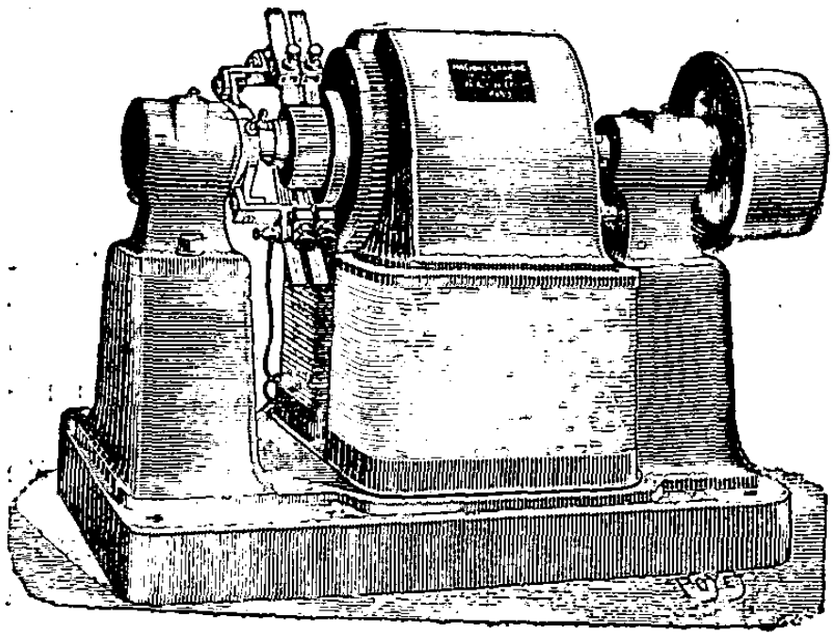


Fig. 639.

et portant également deux cercles de bronze à sa circonférence extérieure. Les disques de carton une fois montés, les fils radiaux à l'intérieur, on coupe au tour, toute la partie apparente de ces cartons. Les fils radiaux sont alors apparents. L'inducteur a une forme bien connue, qui ne présente rien de particulier, et qu'un coup d'œil sur la figure suffit à faire connaître.

La suppression du fer dans l'induit enlève une cause d'échauffement et de perte de travail. De plus, la ventilation de ces machines est évidemment excellente. On avait pensé que ces causes permettraient d'employer dans ces induits une densité de courant très élevée, donnant à ces machines une grande puissance de transformation. Mais cela n'a pu être réalisé sans faire tomber le rendement à une valeur inacceptable, et il est facile d'en comprendre la raison.

Le flux de force est ici embrassé par le fil *dans l'air*, c'est-à-dire là où sa densité est la plus faible. Aussi la longueur du fil par volt induit est-elle forcément plus élevée dans ce type que dans tous les autres; d'où déjà la nécessité de réduire la densité de courant, pour limiter la perte par Ri^2 au même taux que dans les machines à fer induit. On ne peut donc pas l'augmenter sans exagérer outre mesure cette perte. Quoi qu'il en soit c'est certainement le type le plus intéressant qui ait été produit pendant ces dernières années.

Au point de vue de la simplification dans la construction des machines, deux dispositions générales

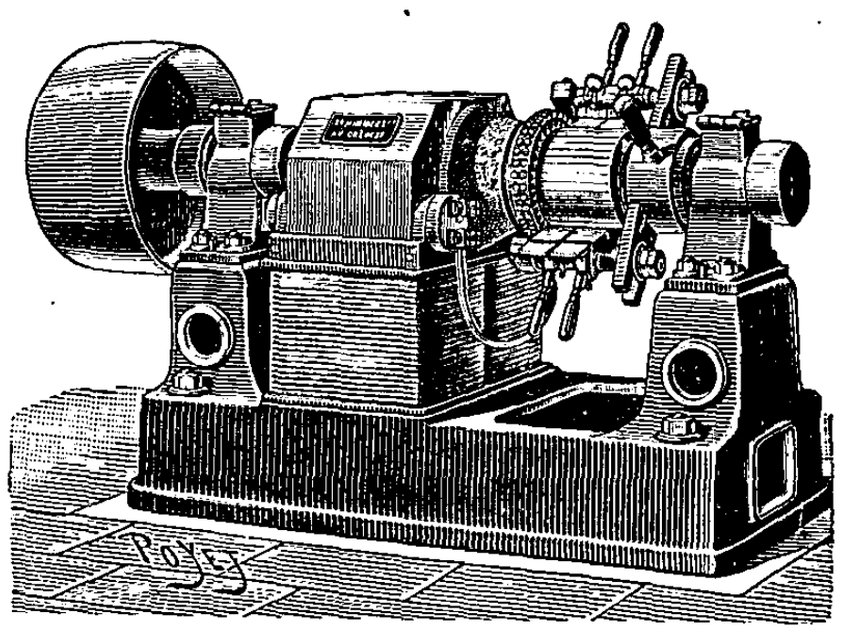


Fig. 640.

semblent aujourd'hui avoir la préférence. Ce sont la forme dite *type supérieur*, créée par M. Gramme, et la forme dite *type Manchester*, créée par MM. Mather et Platt, de Manchester. La plupart des constructeurs se sont ralliés à ces formes pour toutes les machines d'une puissance inférieure à 50 kilowatts.

La machine Gramme (fig. 639), est venue de fonte d'une seule pièce, sauf l'un des paliers qui est nécessairement mobile pour permettre l'introduction de l'induit. On arrive ainsi à une cons-

truction éminemment simplifiée, et l'économie réalisée de ce chef dépasse le surcroit de dépense de cuivre que nécessite l'emploi d'inducteurs en fonte et creux. Nombre d'autres constructeurs fabriquent des types analogues avec inducteurs rapportés et généralement construits en fer (fig. 640).

La forme Manchester est aussi très appréciée; la machine Brown en est un exemple. Ici les inducteurs sont formés de noyaux placés à droite et à gauche de l'induit, qui occupe une position centrale et symétrique. C'est encore là une disposition que la pratique a sanctionnée et qui est aujourd'hui très répandue.

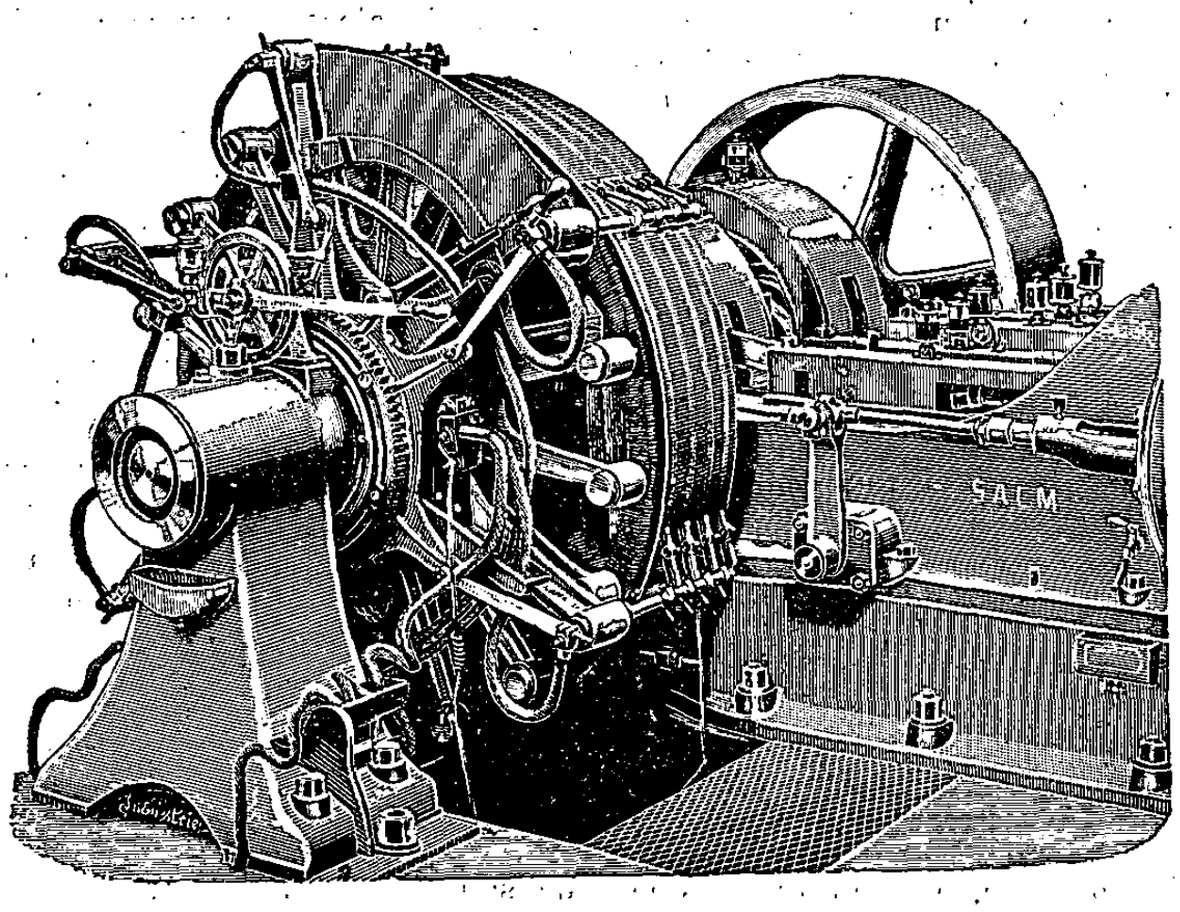


Fig. 641.

La nécessité de construire des machines de grande dimension pour le service des usines de distribution, a donné lieu à la création de quelques types intéressants.

Parmi les machines à courant continu, les dynamos genre Gramme construits par la maison Siemens et la Société alsacienne de constructions mécaniques, sont remarquables par leur disposition originale (fig. 641). Les inducteurs sont intérieurs à l'anneau. Celui-ci est donc influencé par sa face intérieure, et sur sa surface extérieure on place le collecteur, formé par les barres mêmes qui réunissent les fils induits. Cette disposition est très compacte; mais elle est corrélative de certaines difficultés mécaniques de construction. En outre, il ne semble pas bien logique de faire du collecteur une pièce complètement dépendante du bobinage induit. Aussi, dans beaucoup de cas, les constructeurs renoncent-ils à cette dernière disposition. L'ensemble des porte-balais de ces machines est naturellement muni d'organes pour le réglage et le relevage collectifs, ainsi qu'on l'aperçoit sur la figure 641.

La compagnie Edison a construit aussi pour ses usines centrales des dynamos de grandes dimensions, qui sont attaquées directement par le moteur à vapeur. Les machines doubles de 200-250 kilowatts de l'usine de l'avenue Trudaine sont à huit pôles. Le bobinage est en tambour : mais les raccordements d'extrémité sont faits à l'aide de pièces de cuivre courbées en développantes. La construction de ce bobinage est entièrement mécanique ; il est formé d'un nombre considérable de pièces identiques se prêtant à une préparation mécanique. Les inducteurs sont extérieurs ; leurs âmes forment un octogone dont les sommets sont occupés par les épanouissements polaires.

Les machines d'une puissance de 200 et 300 chevaux sont aujourd'hui construites d'une manière très courante par la plupart des constructeurs. Les maisons Bréguet, Hillairet, Sautter-Harlé, etc., ont réalisé avec un plein succès des machines de dimensions considérables.

Les machines à courant alternatif ont également trouvé un développement considérable et inattendu dans les applications des transformateurs.

Les machines de Ferranti qui ont été installées à Deptford, pour l'éclairage d'une partie de la cité de Londres, sont d'une puissance de 1,500 chevaux-vapeur. Elles fonctionnent à 10,000 volts, résultat industriel d'une haute importance et qui n'a pu être atteint qu'après de longs essais.

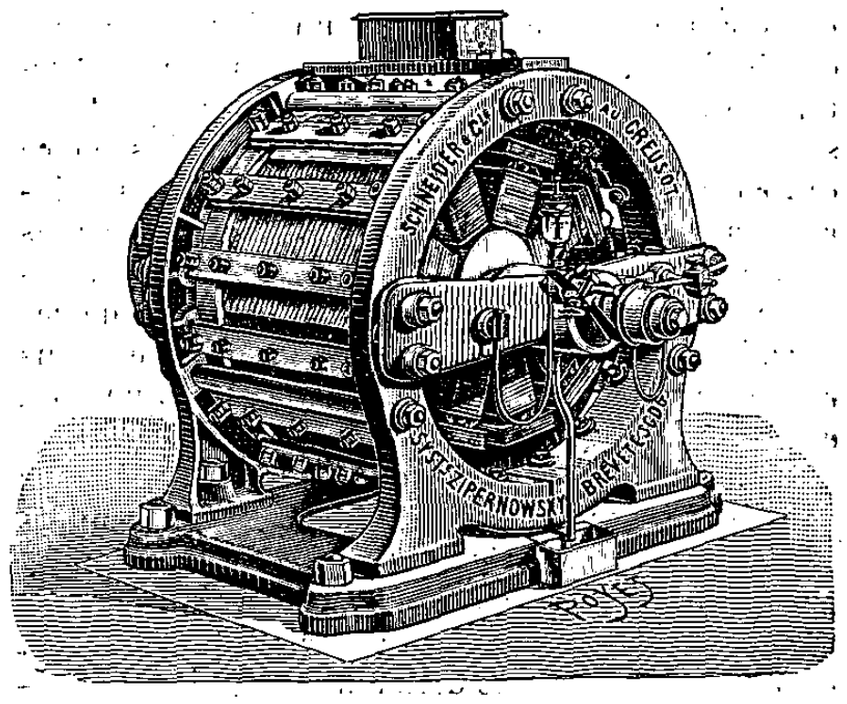


Fig. 642.

Le système Zipernowski (fig. 642) a reçu également d'importants développements par les soins des ateliers du Creusot.

Les machines alternatives modernes ont dû leurs perfectionnements à une connaissance plus complète des propriétés de ce genre de courant. La subdivision du fer, la diminution du fil induit au profit du fil inducteur, sont la caractéristique principale de ce progrès.

Aussi les types construits par Westinghouse, Brush, en Amérique, Mordey, Kapp, en Angleterre, sont-ils appréciés et largement employés à l'éclairage par transformateurs. Pour celles-ci comme pour les dynamos à courant continu, la pratique conduit peu à peu à un petit nombre de formes qui constitueront des types dont on s'éloignera peu dans l'avenir. Toutefois la diversité est encore considérable.

Conclusions. En résumé, les progrès des machines dynamo-électriques pendant ces dernières années ont été rapides et considérables. Une connaissance plus exacte du rôle du fer et des conditions de fonctionnement des machines ont permis d'arriver assez rapidement à de grandes réductions dans le poids et le prix, en même temps qu'à une augmentation de rendement. Sous ce rapport, la machine dynamo-électrique peut être classée aujourd'hui au premier rang parmi les meilleurs transformateurs d'énergie, puisque presque toutes les machines, même de petite puissance, peuvent atteindre des rendements de 0,88 à 0,92. En même temps, au moins pour les types à courant continu, la construction s'est simplifiée et rapprochée de quelques formes types. Pour les machines alternatives, le progrès n'a pas été moins marqué, et bien qu'elles ne soient pas encore absolument au niveau des machines continues, il est permis d'espérer qu'elles y arriveront rapidement. — R.-V. P.

MACHINES D'IMPRESSION TYPOGRAPHIQUE EN COULEUR. — V. IMPRIMERIE, § *Impression en couleur*, et *Supplément*, IMPRIMERIE.

* **MACHINES FRIGORIFIQUES.** Bien que la fabrication de la glace artificielle et surtout les applications du froid dans l'industrie aient pris, dans ces dernières années, un développement considérable, les machines destinées à la production de la glace et du froid sont restées à peu près stationnaires depuis longtemps, au moins en ce qui concerne les procédés employés et les principes appliqués. Nous devrons donc chercher les perfectionnements dans les diverses dispositions mécaniques adoptées dans la construction de ces machines, pour rendre leur perfectionnement plus certain et leur construction plus économique, tout en augmentant leur rendement.

Dans le système Mertz, de Bâle, les installations comportent une série de compartiments ou de cellules, indépendants les uns des autres, où la température peut être maintenue à 4° centigrades et où l'on peut avoir accès à tout moment et en toute saison. Cette division appliquée aux installations des abattoirs et des marchés publics, permet d'établir des compartiments plus ou moins grands et de les louer aux bouchers et aux marchands de denrées alimentaires pour conserver, pendant les chaleurs, les viandes et les provisions. Le système Mertz présente de plus un double avantage : celui de produire le froid pour maintenir la température des cellules, et de fournir de la glace chimiquement pure pour l'alimentation.

Les machines du système Linde, aujourd'hui répandues dans le monde entier, offrent également les plus grands avantages au point de vue non seulement de leur fonctionnement perfectionné mais encore de l'économie et de la production.

Nous signalerons en outre la machine frigorifique Lebrun, qui, d'après les renseignements que nous avons sous les yeux, donne de très bons résultats.

Cette machine appartient au type des machines dites *à compression*, et l'agent frigorifique qu'elle emploie est l'ammoniaque anhydre, dont M. Lebrun a rendu la fabrication complètement industrielle. L'ammoniaque anhydre (AzH^3) est un liquide incolore, très mobile, très léger, de densité $=0,63$, bouillant vers $-35°$ à la pression atmosphérique ; la force élastique de sa vapeur est de $4^k,16$ à 0°, de $8^k,50$ à $+20$ et de $15^k,50$ à $+40°$, sa chaleur latente de vaporisation est très grande, 315 calories. Nous n'avons pas à étudier ici les considérations physiques qui ont fixé le choix de l'ammoniaque anhydre comme agent frigorifique ; il nous suffit de constater le résultat obtenu pour reconnaître qu'il est pleinement justifié. Rappelons seulement en quelques mots le principe sur lequel repose le fonctionnement de la machine. L'ammoniaque anhydre liquide, en s'évaporant dans la partie de l'appareil appelée le *congélateur*, absorbe une grande quantité de chaleur ; elle abaisse par suite la température de ce congélateur à une température bien inférieure à 0°, c'est la production du froid.

La vapeur d'ammoniaque, pour être ramenée à l'état liquide et pouvoir être utilisée de nouveau, est aspirée du congélateur par une *pompe de compression* et comprimée par cette pompe dans une partie de l'appareil appelée *condenseur*, parce que l'ammoniaque, qui s'est échauffée dans la pompe par le fait de l'absorption du travail de compression, y est refroidie par un courant d'eau (ou d'air dans des cas particuliers), afin de faciliter sa liquéfaction sous une pression moins élevée. L'ammoniaque, en passant successivement de l'état liquide à l'état gazeux pour revenir à l'état liquide, ne sert donc en somme que de véhicule pour transporter à l'eau du condenseur la chaleur enlevée au congélateur.

Pour satisfaire à ces transformations successives de l'ammoniaque anhydre et en utiliser les effets, la machine Lebrun, comme toutes les machines à compression d'ailleurs, se compose de trois parties distinctes : 1° le *compresseur ;* 2° le *condenseur ;* 3° le *congélateur*, dont nous allons donner sommairement la description afin de faire voir les dispositions spéciales qui ont fait de leur ensemble une machine perfectionnée.

1° *Compresseur* (fig. 643 et 644). C'est surtout la disposition de cette partie de l'appareil qui caractérise le système et ce, par une disposition qui a pour but de supprimer totalement les pertes d'ammoniaque. La grande cause de perte d'ammoniaque dans les appareils à compression résidant dans la non étanchéité du bourrage de la tige du piston, par suite du mouvement alternatif de cette tige et de l'usure inégale qui en est la conséquence, le compresseur en question a été

étudié en vue de la suppression de ce bourrage et du mouvement alternatif de la tige du piston. Dans ce but, le compresseur à double effet a été transformé en deux corps de pompe à simple effet, dont les deux pistons opposés sont réunis en leur milieu par une coulisse verticale, dans laquelle fonctionne le coussinet du tourillon central d'un arbre coudé, dont les tourillons d'appuis tournent d'un côté dans une boîte fermée, et de l'autre dans un long presse-étoupe au delà duquel il se prolonge ; l'extrémité extérieure de l'arbre est portée par deux supports à coussinets en bronze, entre lesquels tournent deux poulies, l'une poulie volant fixée sur l'arbre, et l'autre poulie folle pour l'arrêt de l'appareil.

L'intérieur du bâti creux en fonte, réunissant les deux cylindres à simple effet montés face à face, est rempli d'huile ; il n'y a donc que de l'huile qui puisse passer par le bourrage de l'arbre, et de plus ce bourrage, fait sur un arbre à mouvement circulaire, n'a à supporter qu'une pression très faible ; celle de l'aspiration de la machine avec laquelle l'intérieur du bâti est en communication, soit 1 à 2 kilogrammes. Cette huile a le double but d'assurer le parfait fonctionnement de l'articulation de l'arbre coudé avec les pistons et d'assurer l'étanchéité complète de ces derniers.

De plus, l'huile qui peut passer à travers les pistons pendant les périodes d'aspiration, par le fait du mouvement de va-et-vient, remplit les espaces nuisibles compris entre les extrémités des pistons et les fonds portant les soupapes, et donne ainsi un effet utile presque théorique.

Le niveau de l'huile dans le bâti-cloche est donné par un indicateur spécial, lequel est pourvu d'une disposition particulière assurant la fermeture des robinets ; elle consiste en un contrepoids fixé à un des leviers des robinets, lequel est invariablement lié à l'autre par une petite bielle, ce qui donne la fermeture automatique dès que le contrepoids est abandonné à lui-même.

Les corps des pompes portent extérieurement des ailettes qui, tout en leur donnant plus de solidité, ont pour but de les refroidir ; grâce à la surface considérable de ces ailettes, on a pu supprimer complètement la circulation d'eau froide usitée dans tous les compresseurs pour parer à l'échauffement que produit la compression.

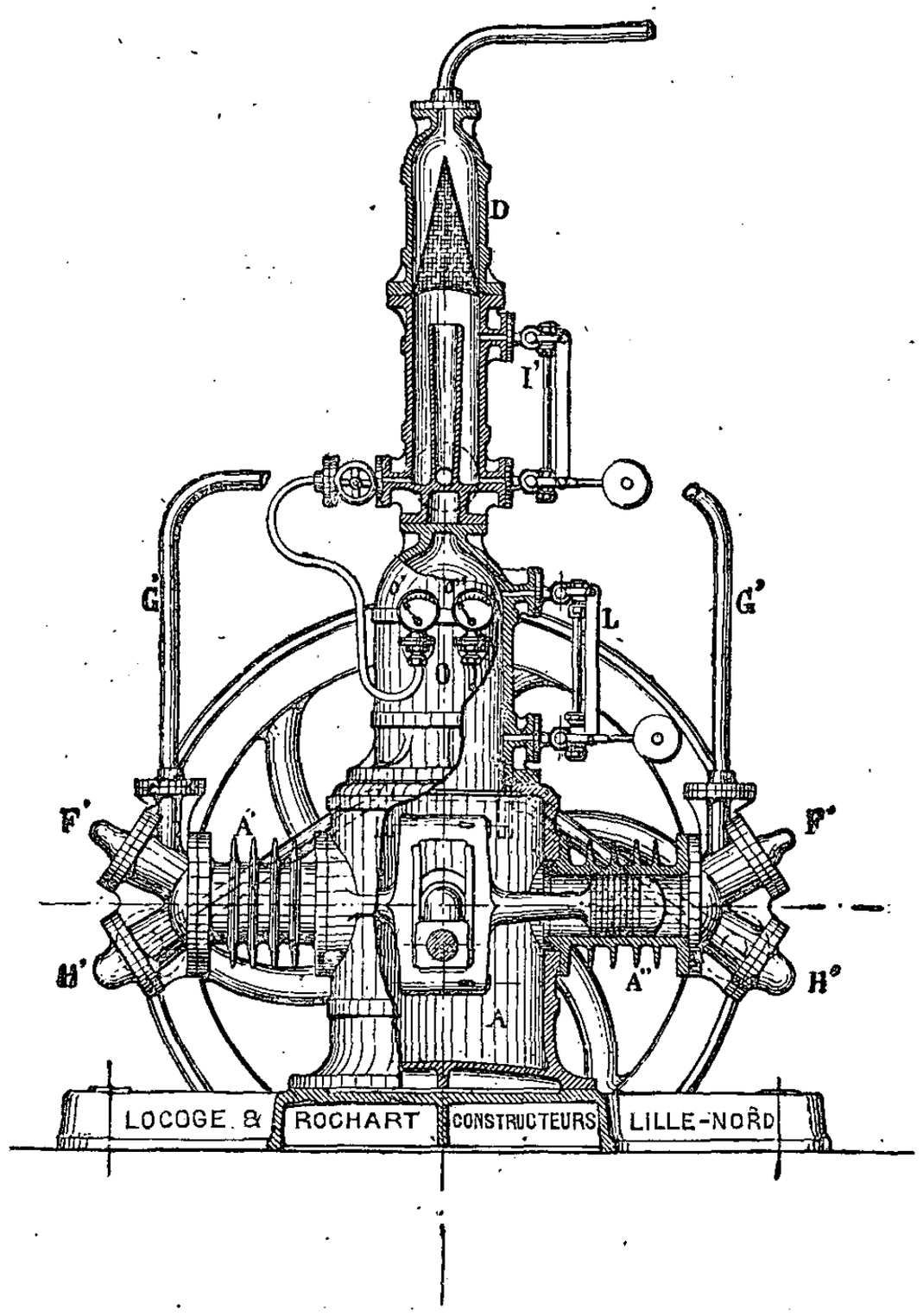


Fig. 643. — *Compresseur représenté, partie en vue extérieure, partie en coupe supposée par le plan de l'axe transversal de l'arbre coudé et par le plan de l'axe des pompes.*

A Cloche-bâti remplie d'huile. — *O* Cloche supérieure à demi-remplie d'huile. — *A' A''* Cylindres à ailettes. — *F' F''* Boîtes contenant les soupapes de refoulement. — *G' G''* Tuyaux de refoulement. — *D* Cloche de refoulement où s'opère la séparation de l'huile. — *H' H''* Boîtes contenant les soupapes d'aspiration. — *N* Presse-étoupe. — *O' O''* Manomètre. — *I' I''* Indicateurs de niveau d'huile.

Sur la partie supérieure du bâti-cloche du compresseur est fixé un récipient, ou séparateur d'huile, dans lequel arrive l'ammoniaque refoulée par les pompes ; son but est de permettre à la légère quantité d'huile entraînée de se déposer ; un indicateur de niveau donne la quantité d'huile déposée dans le séparateur, laquelle peut être renvoyée directement dans la cloche inférieure par un robinet soupape spécial. Avant de se rendre dans le condenseur, l'ammoniaque traverse un filtre en toile métallique placé dans la partie supérieure du séparateur, lequel sert à retenir les dernières parcelles d'huile entraînée.

L'ammoniaque qui a pu passer à travers les pistons pendant la compression, de même que l'ammoniaque provenant de l'huile ramenée du séparateur dans le bâti-cloche, est reprise à la

partie supérieure de la cloche par l'aspiration des pompes avec laquelle cette cloche communique, comme nous l'avons dit plus haut.

D'ailleurs les figures 643 et 644 permettent de se rendre parfaitement compte de la disposition de l'appareil.

2° *Condenseur*. En sortant du compresseur par la partie supérieure de la cloche du séparateur d'huile, l'ammoniaque arrive dans la partie supérieure du condenseur où elle se refroidit et se liquéfie par l'action d'un courant d'eau arrivant au bas de l'appareil et marchant en sens inverse du courant d'ammoniaque.

Le condenseur se compose d'une caisse en tôle et fonte à parois démontables, dans laquelle sont placés horizontalement et deux par deux des tuyaux en fonte à ailettes intérieures et extérieures, dont les courbes de jonction sont placées extérieurement de façon que les joints soient hors de l'eau; il n'y a donc aucune perte d'ammoniaque à craindre, les fuites par les joints étant faciles à constater.

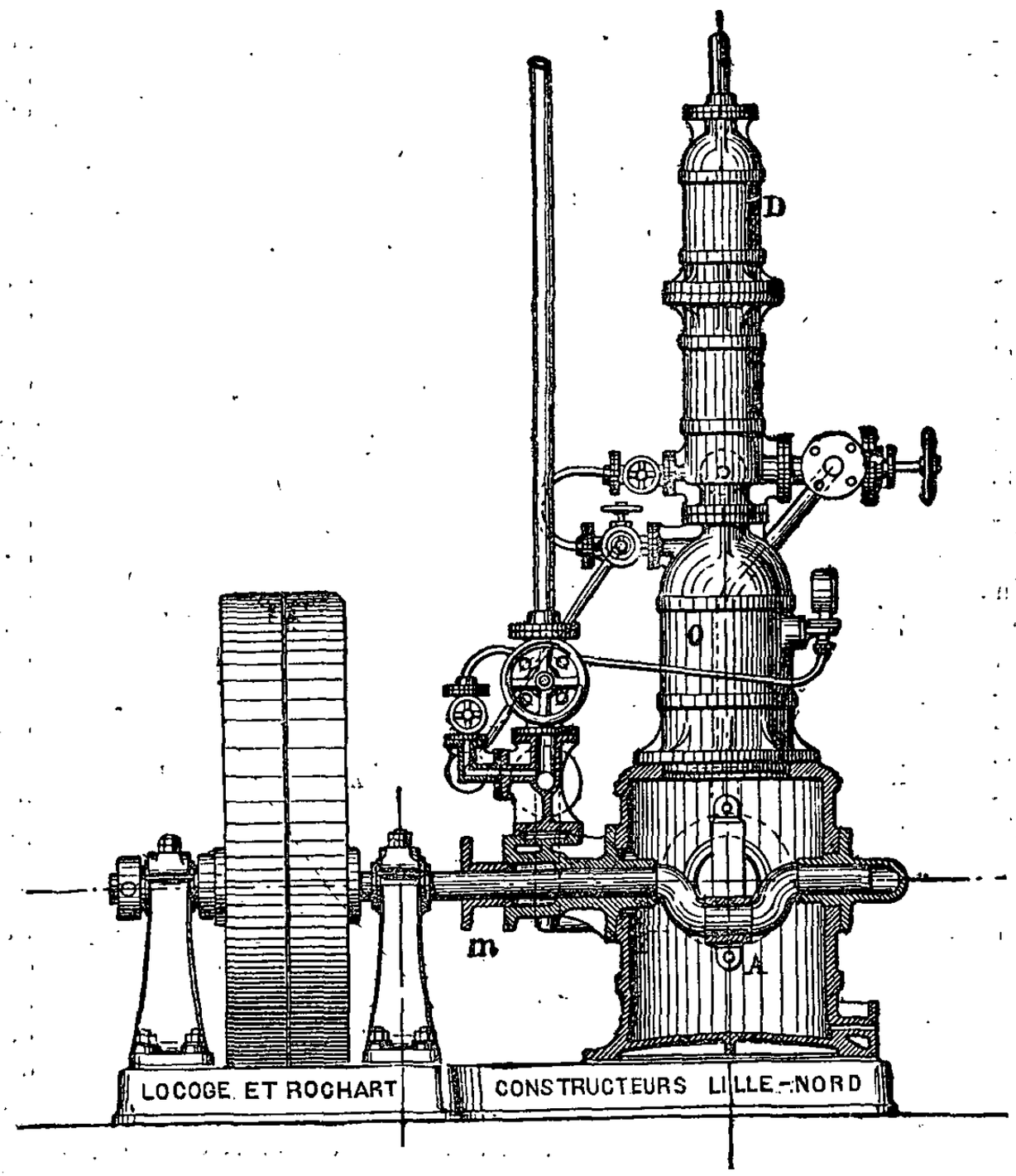


Fig. 644. — *Compresseur en vue extérieure dans le sens de l'arbre coudé avec coupe d'axe sur la cloche bâti à huile, presse-étoupes et boîte à robinet du manomètre et de la reprise d'ammoniaque dans la cloche* O. — V. la légende de la figure 643.

Nous donnons (fig. 645) une coupe suivant l'axe de ces tuyaux en fonte à ailettes d'une disposition toute spéciale. Ils donnent sous un petit volume un échangeur de température très puissant et très efficace et ils offrent de plus l'avantage de bien mieux résister à la rouille que les serpentins en fer ou en acier, que les piqûres mettent si rapidement hors du service courant, en plus du chômage de la machine, des réparations fort coûteuses. Entre chaque étage de tuyaux se trouve une tôle horizontale formant cloison et permettant le passage de l'eau d'un seul côté, de façon à forcer celle-ci à serpenter autour de tous les tuyaux.

Des portes de lavage sont ménagées sur les parois de l'appareil qui porte à la partie inférieure un robinet de vidange.

De la partie inférieure du condenseur, l'ammoniaque anhydre liquéfiée s'écoule dans un réservoir en fer forgé, lequel constitue un récipient parfaitement sûr, car il est forgé d'une seule pièce, sans le moindre joint. Il peut contenir la charge complète de l'appareil; il permet donc d'isoler l'ammoniaque, en fermant les soupapes de communication, en cas de réparation ou de nettoyage.

3° *Congélateur*. Il se compose d'une cuve en tôle pourvue d'une enveloppe isolante complète, car c'est dans cet appareil que se produit le froid. Dans le fond de la cuve est déposé un faisceau horizontal de tuyaux à ailettes, en tout semblables à ceux du condenseur, formant serpentin. L'ammoniaque anhydre liquide sortant du réservoir vient se détendre par l'une des extrémités de ce serpentin et sort par l'autre à l'état gazeux pour retourner au compresseur, d'où elle est de nouveau ramenée au réservoir en passant par le condenseur.

Cette cuve formant le congélateur est remplie d'un liquide incongelable, de l'eau salée, une solution de chlorure de calcium, ou autre. C'est ce liquide refroidi que l'on fait circuler dans des serpentins pour le refroidissement d'un local quelconque, ou dans lequel on plonge les moules remplis d'eau pour produire la glace. Les moules à glace sont manœuvrés à l'aide d'une grue roulante à la main.

Au-dessus du faisceau de tuyaux à ailettes se trouve une paroi horizontale en tôle, ayant des

ouvertures à l'une de ses extrémités, et reliée par l'autre extrémité à une cloison verticale portant une partie cylindrique; dans cette partie cylindrique, tourne l'hélice d'un agitateur qui force le bain incongelable à passer sur le faisceau de tuyaux à ailettes et détermine ainsi une circulation rapide.

En résumé, la machine Lebrun, dont les applications sont déjà fort nombreuses, se distingue par la suppression au compresseur des tiges de pistons à mouvement alternatif et de leurs garnitures, et par l'application des ailettes pour le refroidissement des cylindres. Cette application des ailettes aux échangeurs de température du condenseur et du congélateur la distingue également de toutes les machines construites jusqu'à ce jour. La suppression complète des pertes d'ammoniaque, sa faible consommation d'eau au condenseur, sa construction très solide et le prix relativement bas qui est la conséquence de sa simplicité, sa facilité de conduite rendue très grande par la disposition des niveaux d'huile et d'ammoniaque, en ont fait une machine véritablement industrielle pour la production artificielle de la glace et du froid pour toutes leurs applications.

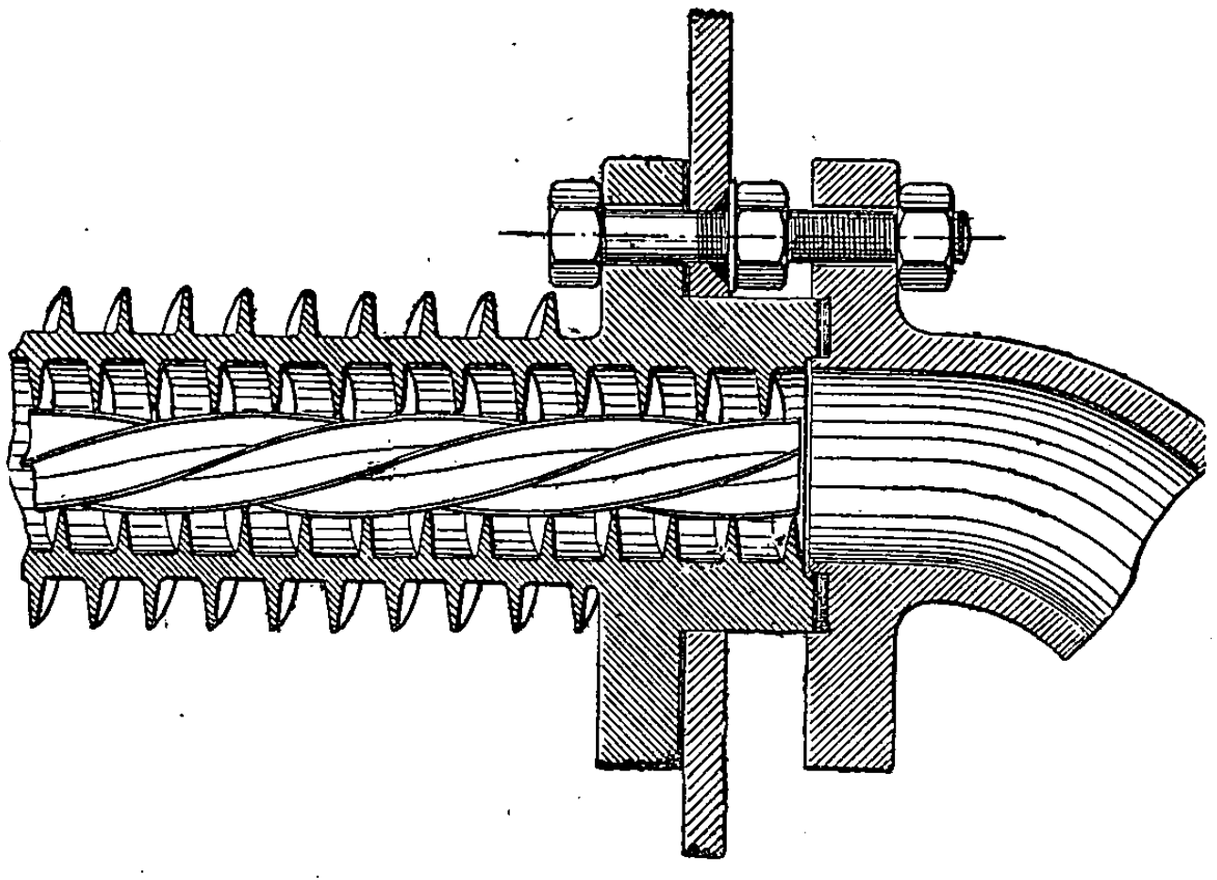


Fig. 645. — *Coupe suivant l'axe d un des tuyaux à ailettes du condenseur et du congélateur.*

MACHINES-OUTILS. Machines à travailler les métaux. La main-d'œuvre devient de plus en plus rare, en même temps que son prix augmente et que sa qualité diminue. Les préoccupations universelles des ouvriers, à l'heure actuelle, ne sont pas de nature à améliorer cette situation, et sous peine de voir diminuer l'importance et la qualité de la production, il faut suppléer à l'insuffisance du travail manuel par l'emploi de plus en plus intensif des machines-outils.

Mais, les industriels ne peuvent pas se borner à augmenter le nombre de ces machines, ils doivent en outre rechercher les moyens de leur faire produire une plus grande somme de travail et surtout de travail plus parfait, afin de réduire au minimum l'intervention des ouvriers. Il est évident que les pièces, qui peuvent être complètement terminées sur les machines, présentent, sur celles achevées à la main, des avantages considérables. Elles sont infiniment plus régulières, elles peuvent, quand il en est besoin, être produites par séries absolument semblables et dans des conditions relativement économiques, aussi l'industrie recherche-t-elle des outils de plus en plus perfectionnés. De grands progrès ont été réalisés, dans ce sens, depuis quelques années; moins par la création de nouveaux types que par l'amélioration des modèles anciens. On retrouve toujours les machines à raboter, à mortaiser, les tours, etc., mais avec des modifications de détail et des soins de plus en plus grands dans leur exécution.

Un outil parfait exige d'abord que ses organes soient robustes, ils ne doivent ni fléchir, ni vibrer. Il faut pour cela que les bâtis soient lourds, avec de larges empattements sur le sol, que les tables portant les pièces soient solidement assujetties, que les surfaces de glissement des pièces, les unes sur les autres, soient aussi grandes que possible, afin de conserver l'huile de graissage, et qu'elles soient, au préalable, très bien dressées pour ne pas faire achever leur ajustement par un rôdage en service, qui donne des résistances pendant le travail et produit très promptement du jeu entre les diverses pièces.

Les organes mobiles qui portent les outils, comme dans certaines raboteuses, les mortaiseuses, les étaux limeurs, ne doivent jamais fléchir; s'ils ne sont pas assez résistants, les outils vibrent et broutent sur le métal qu'ils travaillent, et donnent des produits défectueux.

Dans les tours, les bancs doivent présenter aux chariots une très bonne base d'appui, les divers chariots qui se superposent, être établis de façon à résister, sans fatigue, aux plus grands efforts que doit exercer l'outil.

Le choix des organes de transmission des divers mouvements a aussi une grande importance pour la perfection du travail produit. Il est préférable, toutes les fois que cela est possible, de se servir de courroies. Quand on emploie des engrenages, ceux-ci doivent être divisés avec grand soin, on devra même, pour les outils de précision, adopter les dentures hélicoïdales simples ou à chevrons, dont les dents ont un contact permanent et évitent ainsi les vibrations qui se traduisent toujours par une inperfection dans le travail. Des outils rem-

plissant ces conditions fournissent des pièces très bien ajustées; mais, pour que la production soit aussi rapide que possible, il faut encore:

1° Pour les machines à mouvements alternatifs, accélérer autant que possible le retour de l'outil lorsqu'il n'est pas en prise;

2° Dans toutes les machines, faciliter le montage et le démontage des pièces à façonner.

L'accélération du retour de l'outil a été réalisée dans une machine à raboter, exposée au Champ-de-Mars en 1889 et construite par la maison Sellers de Philadelphie (États-Unis).

Quant à la rapidité du montage et du démontage des pièces sur les outils, elle a été obtenue dans beaucoup de grands ateliers, notamment dans ceux des grandes Compagnies de chemins de fer, qui ont souvent occasion de façonner des séries de pièces semblables, au moyen d'engins et appareils spéciaux, étaux à mordaches et supports variés.

Quelquefois, lorsque les pièces sont lourdes ou volumineuses, et qu'il s'agit d'y faire des mains-d'œuvre dont l'importance n'atteindrait pas la valeur de la manutention, on se sert de machines transportables qu'on installe sur les pièces elles-mêmes. C'est ainsi qu'on a créé de petites machines à percer et à tarauder qui empruntent leur mouvement, par des dispositions spéciales, en un point quelconque de l'atelier. (Installations faites aux ateliers du chemin de fer du Nord, à Hellesmes près Lille.)

C'est ainsi encore, que, pour la réparation des machines locomotives, on emploie des machines à aléser les cylindres ou à repolir les glaces des tiroirs qui s'adaptent sur les cylindres sans qu'il soit besoin de les démonter.

Toujours dans le but d'éviter les pertes de temps dues aux manutentions, on a cherché des types de machines capables de faire plusieurs opérations successives sur une pièce sans la démonter.

Deux modèles de mortaiseuses et le tour à révolver réalisent cette condition; mais, dans des limites encore un peu restreintes, soit parce que le nombre des opérations possibles est assez limité, comme dans les mortaiseuses, soit que la machine ne puisse façonner que des pièces peu volumineuses, ce qui est le cas du tour à révolver.

Machines a mortaiser. Voici la description sommaire des deux types spéciaux de machines à mortaiser:

1° *Machine à tête tournante, pour mortaisages de surfaces inclinées.* Dans les machines à *mortaiser* déjà décrites (V. *Dict.*, Mortaiser) l'outil agit, invariablement, dans le sens vertical et toutes les surfaces qu'il engendre ont nécessairement leurs génératrices perpendiculaires au plan supérieur du chariot qui reçoit les pièces à travailler.

Dans la nouvelle machine de M. Duval Pihet, le porte-outil, avec ses glissières, peut tourner autour de l'arbre horizontal qui lui donne le mouvement, et prendre des positions inclinées sur le plan du chariot porte-pièces. Si, pour le travail d'une pièce, on se sert des mouvements rectilignes du chariot, on obtiendra des plans inclinés, en même temps qu'on pourra, comme dans la machine primitive, produire des plans verticaux, en ramenant le porte-outil à sa position initiale.

Si, maintenant, on veut utiliser le mouvement tournant du chariot, on créera une surface conique. Le sommet du cône peut-être supérieur ou inférieur au plan du chariot porte-pièce.

2° *Machine à tête mobile dans le sens vertical.* Il se présente quelquefois des pièces ayant une assez grande hauteur, sur lesquelles se trouvent étagées des parties à dresser ayant chacune peu d'étendue. Il est avantageux, pour ces cas spéciaux, d'avoir une machine dont l'outil puisse aller travailler à des hauteurs différentes. Cette condition est réalisée par la machine à tête mobile. A cet effet, le même constructeur a formé le bâti de deux parties distinctes et séparées. La partie basse est formée d'un socle sur le devant duquel sont fixés les chariots, comme dans toutes les machines connues. A l'arrière, ce socle est surmonté d'une forte colonne le long de laquelle monte et descend la partie supérieure de la machine, celle qui reçoit l'outil.

Des dispositions particulières assurent la fixité du porte-outil dans toutes ses positions, et conservent les communications des mouvements entre les parties hautes et basses de la machine, aussi sûrement que dans les machines dont le bâti est d'une seule pièce.

Tours a revolvers. Ces tours sont plus particulièrement employés à l'ajustement des petites pièces exigeant plusieurs façons successives et qu'on peut façonner par séries. Ils se font de plusieurs grandeurs, suivant l'importance des pièces à travailler; ils se composent, comme tous les tours, d'un banc plus ou moins long et d'une poupée sur l'arbre de laquelle on ajuste des plateaux destinés à recevoir les pièces à travailler et à leur communiquer le mouvement de rotation. Ils ne sont pas munis de contre-pointe.

Le système de chariots se compose d'une cuirasse, mobile le long du banc, et sur laquelle est assujetti un bloc circulaire, au pourtour duquel on fixe, dans des logements préparés à cet effet, des outils variés, correspondant aux diverses façons que doit subir la pièce à travailler, tournage, perçage, alésage, filetage, etc. Le nombre de ces outils est ordinairement de six.

Le bloc porte-outil peut coulisser sur la cuirasse, dans le sens transversal, pour les opérations qui exigent que l'outil se déplace dans ce sens. Des taquets limitent les déplacements transversaux et longitudinaux, afin que toutes les façons soient exécutées sans tâtonnements. Le porte-outil peut également tourner sur sa base et y recevoir autant de positions fixes qu'on a préparé de logements pour les outils.

Chaque sorte de pièce à façonner exige une série spéciale d'outils et un réglage spécial des taquets des chariots; mais, par ce moyen, on est assuré que toutes les pièces d'une même série sont absolument semblables. Le travail est, par conséquent, aussi rapide et aussi parfait que possible.

Sciage des métaux à froid. Un progrès important, et qu'on doit citer, s'est accompli depuis plusieurs années, dans le travail des métaux. Il s'agit

de l'extension du sciage à froid, au moyen de la scie à ruban.

MM. Panhard et Levassor avaient, à l'exposition universelle de 1889, une série très complète de ces machines pour le travail de pièces de formes et de dimensions diverses. Ces machines, disent leurs auteurs, ne sont pas destinées à faire un travail précis d'ajustage, mais elles servent à couper à longueur toutes sortes de pièces, à en préparer d'autres pour le fraisage et le tour, et, enfin, à simplifier beaucoup le travail de forge.

C'est plus spécialement pour les travaux qui se font habituellement à la machine à mortaiser et à l'étau limeur que la scie procure l'économie la plus considérable, parce que le travail est fait beaucoup plus rapidement, avec un outil relativement peu coûteux, et qui peut remplacer, dans beaucoup de circonstances, plusieurs machines d'un prix élevé.

On trouvera à la fois, dans les deux tableaux ci-après, un aperçu de quelques travaux exécutés à la scie à ruban dans les ateliers de la Cie des chemins de fer du Midi et dans ceux de la société Cockerill, à Seraing, ainsi que leurs prix de revient; on pourra ainsi se rendre compte du bien fondé des considérations que font valoir MM. Panhard et Levassor, en faveur de leurs outils.

Travaux exécutés au chemin de fer du Midi (France).

Désignation des pièces sciées	Prix de sciage y compris le montage
Grosse tête de bielle motrice de locomotives (pourtour)	3 50
Grosse tête de bielle motrice de locomotives (intérieur)	1 50
Tête de bielle d'accouplement (pourtour).	3 »
Chantournements intérieur et extérieur des plaques de renforts des longerons de locomotives.	4 50
Coupe en travers de fers ronds de 25 millimètres	0 015
Coupe en travers de fers ronds de 25 à 50 millimètres.	0 06
Coupe en travers de fers ronds de 50 à 60 millimètres.	0 08
Coupe en travers de fers ronds de 60 à 90 millimètres.	0 10
Coupe en travers de fers hexagones de 95 millimètres.	0 15
Coupe en travers de tubes de locomotives	0 02
Découpage des plaques de garde de rechange de longerons de locomotives et des tôles de renfort que l'on applique sur les plaques de garde, quand celles-ci présentent des commencements de cassure.	Le prix du pourtour 0 75
Découpage dans les débouchures de longerons et dans les déchets de tôle, de brides de diverses formes pour tuyaux	0 60

Ces résultats étaient ceux de la pratique courante avant 1886, avec les machines qui existaient à cette époque. Depuis lors, les mêmes constructeurs ont créé un type plus puissant que les précédents, avec lequel il est permis d'obtenir à l'avancement linéaire, une vitesse presque double.

On trouve, du reste, dans le tableau suivant quelques-uns des résultats obtenus à l'usine Cockerill, de Seraing (Belgique):

Désignation des pièces sciées.	Prix payé au scieur
Sciage d'une bielle en acier de machine à vapeur, la tête de $0^m,400 \times 0^m,150$ forgée, évidée, sciée en deux, la fourche enlevée dans la masse, deux traits de $0^m,375 \times 0^m,180$.	3 80
Sciage en deux d'une tête de bielle en acier forgé, évidée de $0^m,375 \times 0^m,160$.	1 80
Evidement d'une fourche de bielle, forgée pleine, deux traits de $0^m,280 \times 0^m,125$.,	2 »
Sciage sur quatre faces, d'un bloc d'acier martelé, deux faces de $0^m,450 \times 0^m,150$ et deux faces de $0^m,150 \times 0^m,140$	6 »
Evidement d'un arbre coudé, forgé plein, deux traits de $0^m,280 \times 0^m,220$.	2 50
Sciage des extrémités de deux tourillons de $0^m,155$ d'une frette de canon, pour prendre des éprouvettes.	1 60
Sciage aux deux bouts d'un segment en acier, deux faces de $0^m,150 \times 0^m,060$.	0 50

Enfin, M. Vidmann, ingénieur de la marine, dans un rapport qu'il a fait, au sujet d'une machine semblable à celle de Seraing, et qui est en service au port de Toulon, s'exprime ainsi qu'il suit : « contrairement à ce qui a lieu d'habitude, lorsqu'on introduit une machine nouvelle dans un atelier, nous n'avons jamais eu à intervenir pour en imposer l'usage ; bien au contraire, nous avons dû quelquefois empêcher qu'on abusât des facilités que présente l'emploi de cet outil pour donner aux travaux de tôlerie un degré de précision et de fini exagéré. Ce fait prouve, d'une manière bien évidente, que l'on n'a jamais rencontré dans la conduite de la scie, aucune difficulté inattendue, et qu'aucun accident n'est venu en interrompre le fonctionnement ».

Meules en émeri. L'emploi des meules à émeri a pris, depuis quelques années, une grande extension dans les ateliers de mécanique. Pendant longtemps on les a exclusivement affectées à des travaux de dégrossissage tels que: dressage en bout des pièces à tourner, ébarbage des pièces coulées en bronze ou en fonte de fer, achèvement de pièces de forges, etc. Il s'agissait alors de meules robustes, capables d'enlever d'assez fortes quantités de matière dans un temps très court. On remplaçait ainsi des opérations qui se faisaient péniblement au burin et à la lime.

Mais aujourd'hui, les travaux de finissage les plus délicats et les plus précis se font à l'aide de petites meules montées sur des machines de construction plus ou moins complexe, et toujours très soignée.

Quelques exemples feront comprendre tout l'intérêt que présente l'application de ces outils.

L'emploi de plus en plus général, dans les machines de toutes sortes, de l'acier et du fer cémenté et trempé a en effet imposé la nécessité de rectifier les pièces sans les détremper, afin de corriger

les déformations que produit presque inévitablement la trempe. Si on veut procéder à la lime, ou au grattoir, comme on le fait encore dans beaucoup d'ateliers, il faut détremper les pièces déformées et les retremper après les avoir retouchées; mais alors la trempe peut, de nouveau, amener des défectuosités, moins importantes sans doute que les premières, néanmoins très appréciables encore, et on sera dans l'obligation de terminer les pièces en rôdant l'une sur l'autre, pendant un temps quelquefois très long, leurs surfaces de frottement.

Ce procédé coûteux ne permet jamais de produire des organes de machines interchangeables. Il en est tout autrement lorsqu'on procède par rectification sur des pièces trempées. On peut toujours, par ce moyen, obtenir la rectitude absolue des formes et un calibrage parfait.

On se sert pour cela de petites meules en émeri de 30 à 300 millimètres de diamètre, ayant des épaisseurs en rapport avec les formes et les dimensions des parties à rectifier, et marchant à une vitesse circonférentielle d'environ 25 mètres par seconde.

Deux exemples, pris aux ateliers du chemin de fer du Nord, à Hellesmes, suffiront pour faire comprendre le procédé.

1° *Rectification extérieure d'une pièce cylindrique gauchie par la trempe ou ovalisée par la marche.* La pièce est montée entre les pointes d'un petit tour qui a été construit spécialement pour cet usage. Un chariot spécial porte une meule mue à 2.500 ou 3.000 tours par minute au moyen d'une transmission à cordes qui se déplace avec le chariot. On promène la meule devant la pièce et le travail accompli est rapide et parfait.

Il n'est pas indispensable, comme on l'a fait à Hellesmes, de créer un tour spécial; on peut, dans tout atelier, employer un tour existant en y adaptant un chariot porte-meule et une petite transmission spéciale pour actionner celle-ci. La seule condition nécessaire que doive remplir le tour qu'on aura choisi, c'est que les pointes en soient parfaitement réglées, que l'arbre de la pointe soit absolument circulaire et sans jeu dans ses coussinets.

Du reste, beaucoup de constructeurs de machines-outils construisent maintenant des tours spécialement outillés pour la rectification.

2° *Rectification d'un œil ovalisé.* Pour ce travail, on a disposé un outil spécial qui s'emmanche sur un porte-foret d'une machine à percer ordinaire.

L'outil se compose de trois parties essentielles.

Une pièce filetée A (fig. 646) porte un bout cylindrique excentré de 10 millimètres qui pénètre dans le porte-foret de la machine à percer.

Sur la partie filetée A, se visse un écrou fendu D, portant une queue cylindrique creuse, et excentrée également de 10 millimètres sur la partie filetée de l'écrou. Enfin, dans la queue cylindrique s'ajoute un arbre porte-meule.

On peut donc obtenir, pour l'arbre de la meule, une excentricité totale de 20 millimètres, si on pose l'écrou D de façon à ajouter les deux excentricités de 10 millimètres chacune. Mais, en revanche, si on place l'écrou D dans une position diamétralement opposée à la précédente, les deux excentricités s'annulent et le centre de la meule se trouve exactement dans l'axe du porte-foret.

On conçoit que toutes les positions comprises entre ces deux extrêmes donnent des excentricités variables de 0 à 20 millimètres.

Le mouvement de rotation de la meule est obtenu par une corde actionnant une petite poulie calée sur son axe.

Cela posé, on se rend facilement compte que pour rendre circulaire un trou ovalisé par la trempe ou par le frottement, il suffit de centrer la pièce avec le porte-foret, comme si on voulait percer un trou droit, puis de déterminer de combien il faut excentrer la meule pour qu'elle touche les parties à dresser. Après cette opération, facilitée par une division tracée sur la circonférence de la pièce C et une aiguille indicatrice fixée sur l'écrou D, on met en mouvement l'arbre porte-foret et la meule, et on dirige à la main le mouvement vertical.

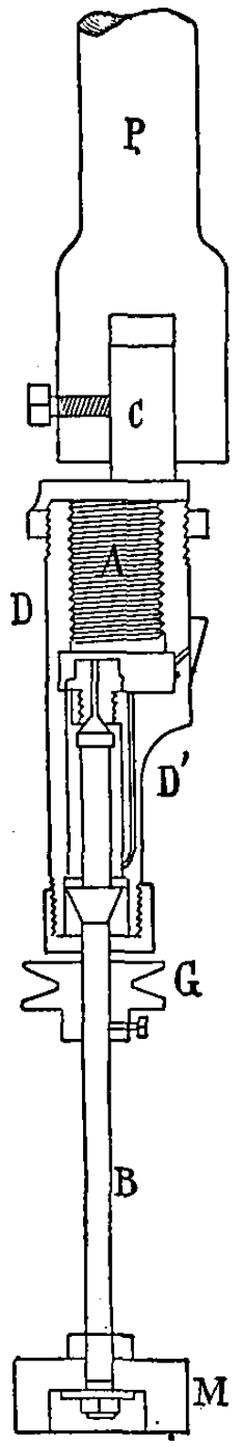


Fig. 646.

Les surfaces obtenues avec ce petit appareil dans des œils cémentés et trempés sont cylindriques et parfaitement polies. Il faut, comme pour tout travail à la meule à émeri, tourner très vite et n'enlever que peu de matière à la fois.

Les mêmes travaux se font, aux ateliers du chemin de fer d'Orléans, sur de petits tours étudiés spécialement dans ce but, et dans lesquels les plus petites meules font jusqu'à 8.000 tours par minute

C'est aussi à l'aide de petites meules à émeri que se font la rectification et l'affûtage des fraises dont l'emploi est si général aujourd'hui.

On a également songé à appliquer la meule à émeri pour la rectification des surfaces planes après leur rabotage. A cet effet, on a monté une ou deux meules sur des outils analogues aux machines à raboter. Ces outils sont employés en Angleterre pour dresser les glissières des locomotives.

Il en a été fait, en France, quelques applications, notamment aux ateliers de l'artillerie, à Puteaux et à Saint-Thomas d'Aquin. Ce dernier atelier seul, paraît-il, en tire un bon parti pour le finissage des règles de précision ou de pièces analogues en acier fondu trempé.

Il est à désirer qu'on obtienne, dans cette voie, des résultats sérieux. Le finissage des surfaces planes au grattoir, tel qu'il se pratique universellement encore, est subordonné à l'adresse et à la

bonne volonté des hommes, et lorsque son exécution est parfaite, on peut être certain qu'il a coûté très cher.

Machines a fraiser. Les machines-outils à mouvement rotatif, tours, aléseuses, perceuses, etc., peuvent produire des pièces terminées, c'est-à-dire ne nécessitant pas de retouches. Mais il n'en est pas de même de celles à mouvements alternatifs, telles que raboteuses, limeuses, mortaiseuses qui ne font que dégrossir les pièces. Elles ne permettent qu'une seule opération, et, en outre, elles ont un temps perdu pendant le retour de l'outil.

Une machine à fraiser peut, au contraire, produire sur une pièce toutes les façons dont celle-ci est susceptible, dressage, alésage, perçage, sans perte de temps pour chaque opération, puisque l'outil agit toujours sans arrêt. Et, comme toutes les façons peuvent se succéder sans qu'on soit obligé de démonter la pièce, on économise encore le temps des divers montages qu'il aurait fallu faire avec des machines différentes. De plus, par cela même qu'on ne démonte pas la pièce, on assure la rectitude absolue du travail. Si on considère, d'autre part, que la fraise peut produire des dressages parfaits, on comprend la faveur dont les fraiseuses sont l'objet depuis quelques années.

L'emploi des fraises cylindriques à taille hélicoïdale a été aussi une cause déterminante de l'emploi de ces machines, dans un grand nombre d'ateliers, notamment dans ceux des grandes compagnies de chemins de fer.

M. Desgranchamps, sous-ingénieur aux ateliers du chemin de fer de Lyon, à Paris, a le premier déterminé les conditions d'établissement de ces fraises (V. *Dictionnaire*, Fraise), et a démontré que leur emploi judicieux permettait d'obtenir un travail presque double de celui des machines à mouvements alternatifs, dans le contournement des pièces de locomotives.

Mais, pour bénéficier de tous ces avantages, il est indispensable que les machines soient bien construites. Les machines à fraiser doivent, plus que toutes les autres, réunir les qualités de solidité et de précision.

Quelques constructeurs ont cru pouvoir se créer des fraiseuses en transformant des machines à raboter, des mortaiseuses, des machines à percer.

Les raboteuses et mortaiseuses, solidement établies en général, ont pu donner de bons résultats, mais il n'en a pas été de même avec les machines à percer, dans lesquelles on se bornait à remplacer le foret par une fraise.

Les machines à percer ne sont pas ordinairement des outils de construction soignée, mais leur défaut capital réside dans l'absence de rigidité de l'arbre porte-foret, le plus souvent mal ajusté dans ses coussinets et ne présentant aucune disposition pour compenser l'usure qui s'y produit par l'usage. D'ailleurs, cet arbre coulisse dans ses supports, et lorsqu'il atteint son maximum d'abaissement, il présente un porte-à-faux considérable et fléchit nécessairement sous la forte pression que la pièce en travail exerce contre la fraise.

Lorsque, dans une machine à fraiser, l'outil peut être appelé à descendre, l'arbre doit être monté sur un chariot à glissière, portant ses deux supports, de telle sorte que le porte-à-faux, en dehors de la douille de tête, ne varie jamais.

La fraise doit toujours être fixée le plus près possible de cette douille, afin qu'il ne se produise aucune flexion lorsqu'elle travaille par côté, et pour que l'échauffement, si elle travaille en bout, soit sans influence sensible sur le plan du travail.

Dans toute bonne machine à fraiser, l'arbre doit être en acier, trempé et rectifié à ses parties frottantes, ses supports doivent être garnis de douilles, également en acier trempé et rectifié, et pourvus de dispositions permettant de rattraper le jeu qui peut s'y produire sans altérer la rectitude de sa direction. Il faut aussi que les chariots soient solidement établis, ajustés avec une précision absolue et néanmoins munis des moyens nécessaires pour rectifier leur direction.

Le travail à la fraise n'est parfait, et par conséquent avantageux, qu'autant que la machine est précise et suffisamment solide pour qu'il ne se produise de flexions dans aucune de ses parties.

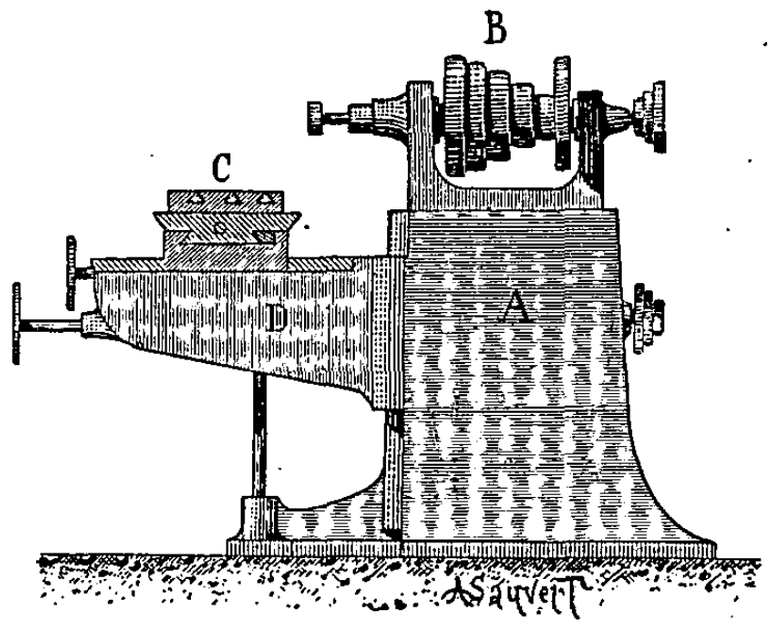


Fig. 647.

Le travail sera encore meilleur toutes les fois qu'on pourra équilibrer les pièces mobiles parce qu'on facilitera leurs mouvements et qu'on donnera plus de sensibilité à la machine.

Les machines à fraiser peuvent se classer comme suit :

1° *Machines à arbre horizontal, à outil fixe* ;
2° *Machines à arbre horizontal, à outil mobile* ;
3° *Machines à arbre vertical* ;
4° *Machines diverses à un ou plusieurs outils.*

Machine à arbre horizontal, à outil fixe (fig. 647). Ces machines se composent généralement comme suit :

Un socle A, portant une poupée B, analogue à la poupée d'un tour, avec ou sans harnais d'engrenages, suivant l'importance de la machine, et dont l'arbre principal porte l'outil. Un système de chariots C, supporté par une équerre D, montant et descendant le long de deux glissières adhérentes au socle, l'équerre produit ainsi le mouvement *vertical*. Un premier chariot glissant directement sur l'équerre donne le mouvement *longitudinal*, et un second chariot, sur le premier, le mouvement *transversal*.

C'est sur ce dernier, qui porte des rainures longitudinales, qu'est assujettie la pièce à travailler, soit directement, soit par l'intermédiaire d'étaux, d'équerres ou de porte-pièces spéciaux. Les trois mouvements sont rigoureusement perpendiculaires les uns aux autres. Ils peuvent être obtenus, dans les trois sens, automatiquement ou à la main, suivant l'importance de la machine ; les

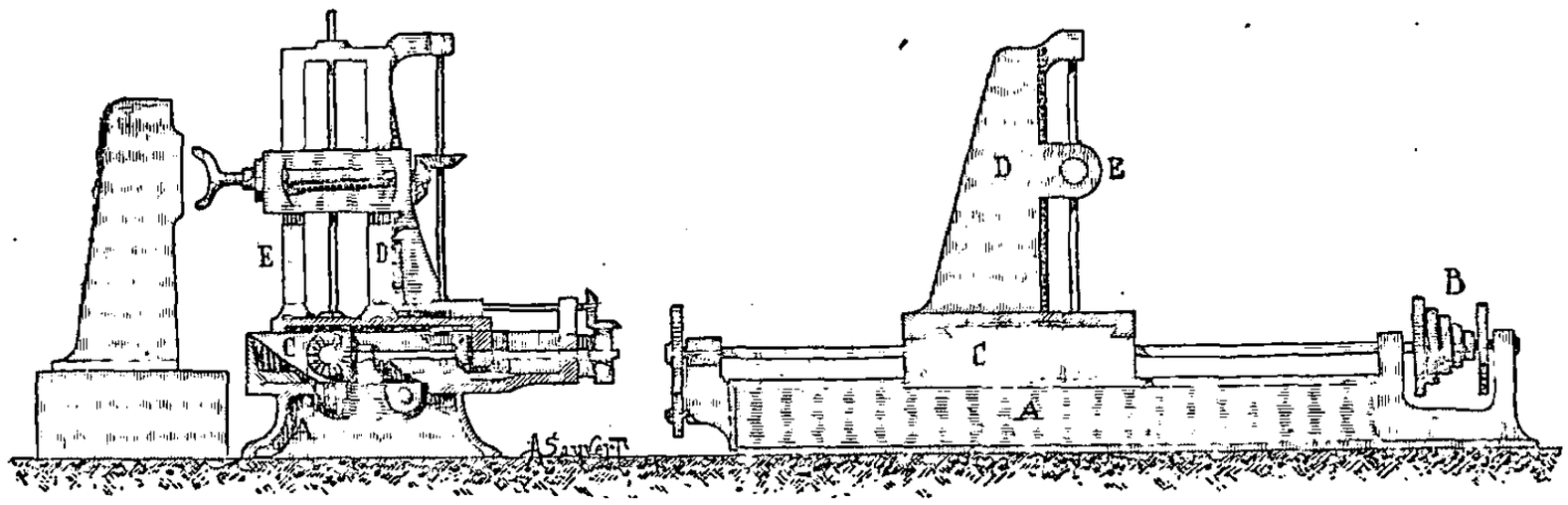


Fig. 648 et 649.

qui commandent l'arbre de la fraise à l'aide de courroies ; mais alors on ne peut faire que des passes légères, et les machines ainsi constituées ne peuvent servir que pour des passes déjà dégrossies ou lorsqu'il y a très peu de matière à enlever. Avec les engrenages, au contraire, on obtient de la force, mais alors il est nécessaire d'employer des engrenages divisés avec le plus grand soin, autant que possible à denture hélicoïdale simples ou à chevrons.

Machines à arbre horizontal. Outil mobile. Dans ces machines, les trois mouvements sont donnés à l'outil ; elles sont employées lorsque les pièces à travailler sont trop lourdes ou trop volumineuses pour être montées sur la table d'une machine à outil fixe. Elles se composent dans leur ensemble : D'un grand bâti ou banc horizontal A, à deux glissières parallèles, de longueur variable suivant la course qu'on veut donner à l'outil. D'une poupée B à double harnais d'engrenages, donnant le mouvement à un arbre horizontal, placé longitudinalement, un peu au-dessus du bâti, et parallèlement aux deux glissières. D'une grande cuirasse rectangulaire C, pouvant parcourir le bâti dans toute sa longueur, et actionnée, à cet effet, par une vis longitudinale parallèle à l'arbre. Cette cuirasse porte, sur sa face supérieure, deux glissières perpendiculaires à l'axe longitudinal du bâti. D'une borne verticale D, dont la base, carrée ou rectangulaire, glisse par sa face inférieure sur la cuirasse précédente, et produit le mouvement transversal de l'outil. La partie verticale de la borne est aussi munie de deux glissières le long desquelles monte et descend le chariot porte-outil E (fig. 648 et 649).

Les pièces à travailler sont montées en avant du bâti inférieur de la machine, du côté de l'outil, sur des socles ou tables, scellées sur le sol, et disposées suivant les besoins. Il est facile de concevoir qu'à l'aide d'une machine ainsi constituée, il soit possible de façonner les pièces les plus lourdes qu'il est facile d'assujettir très solidement, et dont le poids contribue à la stabilité.

Machines à arbre vertical. Les petites machines verticales se composent essentiellement d'un bâti A (fig. 650) qui porte à sa partie inférieure deux glissières verticales pour recevoir les chariots destinés à supporter les pièces à travailler. Sa partie supérieure est garnie de deux autres glissières également verticales le long duquel monte et descend le chariot porte-outil B. Dans ces machines, le mouvement vertical est surtout utilisé pour percer ou pour aléser, et on voit qu'on peut l'obtenir soit en déplaçant les chariots, soit en déplaçant l'outil.

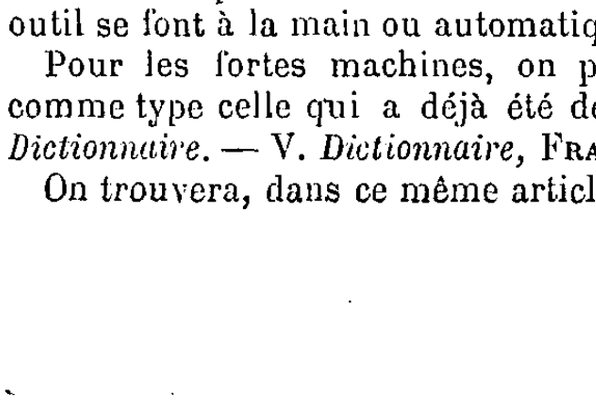


Fig. 650.

Les chariots sur lesquels sont assujettis les pièces à travailler, ont la même composition que dans les machines horizontales à outil fixe. On y ajoute quelquefois un plateau circulaire qui, donnant un quatrième mouvement, permet d'ajuster les pièces sur leurs contours.

Suivant l'importance des machines, les mouvements de déplacements des chariots et du porte-outil se font à la main ou automatiquement.

Pour les fortes machines, on peut admettre comme type celle qui a déjà été décrite dans le *Dictionnaire*. — V. *Dictionnaire*, FRAISE.

On trouvera, dans ce même article, le mode de petites n'en ont souvent aucune, les plus fortes les ont généralement tous les trois.

Les avances automatiques doivent être continues, il ne faut jamais les établir au moyen de cliquets qui produisent l'avance brusquement, toujours aux mêmes points de la circonférence de la fraise et fatiguent toujours les mêmes dents.

Le meilleur travail s'obtient avec les machines

façonnage par reproduction, dont le principe n'a pas varié jusqu'à ce jour. Il est appliqué sur une très grande échelle dans la plupart des ateliers des grandes Compagnies de chemins de fer et dans tous ceux qui ont à exécuter des pièces par séries. Il faut, en effet, que le nombre des pièces à façonner soit assez grand, pour couvrir les frais de calibres et l'installation des organes nécessaires au montage des pièces.

Machines diverses. On construit des machines à fraiser de modèles extrêmement variés ; tantôt, en vue de travaux spéciaux et qui doivent se répéter longtemps, comme dans les manufactures d'armes; quelquefois, au contraire, pour créer des types plus universels et applicables aux travaux les plus divers. On en fait à deux outils, un vertical, un horizontal ; d'autres dans lesquelles on peut employer la machine horizontalement et verticalement par une légère transformation ; dans certains types verticaux, le chariot porte-outil peut tourner et fraiser obliquement. Toutes ces dispositions peuvent avoir leur raison d'être par suite de la variété que présentent les pièces à façonner.

Il serait superflu de vouloir les décrire dans un article dont l'étendue est forcément limitée. Mais il n'est pas inutile de conseiller aux mécaniciens qui veulent acquérir des fraiseuses, de s'adresser toujours aux maisons qui ont acquis, dans la spécialité, la plus grande notoriété. Ils paieront un peu cher; mais ils seront récompensés de leur sacrifice par les bons services qu'ils tireront de leurs outils.

A moins de besoins absolus, ils ne devront jamais choisir les types de machines dans lesquels le porte-outil et les chariots peuvent prendre des positions inclinées. Les machines dans lesquelles les organes n'ont pas de directions fixes, ne sont pas des machines de précision.

Dans la catégorie des machines diverses se classent les machines à tailler les fraises de formes et les machines à fraiser les mèches hélicoïdales ou les fraises cylindriques également à taille hélicoïdale. Il en existe des types très divers; mais chaque atelier qui travaille sérieusement à la fraise doit avoir pour créer et entretenir son outillage, au moins un exemplaire de chacun de ces deux genres de machines.

OUTILLAGE DES MACHINES A FRAISER. L'outillage des machines à fraiser comprend les fraises, les outils à burins, spécialement employés pour le dressage des grandes surfaces, les alésoirs et les forets.

Fraises. Les fraises peuvent être cylindriques, coniques ou à profils variés. Les fraises cylindriques sont utilisées pour travailler de deux façons ; en bout, pour dresser des surfaces ; par côté, pour ajuster les contours des pièces rectilignes ou de formes irrégulières. Quelquefois, comme, par exemple, pour creuser des rainures, elles travaillent en même temps par bout et par côté.

Les fraises pour le travail en bout ont généralement peu d'épaisseur. Celles qu'on emploie pour travailler sur leur pourtour ont de 15 à 60 millimètres de diamètre et la longueur de la partie taillée est à peu près de 4 diamètres (V. *Dictionnaire*, FRAISE). Cependant dans les ateliers de construction de mécanique générale où les travaux sont variables à l'infini, on emploie des fraises cylindriques de tout diamètre et de toutes longueurs.

Les fraises cylindriques travaillant par côté doivent toujours être taillées en hélice. En effet, avec une fraise à taille droite, chaque fois qu'une dent passe sur la pièce en travail, elle produit une poussée qui se traduit par une petite rainure sur la surface de la pièce. Au contraire, avec la taille hélicoïdale, si l'inclinaison des dents est telle que jamais une dent ne quitte la surface de la pièce sans que la suivante soit en prise, la fraise, dont le centre se trouvera toujours à la même distance de la surface à travailler, engendrera nécessairement un plan continu.

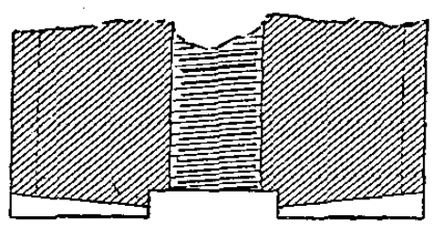


Fig. 651.

Ce raisonnement suppose, naturellement, une fraise bien cylindrique, condition indispensable, d'ailleurs, pour obtenir un travail régulier.

Les fraises pour le travail en bout ont la taille droite, c'est-à-dire que toutes les arêtes des dents convergent vers le centre de la fraise. La largeur de sa denture et sa profondeur diminuent à mesure qu'elles se rapprochent du centre. Ce centre est d'ailleurs creusé sur une certaine étendue pour le dégagement dela fraise saillante (fig. 651). On taille généralement ces fraises sur leur pourtour avec une denture droite également, le porte-fraise s'y emmanche à vis.



Fig. 652.

Fraises à rainures. On fait aussi, pour les rainures rectangulaires, des fraises analogues aux précédentes, mais taillées sur leurs deux faces et au pourtour (fig. 652).

Fraises de formes. Les fraises, dites *de formes*, varient à l'infini. Elles peuvent être simples ou composées selon les profils qu'elles sont appelées à produire. En premier lieu, on peut placer les fraises à engrenages dont les dimensions varient avec les formes et les grandeurs des dents mais dont le profil affecte toujours la forme générale du tracé *a*. Lorsque les dents ne peuvent être faites en une seule passe, on emploie pour défoncer des fraises à côtés rectilignes raccordés par

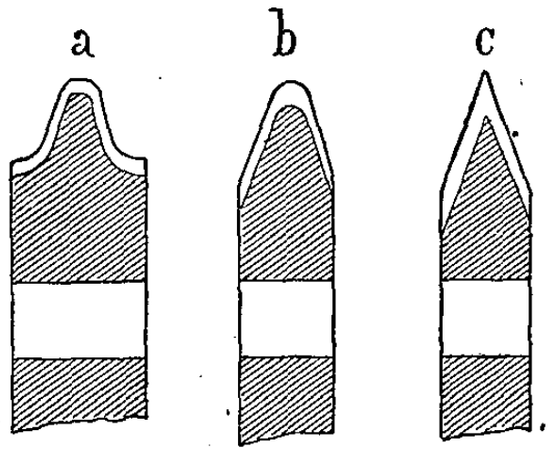


Fig. 653 à 655.

une portion de circonférence (profil *b*) (fig. 653 à 655).

Dans certains cas, pour faire des rainures, on peut être amené à employer des fraises triangulaires (profil *c*) dont l'angle est plus ou moins ouvert.

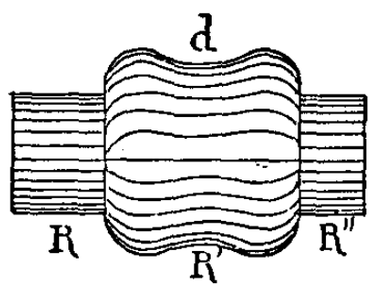


Fig. 656.

Quelquefois, les pièces à ajuster présentent des profils composés de courbes concaves et de courbes convexes, raccordées par des portions droites, ou bien des profils de formes tout à fait irrégulières. Le pourtour de la fraise peut alors présenter des angles saillants et des angles rentrants. Ces derniers ne pouvant pas s'obtenir à la taille on compose les fraises de plusieurs rondelles juxtaposées serrées sur l'arbre porte-fraise au moyen d'un écrou, et clavetées sur l'arbre si le travail qu'elles doivent faire exige des efforts considérables. Le profil *d*, par exemple, serait composé des trois rondelles R, R', R'' (fig. 656).

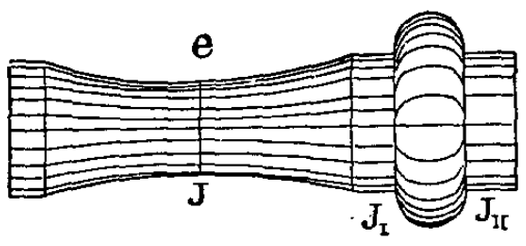
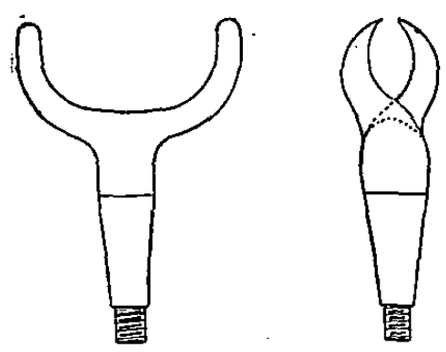
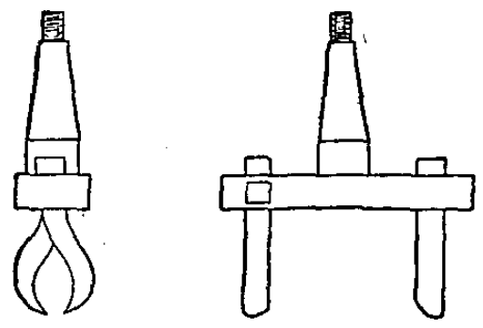


Fig. 657.

Il peut être nécessaire aussi, si les fraises sont très longues, de les composer de plusieurs pièces, afin d'éviter des déformations trop importantes à la trempe. C'est ainsi, que dans le profil *e* on pourrait mettre un joint en J, indépendamment des joints J' et J'' nécessités par les angles rentrants du contour (fig.657).

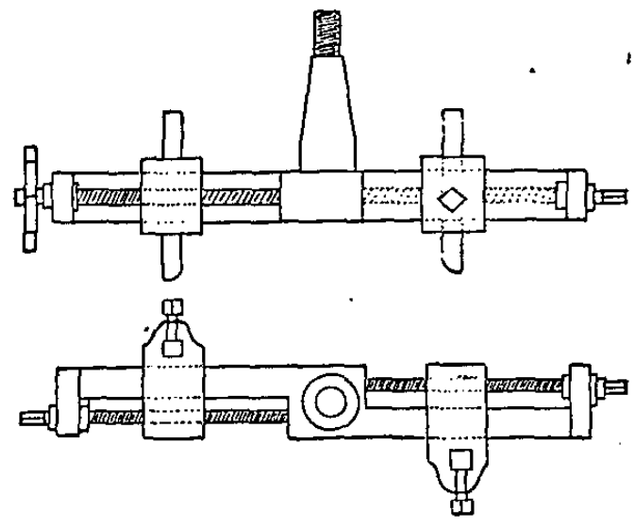

Fig. 658 et 659.

Dans toutes les fraises composées, chaque rondelle est considérée comme une fraise. Elle est conséquemment taillée, trempée et rectifiée isolément.


Fig. 660 et 661.

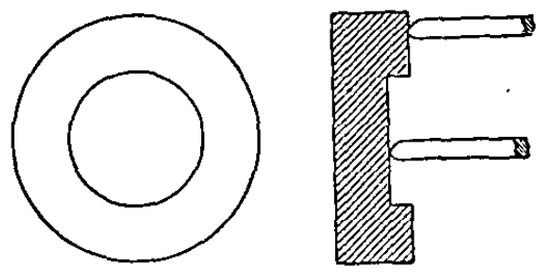
Outils spéciaux pour dresser les surfaces. Lorsque les fraises atteindraient des dimensions telles que leur prix de revient serait trop considérable, on peut, pour le dressage des surfaces, employer des outils à burins, qui travaillent de la même façon que les outils des machines à raboter, et dont les types principaux sont les suivants :

1° *Outils dont les deux burins font corps* avec le cône d'emmanchement, qu'on appelle aussi *outil à cornes*, en raison de sa forme générale représentée figures 658 et 659. Les coupants des deux branches doivent remplir les conditions de moindre résistance définies à propos des machines à raboter. — V. *Dictionnaire,* RABOTEUSE;

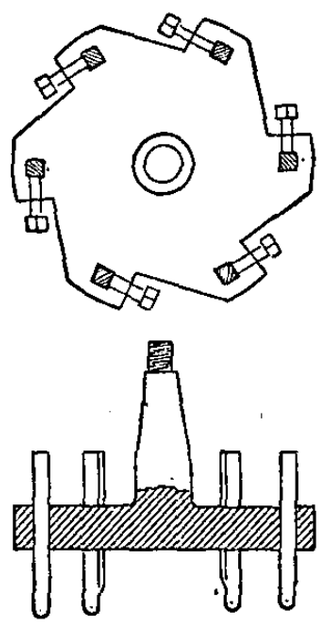

Fig. 662 et 663.

2° *Outils à deux burins* rapportés dans deux mortaises d'une barre transversale faisant corps avec l'emmanchement (fig.660 et 661).

3° *Outil à deux burins* rapportés et mobiles automatiquement sur les deux branches de la barre transversale. Dans cet outil, représenté figures 662 et 663, chacun des deux burins est monté dans une pièce qui coulisse, par le mouvement d'une vis, le long d'une des branches de la barre.


Fig. 664 et 665.

Les burins sont, par conséquent, indépendants, et peuvent agir à des distances différentes du centre de l'outil en même temps que sur des surfaces qui ne sont pas dans un même plan. C'est ainsi, par exemple, qu'on pourrait utiliser cet outil à dresser une pièce circulaire dont la partie centrale serait en retraite ou en saillie sur la surface annulaire (fig. 664 et 665). Ce travail se ferait automatiquement en plaçant des étoiles sur les extrémités saillantes des deux vis, et un toc convenablement ajusté sur la table de la machine à fraiser.


Fig. 666 et 667

4° *Plateaux à plusieurs burins.* Un plateau, portant à son centre un cône d'emmanchement et à son pourtour une série de mortaises, pourrait recevoir un nombre plus ou moins grand de burins, suivant son diamètre, conformément à la disposition représentée figures 666 et 667. On peut, avec un outil de ce genre, dresser des surfaces assez étendues, et finir le travail en une seule passe, en ayant soin de donner aux burins des saillies différentes sur le plateau et de graduer leur dis-

tance au centre ; le plus éloigné du centre étant le moins saillant, et, faisant en sorte que le plus rapproché du centre, qui passe le dernier sur le travail, n'ait presque pas de matière à enlever.

Outils divers. On emploie encore sur les machines à fraiser tous les outils qui servent à percer, à rainer et à aléser ; forets à langue d'aspic et forets hélicoïdaux pour percer ; forets à bouts carrés, pour rainures ; alésoirs de toutes sortes et de toutes grandeurs, selon la force de la machine. On voit par l'exposé qui précède que l'outillage des machines à fraiser est des plus complexes. Il exige pour sa création et son entretien un véritable atelier comprenant tours, machines à tailler et affûter les fraises, matériel de trempe, de recuit et de rectification après trempe ; le tout conduit par des hommes intelligents.

Cet outillage est indispensable pour le bon emploi des fraiseuses et, pourtant, il n'est guère possible de le monter sans avoir un certain nombre de machines à desservir, ce qui revient à dire que lorsqu'un industriel se décide à employer les machines à fraiser, il doit le faire immédiatement dans une proportion assez large pour récupérer les frais importants de l'atelier spécial qu'il doit créer pour confectionner et entretenir ces outils.

Accessoires des machines à fraiser. L'emploi des fraiseuses nécessite, en outre des outils qui viennent d'être énumérés, une série d'appareils accessoires dont la composition dépend tout à la fois des types de machines dont on dispose et de la variété des travaux auxquels on doit les utiliser. En première ligne, il faut placer les étaux à mordaches, pour le travail des petites pièces, étaux qui varient de grandeur suivant la force des machines et qui peuvent présenter des dispositions différentes. L'étau peut se composer d'une mordache fixe, faisant corps avec un plateau à rainures dans lequel glisse une mordache mobile qu'on manœuvre à l'aide d'une vis.

Cet étau peut être monté sur un plateau circulaire tournant pour façonner des pièces sur plusieurs faces sans déplacer la base de l'étau. La mordache fixe peut encore être montée sur pivot de manière à prendre des inclinaisons variées et à serrer des pièces à faces non parallèles, sans le secours de cales.

Pour tailler les fraises droites et les engrenages on a les poupées diviseurs, munies de compteurs à crans, avec ou sans contre-poupées, de grandeurs assorties aux fraises et aux engrenages à diviser. On fait aussi, spécialement pour tailler les écrous ou pour faire des pans sur des pièces mécaniques, des diviseurs spéciaux.

On construit également des appareils, pour le fraisage en hélice des fraises cylindriques et des mèches dites *américaines*, qui peuvent s'adapter sur les fraiseuses dont les trois mouvements sont établis, invariablement, d'équerre les uns sur les autres. Toutefois, il est préférable d'installer une machine spéciale pour faire ces travaux.

En dehors de tous ces appareils, qui sont en quelque sorte généraux, l'emploi des fraiseuses nécessite, pour les nombreux cas particuliers qui peuvent se présenter, une foule d'engins ou d'appareils qui résultent des formes des pièces à travailler et des façons qu'elles doivent subir. Tels sont les calibres pour la reproduction et les porte-pièces correspondants à chaque série de pièces, etc., que les industriels devront créer selon leurs besoins et en restant constamment pénétrés que les plus grands soins doivent être apportés, aussi bien à la préparation du travail qu'à la confection et à l'entretien des outils.

En ce qui concerne l'outillage, c'est sur la confection et l'entretien des fraises que les constructeurs devront porter le plus spécialement leur attention, en se guidant sur les indications générales exposées ci-après.

Dimensions des dents des fraises. Il n'existe pas de règle absolue pour déterminer les dimensions des dents des fraises. La Compagnie P.-L.-M., pour les fraises cylindriques hélicoïdales, se sert des données du tableau ci-après :

Diamètre du corps de fraise	Nombre de dents pour fer	Nombre de dents pour acier bronze et fonte	Observations
Diam. de 15m/m	8	10	Pas de l'hélice.
— de 20 —	8	10	Pour fer, 4 fois 1/2 le diamètre.
— de 25 —	8	10	
— de 30 —	10	12	Pour les autres métaux, 8 fois le diam.
— de 35 —	10	14	
— de 40 —	12	»	A l'affûtage on donne plus de coupe pour le travail du fer, que pour celui des autres métaux.
— de 45 —	12	»	
— de 50 —	14	»	
— de 55 —	16	»	
— de 60 —	16	»	

Il résulte de ce tableau que la largeur des dents varie, pour le fer, de 6 à 12 millimètres, et pour les autres métaux, de 5 à 9 millimètres.

Tous les travaux que la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée exécute avec les fraises ainsi constituées, s'exécutent presque toujours en une seule passe, quelle que soit la quantité de matière à enlever, et ils peuvent être considérés comme travaux de dégrossissage ; il s'agit en effet, le plus souvent, de contourner extérieurement des pièces, de sorte que les surfaces produites n'exigent pas la même rigueur que si elles devaient se juxtaposer avec d'autres pièces.

Si, cependant, certaines catégories de pièces avaient besoin d'une passe de finissage, la résistance à l'outil devenant moins forte, on se servirait alors d'une fraise d'un plus petit diamètre dont la denture serait un peu plus fine.

On peut donc admettre, pour toutes les fraises à denture hélicoïdale, les indications ci-dessus, comme dimensions de dents et inclinaisons des hélices, aussi bien pour dégrossir que pour finir.

Pour les fraises galets, qui travaillent sur leur pourtour, qu'elles soient droites ou profilées, la denture n'est pas hélicoïdale et les dimensions de dents, résultant des données du tableau précédent, seraient trop grandes, même pour dé-

grossir. On peut considérer comme des maximums convenables, pour travaux de dégrossissage : denture de 7 millimètres, pour fraises de 80 millimètres de diamètre; denture de 9 millimètres, pour fraises de 100 millimètres de diamètre, ce qui donne environ 35 dents.

Mais, pour travaux soignés, on donnera généralement de 40 à 50 dents pour les fraises des diamètres précédents.

Ces indications ne sont pas applicables aux fraises à engrenages, pour lesquelles on donne aux dents une disposition particulière en vue d'en faciliter l'affûtage sans déformer le profil.

Formes des dents. Dans tous les travaux, les dents des fraises attaquent le métal de la même façon que les outils à raboter. Elles devraient, par conséquent, présenter la même forme, le plan d'attaque faisant avec la tangente au rayon un angle de 55°, reconnu comme donnant la moindre résistance, et un angle d'incidence ou de dégagement de 4° environ. La succession des dents se présenterait alors comme l'indique la figure 668.

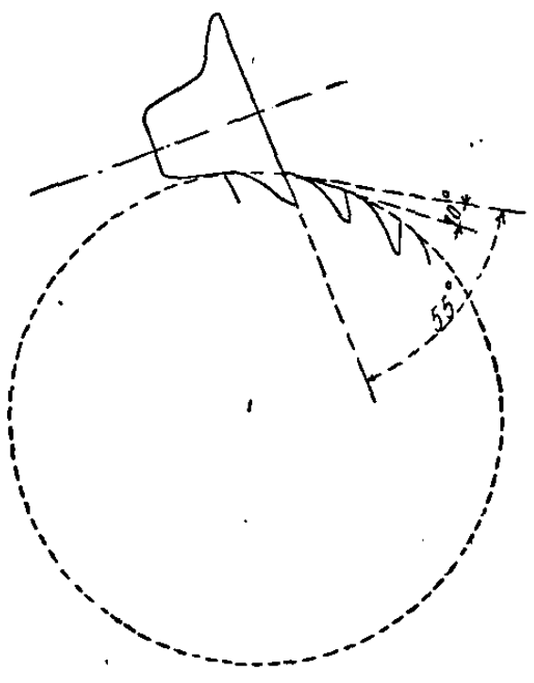


Fig. 668.

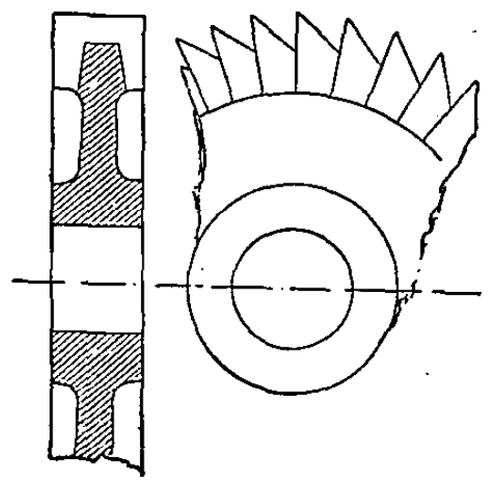
Mais il faudrait, pour réaliser cette disposition, employer des fraises de formes pour la taille, assez difficiles à obtenir, d'une part ; d'autre part, variant de profil avec chaque denture. D'un autre côté, dans les fraises taillées sur le pourtour et sur les deux côtés adjacents, les angles des dents résultant de l'intersection de plans très inclinés présenteraient des angles aigus qui manqueraient de résistance et qui seraient susceptibles d'éclater à la trempe.

Pour éviter ces deux difficultés, on dirige le plan d'attaque vers le centre de la fraise et on profile le dos de la dent suivant une ligne droite partant du sommet d'une dent pour aboutir au pied de la dent suivante. Le plan de coupe est créé par l'affûtage qui se fait toujours sur le sommet de la dent.

De cette façon, les fraises taillantes sont simplement coniques, et leur inclinaison varie suivant la profondeur qu'on veut donner à la dent.

Les constructeurs, en général, et les fabricants de fraises, en particulier, n'ont aucune règle fixe pour déterminer cette profondeur. Elle est plus grande pour les fraises à dégrossir que pour celles qui servent au finissage. Plus profondes aussi pour les métaux tendres qui font des copeaux roulés susceptibles d'encombrer les dentures, que pour les métaux durs qui tombent en poussière plus ou moins fine.

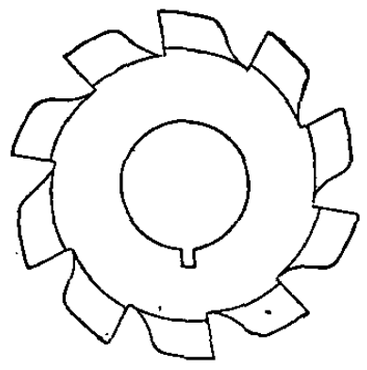
L'épaisseur de la fraise, lorsqu'elle est taillée de trois côtés, a aussi une influence sur la profondeur de la dent, car il faut qu'il reste une quantité de métal suffisante pour rattacher une dent à la suivante (fig. 669). Cette observation a surtout une grande importance lorsqu'on adopte ce genre de taille pour les fraises à engrenages, et plus encore pour celles à profils triangulaires. Mais, pour ces dernières sortes de fraises, la taille en question, qui s'emploie encore beaucoup, a cependant un très grave inconvénient.


Fig. 669.

En effet, aussitôt que les dents sont un peu usées, leur profil est nécessairement altéré et on ne peut le reconstituer que par un affûtage sur calibre qui équivaut presque à une nouvelle taille. Cet inconvénient disparaît avec le système de denture imaginé par MM. Brown et Scharpe, constructeurs à Providence (Etats-Unis).

Dans ce système, représenté (fig. 670), chaque dent a son profil prolongé rigoureusement sur une certaine longueur, mais ce profil se rapproche du centre de la fraise à mesure qu'il s'éloigne de la face coupante, de manière à donner du dégagement derrière la coupe.

L'affûtage se fait alors en enlevant, sur toute l'étendue de la face coupante de chaque dent, une égale quantité de matière, de telle sorte qu'on retrouve toujours le profil normal des dents, en même temps que la fraise reste parfaitement circulaire.


Fig. 670.

Les fraises sont ainsi susceptibles d'un assez grand nombre d'affûtages, et on n'est pas obligé de les retailler aussi souvent. On conçoit bien que cette forme de fraises ne puisse pas s'obtenir par les moyens ordinaires. MM. Brown et Scharpe ont, paraît-il, imaginé une machine pour la produire, mais il n'en existe aucun exemplaire dans nos maisons industrielles françaises. MM. Hurtu et Hautin, qui se sont fait une spécialité de la taille des fraises, se servent d'un tour analogue aux tours à guillocher. Ce genre de denture peut convenir pour toutes les fraises, il est d'un usage assez général dans quelques maisons américaines; mais, en France, il n'est admis que pour les fraises à engrenages ou pour celles à profils très amincis sur le pourtour.

Trempe des fraises. Il faut, pour la confection des fraises, un acier qui ait du corps, dont les molécules restent liées après la trempe, et qui

soit parfaitement homogène. L'acier trop vif éclaté et les dents sont susceptibles de se détacher du corps de la fraise.

La Compagnie P.-L.-M. qui a grandement développé le travail à la fraise, dans tous ses ateliers, et dont l'expérience peut servir de règle, après avoir essayé des aciers de diverses provenances, s'est arrêtée à une qualité spéciale qu'elle trouve dans la maison Jacob Holzer dont les fournitures ont une très grande régularité.

La Compagnie P.-L.-M. procède, pour la trempe de la manière suivante :

Les fraises sont chauffées au charbon de bois, dans un petit four dont la voûte est constituée avec ce même charbon. L'opération est conduite lentement, de façon que la chaleur pénètre bien à cœur, et lorsque la fraise est arrivée au rouge sombre, on la trempe simplement à l'eau, quelquefois additionnée d'un peu de sel marin.

Après la trempe les fraises sont recuites dans une petite cornue en terre réfractaire, chauffée extérieurement. L'opération est arrêtée quand la pièce a la couleur jaune-paille. La fraise, à ce moment, peut encore être attaquée par une lime dure et il a été reconnu qu'elle avait alors une dureté suffisante pour le travail et que les dents n'étaient pas susceptibles de s'égrener.

Rectification, affûtage. La trempe et le recuit ont généralement altéré les formes des fraises, il faut les rectifier.

Cette opération se fait au moyen d'une machine spéciale, avec de petites meules qui touchent le sommet des dents et donnent en même temps l'angle de coupe nécessaire. C'est un véritable affûtage, qui se répète, d'ailleurs, toutes les fois que la fraise ne coupe plus, jusqu'à une certaine limite d'usure des dents, passé laquelle il faut détremper la fraise et la retailler à nouveau, après avoir complètement fait disparaître la denture.

Vitesse des fraises. Les fraises peuvent travailler à sec, à l'huile ou à l'eau de savon. Elles sont toujours employées à sec sur la fonte, et alors leur vitesse circonférentielle ne peut pas dépasser celle qu'on donne à l'avancement des burins (environ $0^m,10$ par seconde) dans les machines à raboter.

Pour le travail du fer, on emploie l'huile ou l'eau de savon.

L'huile conserve mieux les fraises et rend le travail plus facile ; mais en raison de la grande dépense qui résulte de son emploi, on la réserve pour les petites pièces et plus particulièrement pour les travaux de grande précision, et alors on n'augmente pas sensiblement la vitesse des fraises. L'eau de savon versée abondamment, 2 à 3 litres par minute, empêche les fraises de s'échauffer et permet de leur donner de grandes vitesses.

Voici, à ce sujet, quelques renseignements recueillis aux ateliers de la Compagnie P.-L.-M.

Conditions générales. Vitesse circonférentielle, environ $0^m,300$ par seconde sur le fer et l'acier avance linéaire de la pièce en travail, 30 millimètres par minute.

Exemples particuliers. On a constaté qu'une fraise de 20 millimètres de diamètre, enlevant jusqu'à 10 millimètres d'épaisseur de métal en une seule passe sur une largeur de 40 millimètres, pouvait avancer de 45 millimètres par minute. La même fraise, faisant une saignée dans une pièce de 30 millimètres d'épaisseur, et par conséquent travaillant sur la moitié de son pourtour, ne pouvait pas avancer de plus de 30 millimètres par minute.

Pour le travail du bronze, on diminue beaucoup la vitesse circonférentielle ot on augmente l'avance linéaire afin d'éviter l'échauffement de la fraise.

Les limites dans tous les cas sont déterminées par cette considération que les fraises ne doivent pas s'échauffer, parce qu'alors elles perdent leur dureté et se détériorent très vite.

Il serait à peu près impossible de les chiffrer, et en conduisant le travail avec précaution on arrivera toujours à déterminer facilement les conditions qui correspondent le mieux au travail qu'on aura à exécuter.

Machines-outils à travailler les bois. Aucun type nouveau n'a été créé dans ces dernières années. L'Exposition de 1889 au Champ-de-Mars, qui contenait de très belles collections des machines à travailler les bois, et qui résumait certainement tous les progrès accomplis ne présentait que des machines déjà connues comme dispositions générales.

Mais, quoique peu apparents, les progrès n'en sont pas moins réels. En conservant les dispositions des machines on a augmenté la force de leurs organes et perfectionné leur construction afin de pouvoir augmenter dans une grande proportion, la vitesse de leurs outils et leur puissance de production ; il n'est pas rare aujourd'hui, de rencontrer des machines exigeant des forces motrices doubles de celles qui convenaient il y a quelques années, aux types qui, en apparence, étaient les mêmes. — DY.

MADAGASCAR. — V. COLONIES FRANÇAISES.

***MAINDRON** (ETIENNE-HIPPOLYTE), sculpteur, né à Champtoceaux (Maine-et-Loire), en 1801, fut d'abord destiné au commerce, mais il témoigna d'un tel penchant pour le dessin, qu'on l'envoya à l'Ecole des arts et métiers d'Angers, où il apprit la sculpture sur bois. Il a décoré plusieurs édifices de ce côté de la France, notamment la chaire de Cholet, l'église de Latour-Landry, et Notre-Dame d'Angers. Vers 1829 il vint à Paris, suivit en même temps les cours des beaux-arts et les leçons de David d'Angers, qui fit de lui un excellent praticien. A cette époque, Maindron était obligé, pour vivre, de jouer à l'orchestre, le soir, dans les petits théâtres ; peu à peu cependant il trouva quelques travaux rémunérateurs, le département de Maine-et-Loire lui accorda une pension de 500 francs, et le jeune artiste, enfin tiré de la misère, ne tarda pas à voir l'aisance venir à lui avec la renommée. Sa *Velléda*, aujourd'hui au Luxembourg, mit le sceau à ce talent naissant, et les polémiques que souleva ce morceau original et passionné, parmi les partisans de

l'antique alors tout puissant, firent un artiste célèbre de cet inconnu de la veille.

Dès lors, Maindron, qui avait le travail opiniâtre et facile, ne cessa de produire quantité d'œuvres qui se recommandent par la recherche de l'expression et du mouvement. Nous citerons: *Jeune pâtre mordu par un serpent* (1833), au musée d'Angers; *La Force et la Justice*, pour le palais de justice de Paris; *Regnard et Rotrou*, pour le musée de Versailles; *Les Chrétiens livrés aux bêtes*, groupe colossal; la statue du *Général Travot*, à La Roche-sur-Yon; le grand *Christ* de l'église d'Issoire (1840); d'*Aguesseau*, statue en marbre pour le palais du Sénat; *Sénéfelder*, pour M. Lemercier; *Saint Nicolas*, bas-relief pour Notre-Dame de Reims (1846); quarante-cinq statues colossales pour la cathédrale de Sens, faites gratuitement par l'artiste; la *Fraternité*, au musée d'Angers (1848); *Boileau*, pour l'Hôtel de Ville et la décoration du Pont-Neuf en amont; l'*Harmonie*, au Conservatoire de musique; *Grégoire de Valois*, pour l'église de la Madeleine; le *Général Colbert*, pour le musée de Versailles; *Attila et Sainte Geneviève*, groupe, et plus tard la *Conversion de Clovis*, tous deux pour le Panthéon; plusieurs statues et groupes pour le nouveau Louvre; le *Christ* de Saint-Sulpice, le monument en marbre de l'*amiral Bruat*, le fronton du cercle des Arts à Angers, la statue en bronze du *duc de La Rochefoucauld*, à Liancourt (1860); le *Commerce maritime* au tribunal de Commerce; le monument du *général Travot* à Poligny (Jura) 1866; la *Peinture*, l'*Inspiration musicale*, la *Foi chrétienne*, plusieurs autres figures décoratives, et un très grand nombre de bustes. Il avait remporté une médaille de 3e classe en 1838, des médailles de 2e classe en 1843, 1848 et 1850, et avait été décoré seulement en 1874.

• **MAISONS D'OUVRIERS.** — V. HABITATIONS A BON MARCHÉ et HYGIÈNE.

* **MALTERIE.** Nous résumerons dans cet article les derniers progrès réalisés par l'industrie du maltage des grains.

Le degré de mouillage de l'eau. Relativement au degré de mouillage de l'orge, le docteur Lintner a formulé les préceptes qui suivent:

On peut admettre que l'orge absorbe par le mouillage 50 à 55 0/0 de son poids d'eau. Cette quantité détermine ce qu'on appelle la *maturité de mouillage* de l'orge à malter. La durée du mouillage n'est pas la même dans toutes les malteries. Comme un degré de mouillage trop élevé produit inévitablement une perte de substances utiles, laquelle peut s'élever à 2 0/0 et plus, il arrive très souvent qu'on observe une durée de mouillage aussi courte que possible et que l'on recherche ainsi, un degré de mouillage auquel l'orge mouillée n'a absorbé que la quantité d'eau absolument indispensable pour sa végétation sur le germoir. Mais alors plus le degré de mouillage est faible, plus vite le malt vert séchera naturellement sur le germoir, pendant la germination et moindre sera le reste d'eau avec lequel ce malt arrivera au touraillage. Le degré de mouillage et le reste d'eau contenu dans le malt vert, avant le touraillage, sont donc tous les deux en corrélation exacte, résultat sur lequel, dit Lintner, les brasseurs ne sauraient trop porter leur attention.

Si l'on examine uniquement au point de vue du goût et de l'arome, les malts de différentes brasseries ou malteries, on y rencontre des différences essentielles. On y trouve: 1° des malts clairs d'un goût farineux, rappelant encore le malt vert; 2° des malts clairs à arome faible; 3° des malts plus ou moins foncés avec un goût très doux et un arome de touraille très prononcé. Or, la cause de ces différences est le plus souvent occasionnée par le volume d'eau avec lequel le malt vert arrive à la touraille. Plus ce volume est grand, plus le malt aura le cachet donx et aromatique qui convient pour les bières de Bavière.

La détermination de la durée convenable de mouillage dépend de nombreuses conditions variables: la nature de l'orge, la qualité et la température de l'eau et enfin la température extérieure. Aussi faut-il procéder avec la plus grande attention à cette phase importante du travail. Or, comment s'y prend-on d'ordinaire pour déterminer le degré convenable de mouillage? A l'ouverture d'une nouvelle campagne de maltage, on apporte le plus grand soin à reconnaître la durée de mouillage que nécessite le grain, et quand on a constaté cette durée, on l'exprime en heures et l'on dit, par exemple: la durée de mouillage de l'orge de cette année, de telle provenance, est de cinquante à cinquante-deux heures.

Cette méthode, certainement, ne manque pas d'une certaine justesse. Mais, à cet égard, on ne peut prendre pour règle ce nombre d'heures, sans y apporter quelques petites modifications; par exemple, quand l'eau ainsi que l'air extérieur sont devenus plus froids ou plus chauds; on ne doit pas admettre non plus que si une orge est convenablement mouillée en quarante-huit heures, dans telle cuve mouilloire, elle ne doive pas tremper plus longtemps dans telle autre cuve mouilloire, erreur que partagent encore beaucoup de praticiens.

Une autre faute qui se commet fréquemment lors du mouillage de l'orge consiste dans le préjugé qui veut qu'une orge vieille doive tremper plus longtemps qu'une orge nouvelle, tandis qu'au contraire une orge vieille bien conservée peut ne pas avoir besoin d'autant d'heures de mouillage que telle orge nouvelle.

Pratiquement on ne doit pas régler le mouillage du grain sur le nombre d'heures qu'a nécessité un seul mouillage ou d'après l'âge seul de ce grain. On peut, jusqu'à un certain point, tenir compte de la durée du mouillage en heures, pour mieux se guider, mais on ne doit pas en faire une règle absolue, et il faut examiner plutôt à chaque cuve, en cours de mouillage, le degré d'imbibition du grain.

Les cuves mouilloires ordinaires. Le mouillage du grain. Le grain, préférablement après un nettoyage soigneux, accompagné d'un bon triage, est envoyé tremper en cuve mouilloire. Les cuves mouilloires ordinaires présentent soit la forme cylindro-conique qui facilite la descente du grain mouillé au

germoir, elles sont alors construites en tôle ; soit la forme rectangulaire et alors établies souvent en maçonnerie cimentée.

Habituellement le mouillage s'accomplit en trois immersions successives ou davantage, suivant le grain, suivant la saison ; le mouillage est plus ou moins prolongé. Pour citer un exemple, le mouillage d'une bonne orge de Champagne ne réclame guère que trente-six heures en moyenne, d'autres grains demanderont quarante-huit heures ; d'autres, trois jours, avec quelques heures de ressuyage. Quand le grain d'orge tenu entre le pouce et l'index se plie avec facilité, en appuyant progressivement, c'est un signe pratique qu'il est suffisamment trempé.

Tels étaient jusqu'à ces derniers temps les modes de mouillage du grain. L'art du malteur est venu y apporter des perfectionnements notables.

Afin d'arriver mieux à purger l'orge des impuretés qu'elle recèle, les allemands n'ont pas jugé suffisant de la soumettre à un lavage préliminaire. Ils ont imaginé divers dispositifs tendant à effectuer le lavage, *après une certaine imbibition de l'orge.*

Dans ce système, le plus moderne, on emploie pour le mouillage deux cuves pour la même orge et l'on intercale entre les deux cuves un laveur spécial pour l'orge déjà mouillée. La première cuve supérieure reçoit simultanément l'orge sèche par le haut, tandis que l'eau de mouillage passe par le fond de la cuve de bas en haut. Dans cette première cuve mouilloire, l'orge subit les deux tiers ou les trois quarts de son mouillage complet. Après quoi on la fait passer par le laveur, intercalé entre les deux cuves d'où elle tombe dans la deuxième cuve de mouillage où elle n'a plus à subir alors que le complément nécessaire de mouillage.

Tel est le dernier perfectionnement introduit en Allemagne dans la cuve à tremper. Nous pensons qu'on pourrait obtenir plus facilement le maintien du grain en travail dans les meilleures conditions en procédant comme suit : les allemands ont fait jusqu'ici trop bon marché de l'influence prépondérante de l'oxygène de l'air pour le mouillage du grain. Autrement ils auraient compris que, sans recourir à une complication d'appareils de lavage d'un emploi toujours délicat quand on opère sur des grains ramollis, un bon nettoyage du grain *avant mouillage* suffisait, avec un système rationnel de trempage et de germination, pour éviter les moindres traces de moisissures dans la couche. Au lieu de tremper le grain presqu'uniquement sous l'eau, à l'abri de l'air, comme les allemands, il fallait soumettre alternativement ce grain à des bains d'eau et à des bains d'air. Nos confrères eussent pu ainsi, en faisant appel au large concours de l'oxygène de l'air, éviter la formation de toute moisissure dans le grain. Ce procédé de travail sera exposé plus loin par nous.

Les moisissures dans les couches de malt. Rappelons ici les causes qui peuvent engendrer la moisissure de malt. D'abord la moisissure peut être engendrée par l'eau de mouillage quand celle-ci renferme des matières animales ou végétales en décomposition ; c'est un cas d'ailleurs qui se présente très rarement.

Elle a le plus souvent son origine dans l'orge, même lorsque celle-ci contient beaucoup de grains morts, incapables de germer ou beaucoup de grains blessés ou surtout encore, lorsque le grain, avant mouillage, était déjà contaminé par un grand nombre de spores de moisissures.

La formation des moisissures peut résider aussi dans la mauvaise ventilation des germoirs. Lorsqu'au lieu d'être au contact de l'air pur le grain reste longtemps dans une atmosphère de gaz acide carbonique, la formation de moisissures est inévitable. Il en est encore ainsi lorsque les couches de malt s'échauffent. Dans ces circonstances le grain s'atrophie, meurt, et la moisissure l'envahit inévitablement, et alors, au lieu de moisissures particulières, c'est la couche tout entière qui subit cette altération, laquelle plus tard aura sur la bière, sur son goût et ses qualités, une si pernicieuse influence.

La malpropreté encore dans les germoirs joue un grand rôle dans la formation des moisissures ; aussi ne peut-on recommander à cet égard les soins les plus minutieux et de fréquents nettoyages du sol à l'eau de chaux et au chlorure de chaux.

Le mouillage de l'orge à l'eau courante ou à l'eau en repos. Le mouillage intermittent. Le mouillage à l'eau courante avec entrée de l'eau par le dessus de la cuve n'a été jusqu'ici que peu pratiqué encore. Il présenterait, a-t-on dit, les avantages suivants : il permet de mieux enlever au grain les impuretés qui y adhèrent, de séparer plus facilement l'orge flottante du bon grain et réduit la durée du mouillage.

Relativement à la perte en matières extractives elle ne serait pas plus considérable avec le mouillage à l'eau courante qu'avec l'eau au repos, enveloppant le grain uniformément. C'est avec ce mode que les matières solubles du grain s'extraient le plus facilement et c'est pour cette raison aussi que le grain s'imbibe ainsi le plus facilement et le plus rapidement. Au contraire, avec une eau de mouillage courante, il y a tout à la fois une sorte de pression et d'aspiration. Aussi comparativement à la durée du mouillage, le grain absorbe-t-il avec l'eau courante moins d'eau qu'avec l'eau en repos, mais les deux moitiés du grain participent inégalement à cette absorption, une des moitiés semble plus hydratée que l'autre, ce qui est un inconvénient. On constate presque toujours en effet que la moitié du grain qui n'est pas exposée à la rencontre directe du courant d'eau est plus hydratée, que celle qui était située du côté opposé.

Des explications qui précèdent, il faut conclure qu'en général il est inutile d'employer le mouillage à l'eau courante. Ce procédé n'offre aucun avantage et si on le prolonge il peut donner un grain dont les diverses parties sont diversement imbibées. Le mouillage à l'eau courante ne doit donc être appliqué que d'une façon passagère et

pendant un temps très court; il ne doit pas durer plus d'une demi-heure et doit être intercalé dans le reste du mouillage. Son but doit être moins de mouiller le grain que de débarrasser parfaitement les enveloppes, de l'eau de mouillage extérieure et de les *laver*; à ce point de vue le procédé n'est pas sans présenter certains avantages.

Les antiseptiques ajoutés à l'eau de mouillage. Bien que l'eau saine ne renfermant que très peu de matières organiques soit on ne peut mieux appropriée, *avec le concours de l'oxygène de l'air*, au mouillage de l'orge destinée à la germination, il arrive pourtant qu'en été il soit utile de combattre, par l'addition d'un antiseptique, l'odeur que peuvent développer les eaux de trempage de certaines orges.

On a conseillé, à cet effet, l'usage de la chaux et voici comment M. Léon Cuisinier décrivait l'emploi de cet agent. Il conseillait de substituer à l'eau ordinaire de l'eau de chaux dont la préparation est des plus simples. Dans un bac de grandes dimensions, on verse l'eau destinée à l'alimentation des cuves mouilloires, puis on y introduit de la chaux éteinte en excès; en agitant, l'eau se sature de la chaux qu'elle dissout en petite quantité; par un repos de quelques heures la chaux en excès ainsi que les précipités qu'elle a formés dans l'eau, se déposent et l'eau limpide qui surmonte le dépôt est utilisable, au lieu et place de l'eau ordinaire, pour le trempage de l'orge.

Le trempage tout entier peut être fait avec de l'eau de chaux ou bien il peut se commencer avec de l'eau ordinaire et se terminer avec de l'eau de chaux. Les avantages de cet antiseptique sont les suivants: l'eau de chaux détruit les ferments qui adhèrent à la pellicule de l'orge, de telle sorte qu'aucune altération ne s'y déclare; l'orge conserve invariablement une odeur franche et saine et une apparence irréprochable.

La germination après ce mouillage, toutes choses égales est plus rigoureuse et plus régulière que par le système habituel et la couche exhale une franche odeur de concombre très caractéristique.

Nous ajouterons qu'en dehors des agents chimiques que l'on peut utiliser au mouillage de l'orge et qui, avec la chaux, sont le chlore, l'acide salicylique, le bisulfite de chaux; l'oxygène de l'air également constitue un excellent assainissant et entrave énergiquement le développement des moisissures pour les couches en germination. La lumière, d'après M. Duclaux, serait aussi un des agents les plus importants de la destruction des germes atmosphériques.

Les systèmes de mouillage de M. Puvrez. Premier procédé. On se sert d'un bassin rectangulaire en maçonnerie cimentée ou en fer d'environ 40 centimètres de hauteur ou un peu plus et dont les autres dimensions varient suivant la quantité de grain à mouiller. Ce bassin est garni d'une large soupape permettant d'évacuer rapidement l'eau de mouillage sans donner issue au grain. En raison du peu de hauteur relative occupée dans le bassin par le grain, celui-ci, durant la période des ressuyages, peut être facilement retourné en pratiquant un sillon à cet effet, tantôt à l'une, tantôt à l'autre extrémité de la couche. On peut aussi, grâce à cette simple disposition, aérer le grain à volonté après chaque mouillage et lui faire absorber les quantités désirées d'oxygène. Ce pelletage du grain ne commence d'ailleurs qu'après que celui-ci a été quelque peu attendri par un certain mouillage variable, suivant la dureté de sa pellicule. On peut aussi commencer le mouillage du grain en cuve ordinaire et n'envoyer en *bassin spécial* que le grain déjà mouillé dans une certaine mesure et plus apte, dès lors, à subir les bains d'air devant alterner avec les bains d'eau.

Grâce à l'oxygénation qui peut, à volonté, être communiquée au grain par la retourne, non seulement la durée du séjour de ce dernier sous l'eau peut être réduite de beaucoup, ce qui réduit en conséquence la perte du grain en matières minérales si précieuses, mais encore à ce libre contact de l'oxygène de l'air, le grain acquiert une vitalité exceptionnelle qui le garantit de l'invasion de toutes moisissures même dans les mois de l'année qui favorisent le plus la formation de ces moisissures.

On peut ainsi traiter le grain dans le bassin même de mouillage jusqu'au *piquage*, jusqu'à l'apparition du point blanc, le signe de son passage de la vie latente à la vie extérieure.

Deuxième procédé de mouillage des grains, de M. Puvrez, en cuve cylindro-conique. On peut aussi mouiller le grain par le procédé suivant, qu'a fait breveter M. Puvrez. Il est applicable aux cuves cylindro-coniques. Il repose sur l'emploi d'un dispositif, ballon mobile d'aération qui occupe le bas de la cuve cylindro-conique, de façon à ne pas entraver la vidange directe du grain sur le sol du germoir, quand le mouillage de celui-ci est arrivé à son terme. Le ballon aérateur est surmonté d'un tuyau d'aspiration qui, débouchant vers la partie supérieure de la cuve-mouilloire, se raccorde à un autre tuyau formant conduite d'appel ou à une cheminée quelconque.

Il s'agit ici, on le comprend, de déterminer dans le ballon un léger appel d'air, soit à l'aide de quelques becs de gaz brûlant au bas d'un cylindre, soit à l'aide d'un petit foyer installé au bas d'une conduite d'appel, soit à l'aide d'un raccord reliant le tuyau d'ascension à une cheminée chauffée, placée à proximité.

Un certain appel d'air étant ainsi déterminé dans le ballon pendant la période des ressuyages, l'air extérieur se trouve appelé de haut en bas à travers le grain qu'il rafraîchit et il parvient jusqu'au bas de la cuve, ou pénétrant dans le ballon par la surface perforée de celui-ci, il s'élève par le tuyau d'ascension jusqu'au cylindre d'appel ou à la cheminée.

Après ce trempage rationnel des grains par l'un des procédés Puvrez, le reste du travail de la germination n'est plus qu'une besogne de manœuvre, puisqu'il ne s'agit guère que de maintenir, par des pelletages ordinaires à deux ou trois coups de palon la couche de grain à basse

température ne dépassant pas, si possible, 15 à 16°, en n'étalant le grain qu'à une épaisseur ordinaire sur le sol du germoir ou en le soumettant en couche plus épaisse sur le sol perforé de ce germoir (germination pneumatique).

Complétons ici ce qu'il nous reste à dire avant d'aller plus loin sur les travaux physiologiques relatifs à la germination. On sait que d'après Planchon, la lumière serait plutôt favorable que nuisible au développement de la plante en germination. Les rayons jaunes, d'après le naturaliste Gresbœr, favorisent la germination, tandis que les rayons violets la ralentissent. Toutefois, Bucheler n'est pas partisan de garnir les germoirs de vitres de couleur ; les plantes en germination n'ayant pas de chlorophyle, se comportent de même façon en présence de lumières différentes. Le seul effet favorable obtenu ainsi serait l'amortissement d'intensité de la lumière.

D'après Richter, en brasserie il faut généralement faire naître le malt dans l'obscurité. La germination doit s'y opérer à basse température. Il faut, le plus souvent, réprimer cette température plutôt qu'on a à l'augmenter. La lumière étant physiologiquement l'équivalent de la chaleur, elle augmente surtout dans la saison chaude les difficultés contre lesquelles on a à lutter dans le maltage.

A mesure que la température extérieure augmente, il faut écarter la lumière si l'on veut maintenir sur le germoir une basse température uniforme. L'accès de la lumière stimulerait trop la germination.

Nous partageons l'opinion de Richter, manufacturièrement parlant. L'*odeur* particulière de *pommes* dans la couche est l'indice d'un dégagement considérable de gaz acide carbonique et elle dénote que la graine en travail, privée d'oxygène, développe en elle-même une sorte de fermentation alcoolique.

L'*odeur de concombre*, au contraire, est le signe d'une germination se développant normalement au contact de l'oxygène de l'air.

Le professeur Karl Michel admet que c'est surtout dans les premiers jours de la germination que se forme la plus grande quantité de diastase dans le grain ; Kjeldhal a constaté aussi le fait.

La *sueur du malt* en germination à laquelle les vieux praticiens attachent une grande importance, provient de ce que les parties intérieures et moyennes de la couche développent une certaine quantité de calorique, par l'oxydation des particules de carbone du grain, d'où une évaporation d'humidité dans ces parties de la couche, évaporation qui, se déposant dans les parties supérieures du grain, les humecte et les couvre de sueur. Avec les systèmes perfectionnés de maltage, les couches étant régulièrement ventilées et accusant partout la même température, la constatation de ce phénomène n'a plus l'importance qu'elle avait autrefois.

Le *maltage pneumatique des grains*. Il nous reste à faire connaître, pour compléter ce travail sur la germination, les deux procédés qui, en partie, sont venus se substituer à l'ancien mode de germination sur le sol cimenté, asphalté ou dallé des germoirs.

Ces procédés sont connus sous la dénomination de *maltage pneumatique des grains*.

Le docteur Baud fut le premier qui songea à effectuer la germination des grains au moyen d'une circulation d'air froid, traversant la couche en travail et qui, dans ces conditions, pouvait recevoir une hauteur beaucoup plus grande qu'en germoir ordinaire. Mais la pratique manufacturière fit vite reconnaître que toutes les circulations d'air du monde, même sur les couches de médiocre épaisseur, ne pouvaient, comme l'avait espéré le docteur Baud, dispenser des pelletages pratiqués à certains intervalles périodiques, si l'on voulait éviter, avec le feutrage des couches, l'élévation de température qui en était la conséquence.

Reprenant les idées du docteur Baud, Gallaud imagina alors d'appliquer l'aération forcée du grain emmagasiné en cases multiples, en pelletant le grain, de case en case, de manière à empêcher l'enchevêtrement de la masse et à mieux régulariser la température. Une tour à coke, maintenue constamment imbibée d'eau, humidifiait l'air de ventilation et restituait au grain une partie de l'humidité si nécessaire au prolongement de la germination, humidité que lui eût enlevé trop vite l'air sec en circulation. La circulation de l'air humidifié se faisait soit de haut en bas du grain, soit de bas en haut. Le docteur Baud, pour éviter le séchage du grain, avait aussi recommandé de l'humecter de temps à autre à l'aide d'un simple arrosoir. Plus tard, Gallaud signala comme préférable aux cases, l'emploi de grands cylindres en tôle perforée en partie, tournant sur leur axe avec une extrême lenteur et permettant de supprimer les pelletages à bras d'homme que comportaient les cases de germination.

M. Gruber, l'éminent brasseur de Kœnigshoffen, avait pensé, lui aussi, à employer de grands cylindres germinatifs dans lesquels le grain, sans être touché par la pelle du malteur, pouvait être remué à volonté, en même temps que l'air convenablement humidifié, lui arrivant en abondance, entretenait, dans les meilleures conditions, la vie germinative dans la couche en travail.

M. Gruber appliqua même, et avec un grand succès, son système à des cylindres germeurs contenant jusqu'à 50 quintaux métriques de grains. Enfin toujours dans ce même ordre d'idées, M. Saladin trouva le moyen pratique de retourner mécaniquement, et en excellentes conditions, le grain emmagasiné en cases fixes sur 60 à 65 centimètres d'épaisseur. M. Saladin a adjoint à son système un ingénieux procédé d'humidification de l'air qui en est le complément indispensable. Le pelletage des couches à bras se trouve, de cette façon, supprimé, en même temps que la qualité du malt ne laisse rien à désirer. La ventilation des cases en germination, dans le système de M. Saladin, est desservie par un excellent ventilateur d'Anthonay.

Si au lieu d'emmagasiner le grain en couche de

1 mètre d'épaisseur, on ne l'étale qu'à 40 centimètres au plus de hauteur sur plateau perforé, comme le fait M. Puvrez, on peut alors utiliser l'appel d'une cheminée chauffée et tous les inconvénients du maltage en couche épaisse disparaissent.

Les pelletages avec cette hauteur de couche de 40 centimètres au plus, sont des plus faciles, aussi faciles que peut l'être la retourne du grain sur le plateau de la touraille. La ventilation pouvant s'établir très bien à l'aide d'une cheminée d'appel, n'entraîne, eu égard à l'épaisseur de la couche, qu'une dépense minime de combustible, dépense près de trois fois moindre par 100 kilogrammes de malt travaillé à 40 centimètres de hauteur, qu'à 1 mètre d'épaisseur.

L'uniformité de température et d'humidité au sein d'une couche de 0,40 centimètres est alors aussi aisée à établir qu'elle est difficile, pour ne pas dire impossible, à maintenir dans une couche de 1 mètre pelletée seulement matin et soir.

Enfin, la simple cheminée d'appel, qui suffit largement à établir les circulations d'air nécessitées par l'aération de couches de 0,35 à 0,40 centimètres d'épaisseur et qui tient lieu de ventilateur mécanique, se prête on ne peut mieux au travail des brasseries et malteries quand la retourne du grain ne doit pas s'effectuer mécaniquement, mais à bras d'homme.

Au point de vue de la main-d'œuvre, de la dépense de combustible, des frais d'installation, ce mode de germination en couche de 0,35 à 0,40 centimètres au plus est donc de beaucoup supérieur aux germinations accomplies par ventilateurs, sur couches de 1 mètre de hauteur.

Il ne l'est pas moins, et ceci prime toutes les autres considérations, quant à la supériorité de qualité du malt obtenu.

On comprend, en effet, facilement, qu'une couche de grain reposant sur plateau perforé à une épaisseur de 0,35 à 0,40 centimètres seulement, relié par-dessous à une cheminée d'appel qui aspire paisiblement, mais à *continuité* le gaz acide carbonique au fur et à mesure de sa formation, se trouve dans des conditions d'aération, d'oxygénation rationnelles tout autres que celles données par une ventilation mécanique *intermittente*. Il en est ainsi, surtout quand cette ventilation s'exerce sur des couches de 1 mètre d'épaisseur, avec les irrégularités inévitables de température et d'humidité qui en sont la conséquence.

Un seul avantage, à première vue, semblerait militer en faveur du système en couche de 1 mètre d'épaisseur, c'est l'économie d'espace ; mais si l'on tient compte des surfaces nécessitées par les couloirs de service, etc., cet avantage d'économie d'emplacement paraîtra bien maigre pour racheter les nombreux inconvénients d'un système coûteux d'installation, coûteux d'entretien et si peu en harmonie avec les lois physiologiques et physiques qui régissent la bonne germination des grains.

Il va de soi que dans le système de maltage pneumatique Puvrez avec une cheminée d'appel chauffée, l'air de ventilation, avant de pénétrer dans la couche de grain en travail, pour remplacer l'air vicié, lentement, mais incessamment aspiré par cette cheminée, est soumis à un degré d'humidification suffisant pour ne pas sécher le grain mais pour l'entretenir dans cet état d'humidité qui convient le mieux à l'évolution vitale de la graine.

Si l'on emploie la germination pneumatique suivant le système que nous venons d'exposer, c'est-à-dire en donnant au grain une épaisseur de 0,35 à 40 centimètres au lieu de 1 mètre, tout alors devient simple et facile.

Renseignements techniques complémentaires sur la germination pneumatique des grains. On considère aujourd'hui, a dit Schutt au Congrès des brasseurs de Berlin, qu'un germoir est bon quand il y règne une température uniforme, que l'humidité de l'air suffit pour empêcher une trop grande sécheresse de l'orge et quand enfin la ventilation permet d'empêcher la moisissure, d'entretenir dans le local une atmosphère pure et agréable et de ne laisser se produire aucune accumulation quelque peu notable d'acide carbonique.

L'on admet qu'avec une forte ventilation, 100 kilogrammes de malt, en germoir ordinaire, reçoivent par minute 100 litres d'air frais au maximum ; nous avons constaté qu'en malterie pneumatique à bassin, cette quantité était de 250 litres, c'est-à-dire beaucoup plus forte que sur un germoir ordinaire. Il faut noter, d'ailleurs, qu'en germoir habituel une grande partie de l'air frais s'échappe, sans avoir été en contact avec le malt, *ce qui n'existe pas dans la malterie pneumatique*. Il résulte ainsi de là que l'accumulation d'acide carbonique est beaucoup plus considérable sur le germoir ordinaire que dans la malterie pneumatique.

Schutt a reconnu également que l'air sortant des tours à coke possédait une humidité approchant 100 0/0, c'est-à-dire était presque saturé.

Toutefois, il n'est pas moins difficile en maltage pneumatique, accompli en couche de très forte épaisseur, d'empêcher le malt de sécher. Dans la germination, en effet, il se produit un dégagement de chaleur ; l'air traversant le malt augmente de température et alors n'étant plus entièrement saturé d'eau, il complète à nouveau sa saturation aux dépens de l'humidité du malt. Et ce phénomène se produit avec d'autant plus d'intensité que la couche du grain est plus épaisse, aussi adjoint-on aujourd'hui aux appareils pneumatiques un dispositif permettant d'humecter à volonté le malt en travail par de minces filets d'eau.

Ces renseignements techniques confirment ce qu'a dit Lintner, c'est qu'il importe avant tout, en germination, de soutirer l'acide carbonique au fur et à mesure de sa formation dans la couche afin de laisser la place libre à l'air pur, suffisamment humide, appelé à lui succéder. Ils prouvent également combien l'uniformité d'humidification est difficile à obtenir dans des couches de malt trop épaisses. Et enfin, ils viennent, à l'appui de nos observations, relativement à la ventilation

des couches presque impossible à effectuer sur le sol ordinaire, non drainé, des germoirs, d'où les accumulations si préjudiciables de gaz acide carbonique dans les couches en travail, pendant les intervalles des retournes.

Le maltage du maïs. Les développements dans lesquels nous sommes entrés relativement au mouillage rationnel de la graine avec bains d'air et des bains d'eau alternatifs, jusqu'au piquage, à la ventilation rationnelle de l'orge avec soutirage constant ou à peu près de l'acide carbonique formé; tous ces préceptes, basés sur la physiologie végétale, sont communs au maltage des diverses céréales que le malteur peut mettre en œuvre, maïs, froment, etc.

C'est ainsi que le mouillage du maïs, en raison de la texture de son amande et surtout de la dureté de son enveloppe, variable, d'ailleurs, selon les diverses espèces de maïs, réclame en même temps qu'une durée de temps plus considérable que le mouillage de l'orge, une eau de trempe d'une température plus élevée, 20 à 25° centigrades, suivant les saisons.

Par la même raison, le grain devra rester plus longtemps sous l'eau avant de recevoir l'action de l'oxygène qui complètera son mouillage et l'amènera en cuve même jusqu'à parfait piquage.

De même encore à la germination. La température de germination du maïs devra être généralement de 10 à 12 degrés plus élevée que la température de germination de l'orge, si l'on veut transformer cette précieuse céréale en excellent malt bien désagrégé et qui, moulu finement, sera d'une extraction facile au brassage et fournira des moûts d'une pureté exceptionnelle. En effet, lorsque la germination a été largement développée, la perte en poids du grain, s'est portée surtout sur l'huile que cette céréale renferme généralement en si fortes proportions. A ce point de vue, la germination, qui est une sorte de combustion, agit en quelque sorte comme l'enlèvement de l'embryon qui constitue le siège principal où réside l'huile de maïs. Quant à la germination proprement dite du maïs, en observant les conditions de température dont nous avons parlé plus haut, en ayant soin de maintenir dans la graine une humidité suffisante et surtout une parfaite aération, elle s'exécute avec la plus remarquable facilité, soit en germoirs ordinaires, soit en germoirs pneumatiques.

Le grain bien germé et porté à la touraille nécessite d'ordinaire les mêmes précautions que le malt d'orge. Il doit être séché presque totalement à température ne dépassant pas 38° centigrades et ne subir qu'ensuite les températures plus élevées de touraillage, 60° centigrades et plus, selon le cachet des bières.

Le maltage du froment. Autant le maïs réclame une durée prolongée de mouillage, autant le froment, eu égard à la finesse de sa pellicule à l'état d'agrégation de son amande, présente de facilités au mouillage.

Les blés durs exigent un peu plus de mouillage que les blés tendres. Il faut, et nous insistons ici sur ce point, réduire au maximum la durée du mouillage du blé sous l'eau et y suppléer par de larges absorptions d'oxygène qui, en ramollissant moins l'amande du grain, disposeront celui-ci à mieux supporter le coup de pelle. Il est bon aussi, au mouillage, de ne pas emmagasiner le blé, de nature délicate, sur une hauteur aussi forte que l'orge, afin d'éviter tout écrasement du grain dans la période des ressuyages, lorsque le grain n'est plus, en quelque sorte, allégé par l'eau qui remplit la cuve mouilloire.

Lorsque le froment a subi le mouillage rationnel, sur lequel nous avons tout dit, lorsque l'évolution vitale a été ainsi uniformément imprimée à la masse, il n'y a plus qu'à pelleter le grain avec les précautions qu'il comporte, en lui faisant absorber le plus possible d'oxygène. Lintner junior a démontré que le malt de froment avait autant d'énergie diastasique que le malt d'orge.

Le maltage de l'avoine. L'avoine est plus habituellement utilisée à l'état de grain cru pour certaines bières spéciales essentiellement toniques. On reproche à ce grain de favoriser l'acescence de la bière. Nul doute que le maltage de l'avoine, pratiqué dans les conditions du maltage de l'orge auquel nons renvoyons, ferait disparaître, en grande partie du moins, les inconvénients qu'on lui attribue par suite de la transformation profonde que la germination et le touraillage amènent au sein de la graine et notamment des matières albuminoïdes.

Le touraillage du malt. Les greniers d'aérage. Après germination accomplie, le grain est porté ou bien sur grenier d'aérage ou bien directement à la touraille. A l'époque où l'art du touraillage du malt était encore dans l'enfance on comprenait pourquoi le fanage comptait et avec raison de si nombreux partisans. Le fanage préparatoire, en effet, malgré les dangers d'altération que présentaient le séjour et le pelletage réitéré du grain, étalé sur grenier en couche mince, malgré la main-d'œuvre qu'il comportait, assurait du moins l'extraction à basse température, de l'excès d'humidité conservé encore dans le grain à la sortie du germoir. Les tourailles plus ou moins défectueuses, en usage autrefois, ne permettant le séchage du grain qu'à températures relativement élevées, on pouvait comprendre l'utilité qui résultait d'un certain séjour du grain sur le grenier d'aération. Aujourd'hui, cette nécessité d'autrefois n'a plus de raison d'être, et la touraille moderne basée sur les principes physiques qui régissent les circulations d'air; peut recevoir directement sur son plateau, non seulement les grains destinés, après séchage préliminaire plus ou moins complet à basse température, à être touraillés finalement à un très haut degré, mais encore les grains qui, pour certaines variétés de bières, ne doivent subir que le séchage à l'air ordinaire ou du moins se rapprochant de celui-ci. Il est bien vrai qu'il serait possible aussi de transformer les greniers d'aérage d'autrefois, si souvent sujets à caution et de leur appliquer les principes des circulations d'air forcé comme on le fait pour les tourailles, mais alors à quoi bon l'emploi de deux appareils distincts avec les doubles transports de

grains qu'ils nécessitent, quand un seul appareil, la touraille, peut si bien réaliser le séchage de la marchandise aux basses températures désirées et, finalement, le touraillage du grain aux hautes températures qui lui communiquent l'arome et le bouquet et souvent une certaine transformation des matières albuminoïdes.

Les avantages de la touraille à plateau unique. Un principe que nous avons depuis bien longtemps défendu est celui du séchage du grain sur *plateau unique*. Nous avons fait valoir à ce sujet combien il était peu logique de subordonner le traitement du grain sur plateau supérieur et à basse température dans les tourailles à deux plateaux, au traitement que nécessitait la couche reposant sur plateaux inférieurs et qu'il fallait exposer au contraire à une sorte de torréfaction.

Ici encore, l'art du malteur nous a donné raison, et aujourd'hui, en Allemagne même, d'où venait la touraille à double plateau, on reconnaît et l'on proclame tous les avantages de la touraille à plateau unique.

En effet, dit Lintner, dans les tourailles à double plateau, l'amélioration du touraillage est toujours *risquée*, car le plateau inférieur n'est pas assez indépendant de l'influence du plateau supérieur et la dessiccation du malt vert ne peut y être effectuée avec de *grandes quantités* d'air à basse température.

La touraille à plateau unique, répétons-le, est donc celle qui incontestablement se prête mieux à la dessiccation préliminaire du grain à basse température, et voici alors les avantages qui en découlent: c'est que l'application de ce principe permet d'éviter toute vitrification du malt et assure sa parfaite friabilité, c'est-à-dire le maximum de rendement du grain.

Un avantage tout aussi précieux est attaché aux malts séchés ainsi rationnellement: c'est l'énergie diastasique, la puissance saccharificatrice qui distingue les malts bien séchés à température modérée, avant d'être soumis au touraillage final proprement dit.

A l'école de brasserie de Weihenstephann, Kraudnauer a constaté à ce sujet les résultats suivants :

Il tourailla la même sorte de malt à 50° Réaumur et à 40° Réaumur et il en fit l'extrait à l'eau froide, dans des conditions identiques. La proportion de substances azotées extraites fut:

Sur 100 parties de malt touraillé à 40° Réaumur 5,767 0/0.

Sur 100 parties de malt touraillé à 50° Réaumur 9,040 0/0.

Ces chiffres confirment la théorie émise par Brown et Héron à savoir: que la diastase est en quelque sorte une fonction des substances *coagulables*.

Nous devons ajouter qu'en poursuivant le touraillage à 70° Réaumur pendant quelque temps la quantité des substances azotées solubles augmente alors de nouveau, par suite, comme l'a dit avec raison Lintner, après Habich, de la formation de substances albumineuses brunies.

Mais comment obtenir à la touraille ces dessications à peu près complètes du grain à basse température qui font les excellents malts et les obtenir sans que l'opération, traînant en longueur, il y ait production abondante d'acide lactique, comme l'a constaté Graham, sur les tourailles anglaises chargées d'une trop forte épaisseur de grain? L'autre partie du touraillage, la torréfaction du grain, toutes les tourailles peuvent généralement la fournir, mais la dessiccation préliminaire du grain ne peut être obtenue qu'avec des appareils construits d'une façon très simple, si l'on veut, mais répondant néanmoins aux lois de la physique. Or, il faut le dire, un grand nombre de tourailles actuelles encore, ne remplissent pas ces conditions et sont plutôt des appareils de *torréfaction* que des appareils de séchage.

Les conditions qui déterminent le tirage d'une touraille. Il ne faut pas oublier qu'une touraille de brasserie est en quelque sorte une cheminée de ventilation et qu'il s'agit, dans l'opération du séchage du grain, de faire circuler, à travers la couche du malt à sécher, un abondant courant d'air, à température modérée, 36 à 38° centigrades, pour enlever ou à peu près les 40 0/0 environ d'humidité que renferme le grain au sortir du germoir.

Or, ce qui détermine le tirage dans une cheminée, c'est principalement sa hauteur et surtout la différence de température de la colonne d'air chaud, qui circule à l'intérieur, avec la température de l'air ambiant.

Quant à la hauteur, la plupart des tourailles pèchent à ce point de vue et pour cause. On comprend, en effet, que s'il est facile de donner à une cheminée de un mètre carré de section, par exemple, une assez grande hauteur, la dépense devient des plus considérables si cette hauteur s'applique à toute une touraille ayant 30, 50, 60 mètres carrés de surface. Aussi les tourailles qui, exceptionnellement, possèdent une grande hauteur, présentant relativement une grande force ascensionnelle, comportent-elles une dépense considérable d'installation.

D'un autre côté, l'autre élément qui détermine le tirage: la température élevée de la colonne d'air à sa sortie du grain fait également défaut à la plupart des tourailles, puisque d'une part l'air chaud appelé à sécher le grain ne peut être qu'à température modérée (35 à 38° centigrades), et que d'autre part aucun dispositif n'est installé pour réchauffer cet air à sa sortie de la couche étalée sur le plateau pour lui communiquer la température élevée comparativement à la température de l'air ambiant qui peut activer le tirage de l'appareil. L'air de séchage du grain débouche par exemple au-dessous du plateau perforé à 36 ou 37° de température, mais en traversant la couche de grain imbibée d'humidité, il perd bien vite une bonne partie de cette température et par le contact de l'humidité du grain et par l'évaporation considérable que détermine son passage. Pour peu que la température de l'air ambiant soit relativement élevée, cet air, presque à la sortie de la couche, pourra ne plus accuser qu'un degré peu inférieur parfois au degré de l'air extérieur.

Pourquoi dès lors y aurait-il tirage, activité de

tirage, quand la colonne d'air, débouchant du grain au lieu d'accuser 35 à 40° de différence en plus que la température de l'air à l'extérieur, n'accusera seulement qu'une différence insignifiante de quelques degrés ?

Telles sont les causes qui rendent tant de tourailles impropres à accomplir le séchage du grain suivant les principes exigés aujourd'hui par l'art du malteur, qui rendent tant de tourailles d'un fonctionnement lent et paresseux quand la circulation d'air s'opère aux basses températures, qui conviennent ; aussi le brasseur, pour éviter l'invasion d'un excès d'acide lactique pour activer un séchage qui traîne outre mesure, se voit il forcé de recourir bien avant l'heure à des circulations d'air relativement élevées, mortelles pour le grain trop chargé encore d'humidité et qui lui fourniront des malts plus ou moins vitrés et cornés.

Comment il faut installer une touraille de brasserie. Pour remédier à cette installation vicieuse des tourailles, voici comment nous avons procédé :

Afin de profiter de l'activité du tirage, de la force ascensionnelle de l'air circulant à l'intérieur des tourailles de grande hauteur, tout en évitant l'énorme dépense qu'exige la construction de ces appareils dispendieux, nous avons imaginé de ne donner à la touraille proprement dite que quelques mètres de hauteur seulement, mais de la relier alors à une cheminée ordinaire, relativement peu coûteuse, et établie à une assez grande hauteur, cheminée dans laquelle viendrait se déverser l'air de dessiccation à sa sortie de la couche.

Tout en obtenant la hauteur de la colonne d'air, nous réalisions ainsi une très grande économie d'installation.

D'un autre côté pour déterminer un puissant tirage dans l'appareil, au lieu de laisser évacuer tel quel dans la cheminée d'appel l'air de ventilation débouchant de la couche, nous avons imaginé de réchauffer cet air, dont rien ne devait activer l'ascension, de lui communiquer à l'aide d'un simple foyer placé au bas de la cheminée l'élévation de température suffisante pour sa rapide et vive évacuation.

On peut organiser d'ailleurs indifféremment ces tourailles, soit avec courant d'air ascendant, soit avec courant d'air renversé.

Résumé des travaux techniques accomplis sur le touraillage des grains. On a condamné avec raison le touraillage *trop accéléré* du malt que certains inventeurs ont présenté comme un progrès. Or, en germination comme au touraillage les actions lentes, pourvu qu'elles soient accomplies normalement, sont le plus souvent les meilleures.

On sait aussi d'un autre côté que, sous l'action suffisamment prolongée de températures élevées à la touraille, se produisent certaines réactions qui amènent au sein du grain encore quelque peu humide la formation de peptones, de dextrines... la solubilité de certaines matières protéiques. Le malt, traité dans ces conditions, acquiert en même temps une certaine coloration.

Ce mode spécial de touraillage convient à la préparation de certaines bières spéciales, la bière de Munich par exemple, dont elle détermine le cachet.

L'importance du touraillage est considérable, car cette opération détermine le caractère de la bière, bière blonde ou plus ou moins brune. Il faut pour cela qu'un courant d'air de 35 à 40° centigrades au maximum vienne sécher le malt, au point que les radicelles commencent à tomber au frottement.

Le malt séché à ce point, peut être exposé ensuite à une température de 50, 60, 80 et même 100° centigrades et plus, sans que le corps farineux devienne beaucoup plus brun.

Le grain soumis avant siccité suffisante à cette température élevée, possède une cassure plus ou moins brune, et fournit des bières plus foncées. Il va de soi pourtant que la quantité d'eau ne doit plus être assez grande pour donner, en ce cas, un malt vitreux.

On sait également que les moûts d'un malt brun fermentent à degré plus élevé que ceux préparés de malt pâles, et donnent une levure plus énergique que ces derniers.

Le polissage du malt après l'enlèvement des radicelles. Non content d'enlever les radicelles du malt, on polit dans certaines brasseries d'Allemagne, la surface externe des grains toujours plus ou moins rugueux ou poussiéreux. En effet, par la rupture des radicelles desséchées, se développe une fine poussière qui s'agglutine facilement sur l'enveloppe du malt, et qui favorise la formation des moisissures. En rendant l'enveloppe du grain bien lisse, en débarrassant le grain de ces poussières et de ces rugosités, non seulement on évite ces inconvénients, mais encore on rend le malt moins accessible à l'humidité, considération qui a son importance quand le grain doit rester longtemps en magasin. De plus, la finesse de goût du malt ne peut que gagner à la disparition de ces impuretés.

Ce polissage du malt s'exécute dans des appareils spéciaux, le plus souvent à l'aide de brosses fines qui, frottant en même temps les grains l'un contre l'autre, leur communiquent un brillant miroitant.

La conservation du malt. Lorsque le malt sort de la touraille on le laisse reposer en tas pendant quèlque temps, puis on le porte au dégermeur qui, non seulement le dépouille de ses germes, mais abaisse sensiblement sa température. De là un élévateur le transporte à destination. Mentionnons en passant qu'il est toujours mauvais de conserver le malt avec ses radicelles, parce que celles-ci sont plus hygrométriques que le malt lui-même. Le grain malté arrive ainsi dans des silos spéciaux, qu'on appelle *silos à malt.* Les dimensions et la capacité de ces silos se règlent d'après l'importance de l'établissement. En vue de produire une bière uniforme, il est prudent d'établir au lieu de grands coffres cylindriques à malt, plusieurs coffres plus petits, dont le diamètre aille légèrement en diminuant vers le bas, ce qui permet de vider facilement leur contenu.

Ces silos peuvent avoir une hauteur de plusieurs étages. Construits en maçonnerie, ils ne répondraient pas au but proposé : l'exclusion de l'humidité. En métal, ils coûteraient trop chers, le bois formant revêtement à la maçonnerie, est plus économique.

Nota. Lorsque le malt doit être utilisé après un simple repos de sept à huit semaines, on se borne à l'emmagasiner sur grenier ordinaire.

Les qualités d'un bon malt d'orge. Un bon malt d'orge ne doit contenir que 4 à 5 0/0 d'humidité. Il doit accuser une certaine friabilité, c'est-à-dire, la désagrégation parfaite de l'amande du grain, obtenue par une longue croissance de la plumule. Traité à l'essai, après concassage, il doit se dissoudre complètement après trente minutes d'exposition à la température de 65° centigrades, fournir un bon rendement, 72 à 74 0/0 au laboratoire pour les bons malts provenant d'orge de premier choix, et donner au moins 65 0/0 du poids de l'extrait en maltose. On recherche généralement dans le malt la nuance pâle claire, bien qu'un malt jaune, provenant d'une orge de nuance jaune puisse donner de très bonne bière, si la germination et le touraillage n'ont rien laissé à désirer. Le malt ne doit pas non plus accuser un excès de matières protéiques. Il doit posséder l'arome de la touraille bien développé. — P.-B.

* **MAME** (ALFRED-HENRI-ARMAND). D'une famille de libraires, depuis longtemps établie à Tours. Alfred Mame est né à Tours en 1812, et prit en 1845 la direction de l'établissement fondé par son père en 1796; déjà préparé à la tâche qui lui incombait, il résolut de devenir un fabricant de livres, c'est-à-dire transformer le manuscrit de l'auteur en objet marchand, imprimer, dessiner, graver, brocher et relier. Il suivit attentivement les progrès des inventeurs français et étrangers, et en même temps il créa de vastes ateliers de reliure qu'il plaça sous la direction de praticiens habiles et d'artistes connus. La production se développa considérablement, elle dépasse actuellement 15,000 volumes par jour, soit près de 5.000.000 par année, depuis l'opuscule du prix de 5 centimes jusqu'à l'in-folio du plus grand luxe. Bientôt la maison obtint une netteté de composition et un fini de tirage qui lui valurent, lors de l'Exposition de 1855, un succès sans précédents; ses éditions de la *Touraine*, la *Bible* avec ses deux cent trente dessins hors texte de *Gustave Doré*, sont considérées comme des chefs-d'œuvre de typographie. Après la gravure sur bois, elle recourut à l'eau-forte pour illustrer les *Caractères de Labruyère*, la *Chanson de Roland*. Le *Charlemagne*, le *Saint Louis* et la *Sainte Elisabeth de Hongrie* inaugurent un nouveau genre d'illustration archéologique et historique dans le texte et, artistique par ses reproductions, hors texte, des chefs-d'œuvre successifs de l'art.

Tous ces ouvrages de haut goût artistique et littéraire, valurent les récompenses les plus enviées à Alfred Mame : médaille d'or en 1849, à Paris; prize médal à Londres (1851); grande médaille d'honneur en 1855, à Paris; deux médailles à Londres en 1862; grand prix unique des classes VI et VII en 1867; diplôme d'honneur en 1870, à Rome.

A côté de ces œuvres de luxe, Alfred Mame tenait à publier les ouvrages utiles et les meilleurs, dans des conditions nouvelles de bon marché, tout en leur assurant une exécution parfaite. Les livres de prix, les classiques, les livres de piété, les brochures de propagande de Le Play et les livres d'étrennes, ont été tour à tour l'objet de ses soins, et on retrouve-là, à côté de l'artiste et de l'industriel, l'homme de bien s'ingéniant à vulgariser les belles et bonnes œuvres.

D'un esprit profondément chrétien et libéral, Alfred Mame avait compris que pour diriger un établissement comme celui qu'il avait créé, il était indispensable de s'attacher ses ouvriers et de développer chez eux des sentiments de moralité et de devoir; il fallait donc à la fois leur procurer des avantages matériels qui tendraient à les fixer à la Maison et leur donner une éducation morale.

Ce grand établissement occupe environ mille ouvriers et employés, parmi lesquels trois cents femmes ou jeunes filles sont spécialement affectées au brochage et à la reliure. Les ouvriers et les ouvrières sont groupés dans des ateliers où les individus de sexe différent n'ont aucune communication; de même, les heures d'entrée et de sortie sont combinées de façon à éviter tout contact.

Les ateliers, éclairés par l'électricité vastes et aérés, dans de parfaites conditions d'hygiène sont d'une propreté absolue; le silence y règne partout. Une vaste cité ouvrière met à la disposition du personnel un logement confortable, d'un loyer de 50 centimes par jour; de plus, Alfred Mame a fondé une crèche, deux salles d'asile et une école ou ouvroir où six cents enfants sont élevés gratuitement.

Il faut donner une mention spéciale aux institutions de prévoyance qui complètent cette organisation de façon à la rendre un modèle au point de vue social; en voici l'énumération : une caisse de secours; une association venant en aide aux veuves et orphelins; des pensions de retraite; enfin, depuis le 1er janvier 1874, MM. Mame ont fondé une caisse de participation et de prévoyance en faveur de leurs employés et ouvriers, formée par des versements effectués proportionnellement au chiffre d'affaires de l'année précédente.

Telles sont, en résumé, les diverses œuvres philanthropiques créées par M. Alfred Mame qui lui ont valu le grand prix en 1867 et à l'Exposition d'économie sociale, en 1889. M. Alfred Mame est commandeur de la Légion d'honneur.

Depuis 1859 il est secondé dans sa tâche par son fils unique, Paul Mame, dont les fils, Edmond et Armand, collaborent également aujourd'hui à l'œuvre de famille.

MANÈGE. Nous avons peu de chose à ajouter à ce qui a été dit dans le *Dictionnaire* au sujet des manèges à piste circulaire; mais il n'en est pas de même pour les manèges à plan incliné qui, devenant de plus en plus employés, justifient une description succincte dans le *Supplément*.

1° *Manèges à piste circulaire.* Pour compléter l'article du *Dictionnaire*, voici un tableau qui donne les vitesses par seconde, les efforts des animaux et le travail mécanique (exprimé en kilogrammètres par seconde), fourni par différents animaux travaillant huit heures par jour :

Animaux moteurs	Vitesse par seconde	Effort moyen	Travail mécanique par seconde
	mètres	kilogr.	kilogrammèt.
Cheval.	0.90	45	40.5
Bœuf.	0.60	60	36.0
Mulet	0.90	30	27.0
Ane	0.80	14	11.2

2° *Manèges à plan incliné.* Dans ces machines encore connues sous les différents noms de *tripoteuses*, *trépigneuses*, etc., l'animal marche, sur place, sur un plan incliné mobile qui fuit sous ses appuis. Malgré les difficultés qu'ils rencontrèrent à leurs débuts, ces manèges se répandent en grand nombre, non seulement en agriculture mais aussi dans l'industrie. Sans faire ici l'historique complet de ces intéressantes machines, nous dirons que l'on en attribue à tort l'invention aux Américains ; elles étaient très employées en Autriche aux XVII et XVIII^e^ siècles pour la mise en marche de petits moulins à farine et d'appareils élévatoires ; en Allemagne, il y a une quarantaine d'années, ces manèges étaient fabriqués par de nombreux constructeurs ; enfin, en 1855, à l'Exposition universelle de Paris, on remarquait un manège à pan incliné actionnant une batteuse (machine canadienne de Paige, de Montréal).

Tout manège à plan incliné se compose d'une sorte de chaîne sans fin formée de plateaux en bois réunis par des charnières en fonte ou en acier ; les articulations sont constituées par des axes métalliques portant de chaque côté un galet en fonte, à jante plate, roulant dans des rails formés de fers cornières. Ces fers, solidement fixés au bâti, sont inclinés à 12 ou 14° sur l'horizon. Les galets sont fous sur ces axes ; quelquefois les roues sont calées sur des axes qui tournent dans des paliers graisseurs (Gautereau). Lorsque le manège est en marche, le tablier se déplace sous les pas du cheval et entraîne un tambour placé en avant, calé sur un axe moteur horizontal qui reçoit les engrenages ou la poulie de commande. Du diamètre du tambour et de la vitesse de l'animal sur le tablier dépendent le nombre des tours de l'arbre moteur.

Si P est le poids du ou des animaux ; α l'angle d'inclinaison du tablier sur l'horizontale (de 12 à 14° en moyenne) ; la pression des galets sur le rail est donné par

$$P \cos \alpha$$

et l'effort tangentiel du tablier sur le tambour d'avant (en négligeant les résistances passives de la machine) est donné par

$$P \sin \alpha$$

De chaque côté du tablier règne une balustrade remplissant le rôle de limonières ; le cheval est absolument libre de ses mouvements, il n'est pas attaché à ces limonières ; il est dépourvu de collier ; une simple longe relie son licol à la traverse de devant.

Pour faire pénétrer l'animal dans le manège on abaisse une sorte de pont à charnières qui constitue ainsi le prolongement du plan incliné. Aussitôt l'animal placé, on relève verticalement ce pont et on le maintient par des crochets ou des chaînes. Pour obtenir l'arrêt du manège, on serre un frein qui presse un sabot de bois contre une des poulies de commande ; ce frein, placé à la portée du mécanicien, est à levier ou à vis. Afin d'éviter une grande vitesse du tablier qui peut occasionner la chute de l'animal, par suite d'une diminution dans la résistance ou de la chute de la courroie, il faut absolument que ces machines soient pourvues d'appareils régulateurs.

Les régulateurs américains sont très simples : c'est la tension de la courroie qui commande un levier agissant sur un frein ; en France, Fortin frères, Bertin, etc., emploient un régulateur à force centrifuge qui actionne un frein à sabots dès que la vitesse du tablier dépasse une certaine limite.

Les manèges à plan incliné sont ordinairement montés sur deux roues ; quelques-uns sont fixés sur quatre roues, mais on enlève les deux petites d'avant pendant le travail ; enfin, ces manèges s'établissent à poste fixe sur un bâti de charpente ou un léger massif de maçonnerie.

Les manèges à plan incliné exigent un emplacement très restreint et bien plus petit que celui des manèges à piste ; il leur faut une longueur de 3 à 3^m^,50, sur une largeur de 1^m^,20 à 2^m^,50, suivant qu'ils sont à un ou plusieurs animaux. Ils sont souvent accouplés directement à certaines machines (batteuses, pompes d'épuisement, treuils, etc.), leurs applications sont nombreuses (machines agricoles, appareils d'élevage, industrie laitière, scieries, etc., etc).

Nous avons adressé à la Société nationale d'agriculture un rapport sur les essais au frein et au dynamomètre des manèges à plan incliné à un et deux animaux, de MM. Fortin frères. Ces essais sont les premiers qui aient été faits sur ce genre de machines ; voici un résumé des vingt-trois expériences :

Désignation des manèges	Poids des chevaux	Pente métriq. du tablier	Nombre de tours de l'arbre de couche par minute	Vitesse du cheval sur le tablier par seconde	Travail mécanique disponible utilisable par seconde
	kilogr.	mètres		mètres	kilogram.
A 1 cheval. . .	625	0.264	218.2	0.894	103.099
	540	0.169	199.6	0.818	53.892
A 2 chevaux.	1.175	0.243	207.9	0.852	149.688
	1.090	0.184	175.8	0.646	90.976
A 2 chevaux. . (avec un bœuf non dressé au travail)	Poids du bœuf 790	0.228	120.0	0.492	54.000

Il résulte de ces essais que le rendement mé-

canique oscille vers 70 0/0; c'est celui des manèges ordinaires à piste circulaire; on doit pouvoir, en améliorant la construction, arriver à un rendement de 80 0/0. Quoiqu'il en soit, ces machines permettent d'obtenir des animaux un travail mécanique disponible bien plus élevé qu'avec les manèges à piste; pour s'en convaincre, on n'a qu'à se reporter au tableau donné en tête de cet article, relatif au travail des animaux au manège ordinaire; on peut donc affirmer que ces machines sont appelées à rendre de grands services dans les moyennes exploitations agricoles, pour les petits entrepreneurs et industriels. — M. R.

Bibliographie : Etude sur les manèges à plan incliné, par M. RINGELMANN; *Journal d'agriculture pratique*, nos 39, 41, 42 et 43, 1885; *Rapport à la Société nationale d'agriculture de France, sur les essais de manèges à plan incliné*, par M. RINGELMANN, 16 mai 1886.

* **MANUFACTURES NATIONALES** (Exposition de 1889). Les manufactures nationales sont battues en brèche depuis longtemps; on leur reproche de s'attarder à un art dégénéré, de faire à l'industrie une concurrence soutenue par une subvention officielle qui devient dès lors immorale, enfin de ne chercher dès procédés nouveaux que pour les garder secrets; aussi se devaient-elles de figure à l'Exposition de 1889 avec tous leurs progrès récents, et d'essayer de répondre à ces attaques par une meilleure application des véritables principes esthétiques. Nous devons reconnaître qu'elles y ont réussi, et quelle que soit l'opinion définitive qu'on ait sur l'utilité et la valeur réelle des manufactures nationales, il faut convenir que leur exposition en 1889, et en particulier celle de Sèvres, était bien supérieure à ce que nous avions pu voir en 1878.

C'était le dôme central qui avait été choisi pour recevoir les produits de nos ateliers nationaux; le cadre était merveilleux, et faisait valoir les belles pièces qu'on y montrait.

Sèvres était à gauche de l'entrée principale du Palais de l'Exposition, que décoraient deux belles compositions exécutées en tapisserie aux Gobelins : *Les Lettres, les Sciences et les Arts*, par F. Ehrmann, et *La filleule des Fées*, par Mazerolle; les manufactures de tapisseries tenaient la droite et le premier étage.

L'exposition de Sèvres donnait comme toujours une très favorable impression à première vue, par la jolie gamme de ses couleurs. La perfection des procédés et du travail est irréprochable, ce sont toujours les formes qui laissent à désirer, bien que, comme nous venons de le dire, les tendances soient bien meilleures, mais çà et là on relevait de choquantes incorrections de dessins, témoignant d'un défaut de direction pendant plusieurs années : des statuettes de femmes allongées sous prétexte d'élégance, par un reste de traditions du XVIIIe siècle, des figures d'hommes informes; d'autres ridicules, comme celle représentant *la Loi*, en biscuit, si bizarrement coiffée! A côté de ces choses regrettables, beaucoup de jolies : les paons en biscuit, sculptés par Caïn; quelques figurines de Carrier-Belleuse, si gracieux quand il n'était pas mièvre, et des pâtes rapportées du plus bel effet. Comme toujours c'était les grands vases qui méritaient le plus l'attention. Sèvres excelle dans ces pièces hors ligne, d'une grande puissance décorative. Ceux que M. Dalou avait modelés pour la Manufacture : une *Ronde d'enfants* et une *Vendange*, étaient véritablement hors de toute comparaison. Chérét doit être cité aussi parmi les grands artistes de la maison.

Quant au côté pratique de cette exposition, d'où le côté pittoresque devrait être banni, il consistait dans les essais de la porcelaine nouvelle, tenant le milieu entre la pâte dure et la pâte tendre, et les flammés.

L'atelier de mosaïque avait exposé une porte monumentale à l'entrée de la galerie des Industries diverses, et une colonne destinée à la cour de l'Ecole des Beaux-Arts à Paris.

L'exposition des Gobelins prêtait encore quelque peu à la critique, à se placer au point de vue de l'art aussi bien qu'à celui du procédé. De plus en plus les tapissiers s'éloignent de la simplicité de dessin et de tons qui font la valeur de cet art en tant que décoration. On admire la gamme de milliers de couleurs donnée par Chevreul; d'autres, avec raison la déplorent, parce qu'elle a fait de la tapisserie une mauvaise copie de la peinture, au lieu de lui conserver l'indépendance. Malgré sa perfection encore, la tapisserie conserve quelque chose de heurté qui convient peu à la traduction de paysages poétiques et doux, comme on le voyait bien par le mauvais Rapin qu'on nous a montré, et dont cependant le carton était un chef-d'œuvre. Nous préférons l'*Ara rouge*, d'après M. Alfred de Curzon, ou le *Faisan*, d'après M. Lansyer, destinés au Palais du Sénat.

Les couleurs de la tapisserie, quelque solides qu'elles soient, sont pourtant, par leur nature même, destinées à être atténuées avec le temps. Sans doute y avait-on songé en donnant aux allégories destinées à l'Elysée une gamme de tons aussi vive. D'ailleurs ces panneaux ont dû gagner à être mis en place; le *Manuscrit*, d'après M. Ehrmann, nous a paru le meilleur; il avait le caractère solide, grand, décoratif, de toutes les œuvres qui sortent du crayon de cet artiste. Mais comme ensemble, le plus remarquable était celui du salon d'Apollon à l'Elysée, dû à M. Galland, le maître incomparable pour la décoration.

La Savonnerie, dépendance des Gobelins, avait aussi cinq panneaux pour l'Elysée, et une grande pièce, d'après Lavastre et Olivier Merson, pour la Bibliothèque nationale.

Beauvais nous a montré la tapisserie appliquée uniquement à l'ameublement, la verdure et les fleurs s'y retrouvent partout, avec des allures un peu vieillottes; regrettons là encore, que lorsque des tentatives de modernisme se manifestent, ce soit pour emprunter des modèles à la peinture de chevalet, plutôt qu'à des cartons vraiment décoratifs, logiques et utilisables. Pourtant des maîtres ont travaillé pour Beauvais : Collin, Français, Cesbron, Philippe Rousseau, Tony Faivre.

Ajoutons que M. L.-Olivier Merson avait dessiné les cartons de la *Mosaïque* et de la *Tapisserie*, à l'entrée de la Galerie des Machines.

Quant à la technique de la tapisserie, elle comprenait quelques travaux d'élèves, pendant leur apprentissage de longues années, et la collection incomplète de ces laines multicolores, plus curieuses que vraiment profitables au développement rationnel de cet art. — C. DE M.

* **MARÉES** (Utilisation de la force des marées). L'industrie moderne demande presque exclusivement à la combustion de la houille les quantités considérables d'énergie dont elle a journellement besoin. Cette situation constitue un véritable gaspillage des forces naturelles. La houille est un produit d'origine végétale, accumulé par le travail géologique des siècles passés, et s'il s'en forme encore de nos jours, il est certain que la production en est infiniment plus lente que la consommation colossale qui s'en fait aujourd'hui, ce qui doit amener fatalement l'épuisement des réserves actuelles. De plus, l'extraction de la houille est coûteuse et absorbe, dans des conditions particulièrement pénibles, une grande partie du travail humain. Enfin, le charbon constitue dans les réactions de la chimie industrielle, un

élément essentiel qui ne saurait être remplacé par aucun autre. Dans ces conditions, il est véritablement barbare et presque indigne de la science moderne de le dépenser avec une telle prodigalité pour n'en tirer que du travail mécanique, alors que la nature nous offre en abondance des sources inépuisables d'énergie où il semble que l'industrie n'aurait qu'à puiser gratuitement. Le charbon devrait être réservé pour les réactions chimiques, tandis que l'énergie mécanique et calorifique devrait être exclusivement puisée dans les sources naturelles : chaleur du soleil, force des vents, chutes d'eau, marées, etc. Il est indispensable que l'industrie parvienne à s'engager dans cette voie qui est la seule qui puisse assurer son avenir ; mais, dès maintenant, l'utilisation des forces naturelles constituerait un progrès économique considérable, puisqu'elle aurait pour effet de substituer une énergie gratuite à l'énergie si coûteuse qu'on obtient par la combustion de la houille. Malheureusement le problème, de quelque côté qu'on l'attaque, présente des difficultés considérables. L'utilisation directe de la chaleur solaire n'a encore donné presque aucun résultat pratique ; la force du vent est, on peut le dire, restée sans emploi, à cause de son irrégularité. Seules, les chutes d'eau créées sur les rivières ont donné lieu à quelques applications importantes, quoique l'irrégularité du régime des cours d'eau, la position des chutes dans les localités difficilement accessibles, la cherté des travaux d'établissement, et diverses autres circonstances aient empêché jusqu'ici ce genre de moteur de rivaliser sérieusement avec les moteurs à feu. Il ne faut pas oublier que le problème de l'utilisation des forces naturelles se lie intimement à celui du transport et de la distribution de l'énergie. Le moteur à feu peut se transporter partout où l'on en a besoin : il peut s'installer sur le véhicule même qu'il fait mouvoir et transporter nos trains sur nos voies ferrées, nos navires sur l'Océan. Jusqu'à présent, malgré les quelques progrès réalisés, la force naturelle doit être consommée dans l'endroit même où elle est produite. Il n'est pas douteux que si l'on parvient, comme il y a lieu de l'espérer, à emmaganiser sous un petit volume et sous un poids d'un kilogramme, par exemple, autant de kilogrammètres qu'en peut fournir la combustion d'un kilogramme de houille, l'utilisation des forces naturelles prendrait un développement considérable, qui permettrait à l'humanité de doubler, de décupler peut-être sa puissance mécanique.

Parmi les phénomènes naturels auxquels l'industrie pourrait demander l'énergie qui lui est nécessaire, il n'en est pas qui semble, dans l'état actuel de nos ressources, en fournir plus abondamment et plus facilement que le phénomène des marées. Qu'on réfléchisse à cette immense oscillation semi-diurne de la mer qui produit, en douze heures, sur toute l'étendue des côtes, des différences de niveau atteignant, en certaines circonstances, jusqu'à 12 et 13 mètres d'élévation, et l'on comprendra qu'il y a dans ce phénomène grandiose une source véritablement *inépuisable* de travail mécanique, un prodigieux trésor d'énergie se renouvelant de lui-même deux fois par jour, et capable de suffire aux exigences les plus exagérées d'une industrie mille fois plus active que la nôtre.

Malheureusement, il n'est pas aussi facile qu'il semblerait de recueillir et d'utiliser cette énergie, et, de fait, il n'en a jamais été fait d'application sérieuse. La grande difficulté provient des différences de hauteur à laquelle s'élève la pleine mer aux différentes marées et du prix élevé de construction des digues qu'il serait nécessaire d'établir pour créer des chutes utilisables. Le problème a préoccupé de nombreux inventeurs, et plusieurs projets plus ou moins ingénieux ont été proposés à des époques différentes : tous sont tombés dans l'oubli. Cependant, depuis moins d'une année, la question semble être entrée dans une voie pratique, grâce aux travaux de M. Paul Decœur, ingénieur des ponts et chaussées.

M. Decœur s'est beaucoup occupé des questions relatives à l'amélioration de la navigation dans l'estuaire de la Seine. D'accord avec la plupart des autorités compétentes, il préconise la construction de digues longitudinales insubmersibles limitant le chenal. Il propose alors d'utiliser les espaces qu'elles laisseraient en dehors du chenal pour la création de bassins séparés par des digues transversales dans lesquelles l'eau se trouverait à des niveaux différents, formant ainsi des chutes dont le travail serait recueilli à l'aide de turbines. Dans le système de M. Decœur, l'utilisation est *continue*, c'est-à-dire que les turbines travaillent incessamment, quel que soit le niveau de la mer et l'heure de la marée. Pour bien comprendre ce système, qu'on imagine deux larges bassins entièrement séparés de la mer par des digues insubmersibles, et séparés entre eux par une digue transversale, toutes ces digues étant, du reste, munies de vannes ou clapets permettant d'établir la communication ; une ou plusieurs chutes sont ménagées dans la digue transversale et des turbines y sont installées. Le problème consiste à maintenir l'un des bassins à un niveau toujours supérieur à celui de l'autre bassin ; il est résolu de la manière la plus simple. A l'heure de la haute mer, le bassin inférieur est entièrement isolé et le bassin supérieur communique librement avec la mer. Dès que celle-ci commence à baisser, on ferme la communication ; une partie de l'eau passe alors par les chutes du bassin supérieur dans le bassin inférieur dont le niveau s'élève un peu. Dès lors, ce niveau finit par devenir le même que celui de la mer descendante. A ce moment, on met le bassin inférieur en communication avec la mer : il se vide à mesure que la marée continue à baisser. Dès que la mer recommence à monter, on ferme la communication. Un peu avant la haute mer suivante, le bassin supérieur qui s'est partiellement vidé, arrive au niveau de la mer ; on ouvre alors la communication : le niveau du bassin supérieur s'élève avec la marée, et l'on se retrouve dans les mêmes conditions que douze heures auparavant. On peut continuer indéfiniment ce jeu d'ouverture et de fermeture des

clapets, et l'on voit que les chutes qui actionnent les turbines fonctionneront toujours dans le même sens, quoique avec une hauteur de chute variant un peu d'une marée à l'autre, et variant beaucoup suivant la hauteur de la marée. La variation due aux différences de hauteur de la marée est inévitable si l'on veut utiliser la plus grande partie de la force motrice : il est évident qu'il y a avantage à employer toute la hauteur de chute dont on dispose. Si cependant la considération de régularité paraissait devoir l'emporter, il serait toujours possible de régler le niveau des bassins en fermant les vannes de communication avant la haute mer ou avant la basse mer. Mais, si l'on veut utiliser la totalité de la chute, ce qui paraît plus rationnel, les communications des bassins avec la mer pourront s'ouvrir et se fermer automatiquement. On remarquera, en effet, que le niveau du bassin supérieur ne doit jamais descendre au-dessous du niveau de la mer. Dès lors, il suffira d'un clapet, s'ouvrant de dehors en dedans, pour assurer l'entrée de l'eau dans le bassin dès que le niveau de la mer atteint celui du bassin. Au contraire, le clapet se referme de lui-même par la pression de l'eau, dès que la marée commence à descendre. Le bassin inférieur dont le niveau ne doit jamais être supérieur à celui de la mer, sera, de même, réglé par un clapet s'ouvrant de dedans en dehors. Quant aux variations des niveaux des bassins entre deux marées consécutives, elles seront d'autant moins prononcées que les bassins auront une plus grande étendue relativement à la quantité d'eau qui s'écoule de l'un dans l'autre. Si, par exemple, les bassins étaient tellement étendus que la quantité d'eau qui passe dans les turbines soit négligeable, le niveau serait invariable dans chacun d'eux; si, au contraire, le débit était trop considérable, les deux bassins se mettraient vite au même niveau, et le système cesserait de fonctionner jusqu'à l'ouverture des portes qui mettraient l'un d'eux en communication avec la mer.

Comme la partie la plus coûteuse de l'établissement du système est la construction des digues, il y a avantage à obtenir la plus grande somme de travail pour une même surface endiguée, c'est-à-dire à augmenter le plus possible le *rendement par hectare*. Or, le calcul montre que le maximum de ce rendement correspond au cas où le débit serait réglé de manière que l'oscillation du niveau dans chaque bassin fût *la moitié* de l'oscillation de la marée; alors, la hauteur *moyenne* de chute serait la moitié de la différence des niveaux de la haute et de la basse mer; mais les variations de cette hauteur de chute seraient assez considérables, ce qui rendrait difficile la transmission d'une force constante aux machines réceptrices. Aussi, il convient de réduire l'oscillation du plan d'eau dans les bassins *au tiers* de l'oscillation de la marée. On perd un peu sur le rendement; mais on gagne en régularité et l'on peut employer moitié moins de turbines que dans le cas précédent, parce que la hauteur de chute est les deux tiers de la différence de niveau entre la haute et la basse mer.

Au Havre, l'oscillation des plus petites marées de morte eau est de 3 mètres. En admettant qu'on règle le débit pour obtenir dans les bassins une différence moyenne de niveau de 1 mètre, M. Decœur a construit les courbes (fig. 671) des niveaux des deux bassins. La ligne ponctuée représente la courbe de la marée, c'est-à-dire la variation du niveau de la mer; les courbes pleines, qui figurent les niveaux des bassins, coïncident avec la courbe de la marée pendant tout le temps que la communication est établie avec la mer, c'est-à-dire pendant trois heures un quart pour chaque bassin. Comme l'intervalle de deux marées consécutives est en moyenne de douze heures, les portes de chaque

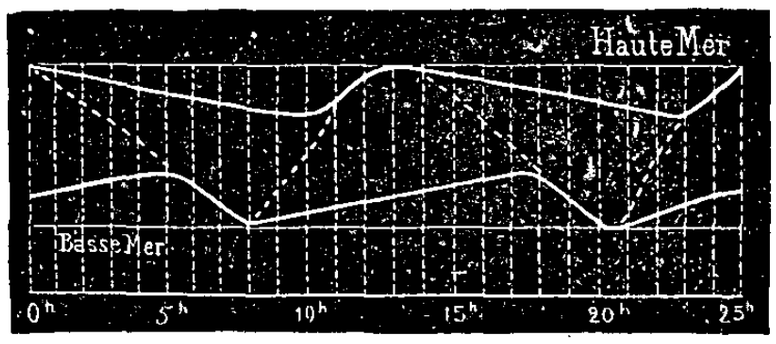


Fig. 671.

bassin restent fermées en moyenne neuf heures un quart, pendant lesquelles le niveau s'abaisse dans l'un des bassins et s'élève dans l'autre, suivant une loi qui est très sensiblement représentée par une ligne droite. La hauteur de chute est donnée à chaque instant par la distance verticale des deux courbes. Si H désigne l'oscillation de la marée, cette hauteur de chute varie de 0,53 H à 0,80 H. Le débit moyen peut se calculer en divisant par 33,300, nombre de secondes contenues dans neuf heures un quart, le volume de l'eau recueillie dans le bassin inférieur pendant qu'il est séparé de la mer, lequel est égal, en mètres cubes, à

$$10{,}000\,\frac{H}{3}\times\frac{S}{2}$$

S représentant, en hectares, la superficie totale des deux bassins. En multipliant ce débit moyen par 2/3 H, on aura, en milliers de kilogrammètres, le travail brut de la chute pendant chaque seconde. Si, enfin, on admet pour les turbines un rendement de 0,75, on trouve, par un calcul facile, que l'énergie recueillie est, en chevaux, de

$$\frac{S\,H^2}{3}.$$

La marée, au Havre, variant de 3 à 8 mètres, on voit que le rendement par hectare varierait de 3 à 20 chevaux; mais comme les grandes marées sont, de beaucoup, les plus rares, il ne faudrait compter que sur une moyenne de six chevaux.

La turbine proposée par M. Decœur est établie pour débiter beaucoup d'eau sous un diamètre réduit, elle présente d'importants perfectionnements pour l'entrée et la sortie de l'eau. Un modèle à axe vertical, dont l'aubage aurait 4 mètres de diamètre intérieur, tournerait à raison de quinze tours par minute et pourrait fournir trois

cents chevaux pour une chute de 1m,60, et neuf cents chevaux pour une chute de 3m,30.

L'un des grands avantages du système précédent, c'est que les bassins pourraient être utilisés pour le stationnement des bateaux et les besoins du commerce, de sorte que le système pourrait être appliqué dans tous les ports de mer importants, les dépenses d'installation profitant à la fois à l'industrie et à la navigation. En ce qui concerne le Havre, l'auteur du projet a calculé que, sans compter la construction d'une digue longitudinale de 7,000 mètres, nécessaire en tous les cas pour améliorer la navigation de l'embouchure de la Seine, les frais nécessaires à l'établissement de 1,000 hectares de bassins, en y comprenant le barrage transversal, les turbines et les frais accessoires s'élèveraient à 1,800,000 francs pour une force de 6,000 chevaux, soit une dépense de 300 francs par cheval. En évaluant les frais d'entretien et d'amortissement du capital à 10 0/0, soit 30 francs par cheval et en y ajoutant 10 francs par cheval ou 60 francs par hectare, pour tenir compte de la valeur locative des terrains qui pourraient être livrés à l'agriculture après colmatage, s'ils n'étaient pas employés à la force motrice, on voit que l'Etat pourrait se contenter d'une location annuelle de 40 francs par cheval livré sur l'axe de la turbine. On sera sans doute frappé de la faiblesse de ce prix de revient quand on songe que pour 40 francs par an, on aurait une force moyenne de 1 cheval, fonctionnant nuit et jour sans interruption, alors que le prix annuel du cheval fourni par la machine à vapeur est de 200 francs au minimum, calculé à raison d'une dépense annuelle de 20 tonnes de charbon et s'élève, en moyenne, à 600 francs, si l'on tient compte de la consommation beaucoup plus considérable des petites machines et des frais d'entretien qu'elles exigent.

Ces chiffres disent assez quel avantage l'industrie trouverait à l'application du projet de M. Decœur et quel développement de richesse en serait la conséquence dans les villes maritimes où il serait installé. M. Decœur a adressé à l'Académie des sciences un mémoire relatif à son projet dont un extrait a été publié dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. CX, p. 991 (séance du 12 mai 1890). Sur l'initiative de M. Maurice Lévy, une commission composée de MM. Bertrand, Lévy et Haton de la Goupillière a été nommée pour examiner ce mémoire. Enfin, on trouvera dans le *Génie Civil*, t. XVII, n° 9 (28 juin 1890), un article de M. Decœur, contenant de nombreux détails sur l'application de son projet à l'embouchure de la Seine, soit du côté de Honfleur, soit du côté du Havre, et des considérations générales très intéressantes qui en font ressortir tout l'avantage. Cet article nous a, du reste, été très précieux pour la rédaction des lignes précédentes. — M. F.

** **MARÉGRAPHE.** Les marégraphes sont des appareils enregistreurs destinés à inscrire automatiquement le niveau de la mer sur une bande de papier qui se déroule uniformément, de manière à dessiner sur ce papier le diagramme figuratif de la hauteur de la mer aux diverses époques.

Ces appareils, en facilitant l'étude des marées, rendent de grands services à la navigation et à la physique du globe. Ils servent aussi à résoudre une question qui intéresse au plus haut point la topographie générale et la géodésie : c'est celle du *niveau moyen de la mer* (V. NIVELLEMENT). On sait comment doivent se définir les moyennes. Si l'on désigne par y la hauteur variable de la mer au temps t, au-dessus d'un plan fixe quelconque, la hauteur moyenne pendant le temps qui s'écoule de l'instant t_0 à l'instant t_1 est représentée par l'expression :

$$\frac{1}{t_1 - t_0}\int_{t_0}^{t_1} y\,dt$$

Si l'on construit un diagramme en portant sur un axe Ot des longueurs proportionnelles aux temps, et en élevant à l'extrémité de chacune d'elles une perpendiculaire égale à la hauteur de la mer à l'époque correspondante, le lieu des extrémités de ces perpendiculaires sera la *courbe de la marée*. La formule précédente montre que la hauteur moyenne de la mer pendant le temps t_1-t_0 est la hauteur d'un rectangle ayant pour base la portion de l'axe Ot comprise entre les points qui correspondent aux époques t_0 et t_1 et équivalent à l'aire du segment compris entre cet axe, la courbe de la marée, et les deux ordonnées extrêmes t_0 et t_1 (V. GRAPHIQUE). Or, le marégraphe donne automatiquement la courbe de la marée. Il suffit donc de calculer l'aire du segment par les formules de quadrature, ou de la mesurer au planimètre, puis de la diviser par la base du segment pour obtenir la hauteur moyenne.

En raison de l'importance qu'elles présentent, des observations de cette nature sont faites depuis longtemps dans un grand nombre de stations échelonnées sur toutes les mers ; mais il est peu de stations qui ne laissent à désirer sous quelque rapport, soit à cause de la grandeur des marées, soit à cause des grands fleuves qui, en déversant de grandes quantités d'eau douce plus légère que l'eau de mer créent une surélévation anormale de niveau. Aussi le Comité de nivellement général de la France a-t-il fait installer à Marseille une station marégraphique spécialement destinée à l'étude du niveau moyen. La petitesse des marées dans la Méditerranée, et l'absence de fleuves dans le voisinage expliquent la parfaite convenance de ce choix.

La partie originale de cette installation consiste en ce que le marégraphe est muni d'un *planimètre* ou *totalisateur* automatique, de sorte qu'en même temps qu'il enregistre la courbe de la marée, il fait aussi connaître l'*aire* de cette courbe, ce qui facilite beaucoup, et rend plus précise la détermination du niveau moyen. Le *marégraphe* dit *totalisateur* est du système Reitz, mais il a été modifié et perfectionné par M. Ch. Lallemand, ingénieur des Mines. L'instrument est installé au-dessus d'un puits communiquant avec la mer par une galerie formée d'un mur percé de trous vers le bas. Cette disposition a pour objet d'empêcher

les ondulations de la houle de se propager dans le puits. Dans le puits se meut un flotteur suspendu à l'extrémité d'un fil très fin et très résistant en bronze siliceux. Les variations de longueur de ce fil sous l'influence des changements de température sont compensées au moyen d'un second fil dit *compensateur* et de deux poulies, l'une fixe, l'autre mobile, à l'extrémité d'un levier actionné par le fil compensateur. Le fil de suspension du flotteur passe sur ces poulies avant de s'enrouler sur la poulie de l'enregistreur. On conçoit que si la température s'élève, en même temps que le fil s'allonge, le fil compensateur s'allonge aussi, la poulie descend, et si le réglage est bien fait, la poulie n'est pas actionnée, de sorte qu'elle ne se met en mouvement que quand la hauteur du flotteur varie.

La poulie actionne par un pignon une crémaillère, et lui communique des mouvements de va-et-vient dont l'amplitude est le dixième du déplacement du flotteur. Deux styles inscrivent alors, en double exemplaire, sur le cylindre qui se meut uniformément, les courbes de la marée réduite à l'échelle de 1/10. Le cylindre est recouvert d'un papier enduit d'une légère couche de vernis noir à l'encre de Chine; les styles sont en diamant et gravent, sur ce vernis, un trait blanc d'une finesse et d'une pureté extrêmes. En même temps, d'autres styles fixes tracent sur le papier les traits de repère qui correspondent respectivement à des hauteurs d'eau de $0^m,50$, 1 mètre, $1^m,50$ au-dessus d'un plan fixe de comparaison. Ces traits, entre lesquels la courbe de marée reste toujours comprise, donnent l'échelle des hauteurs, indépendamment des déformations ultérieures du papier. De même des pointes fixées sur la circonférence du cylindre enregistreur marquent sur le diagramme des points espacés, de deux en deux heures qui donnent l'échelle du temps.

Le totalisateur, analogue à celui que le général Morin a introduit dans ses dynanomètres, se compose d'une roulette en agate portée par un chariot relié par une lame flexible à la crémaillère. Cette roulette s'appuie sur un disque de verre qui tourne avec le cylindre enregistreur. L'axe de la roulette est parallèle à la direction de la translation du chariot et est situé dans le plan vertical contenant l'axe du disque. Une seconde roulette portée par le même chariot sert à contrôler les indications de la première.

Pendant un temps infiniment petit dt, l'arc décrit par un point de la circonférence de la roulette, et par suite l'angle dont celle-ci tourne est proportionnel : 1° à l'angle de rotation du disque, c'est-à-dire au temps t ; 2° à la distance de la roulette au centre du disque laquelle, d'après la disposition de l'appareil, est égale à l'ordonnée y du diagramme rapportée à un niveau convenable. Donc l'angle infiniment petit dont a tourné la roulette pendant le temps est proportionnel au produit $y\,dt$ qui est l'élément de l'aire à mesurer. Il en résulte que l'angle fini dont a tourné la roulette pendant un certain temps est proportionnel à l'aire correspondante :

$$\int y\,dt.$$

Il suffit donc de lire sur un index spécial le nombre de tours et la fraction de tour pour obtenir l'aire cherchée à une échelle qui dépend de l'instrument et qu'on détermine une fois pour toutes. — M. F.

** **MAROC.** Au point de vue français, le Maroc emprunte une importance exceptionnelle par suite de sa proximité de nos deux colonies d'Algérie et du Sénégal. L'intérieur du pays est peu ouvert, mais les transactions par la côte sont assez actives, et les marchandises y sont apportées par caravane. Le sultan du Maroc a résisté jusqu'ici de toutes ses forces, ou plutôt de toute son inertie, à l'introduction de la civilisation européenne chez son peuple d'ailleurs très fanatique. C'est ainsi que faute d'une protection suffisante, les concessions minières accordées à des Européens n'ont jamais pu être exploitées. Le sol renferme cependant de grandes richesses minérales, notamment du cuivre. La végétation est très vigoureuse, mais l'agriculture est négligée, l'ensemencement se fait mal et la fumure y est inconnue. Pourtant certaines cultures maraîchères sont soignées par les Marocains, et le palmier y est l'objet d'une exploitation intelligente.

La superficie du Maroc est d'environ 750,000 kilomètres carrés, sa population est évaluée à 8 millions d'habitants. La capitale est Fez, avec 88,000 habitants, la ville principale est ensuite Maroc avec 78,000 habitants, puis viennent Tanger, Mogador, Tétuan, Mazagran.

L'empire n'a aucun budget général et il est impossible de se faire une idée de l'organisation du pays, que le souverain lui-même ne connaît pas très bien. Tous les services sont laissés à l'aventure, et à la discrétion des agents inférieurs.

On a des données certaines sur le commerce, parce qu'elles sont fournies par les consulats et l'administration des douanes et ports. L'importation s'élève à environ 35 millions, l'exportation à un chiffre analogue, un peu peu plus faible pourtant. Voici les derniers détails connus, qui remontent à 1885 :

Commerce général.

	Importations	Exportations
Grande-Bretagne.	21.630.000	14.582.000
France.	8.293.000	6.675.000
Portugal.	94.000	4.059.000
Espagne.	637.000	3.949.000
Belgique.	812.000	48.000
Allemagne.	595.000	59.000
Autres pays	1.663.000	643.000
	33.724.000	30.015.000

Un commerce très important se fait, par caravanes, avec Tombouctou.

A l'importation, les principales marchandises sont les objets manufacturés et les tissus. A l'exportation, les articles de consommation.

Voici quelques chiffres qui donneront une idée de l'importance relative de ces échanges :

Importations.

Coton brut et cotonnades.	15.446.000
Sucre.	4.243.000
Soie brute et soieries.	1.810.000
Lainages.	1.718.000
Thé.	1.329.000

Bougies..	551.000
Fer, acier et objets en acier	451.000
Epices	425.000
Café	281.000
Boissons	256.000
Verreries	161.000
Argent monnayé	4.633.000

Exportations principales.

Pois, fèves	4.339.000
Maïs	3.892.000
Bœufs	3.168.000
Peaux de chèvre	2.320.000
Huile d'olive	2.285.000
Laine	2.246.000
Amandes	1.436.000
Chaussures	981.000
Lainages	851.000
Œufs	738.000
Gomme	571.000
Argent monnayé	2.220.000

Navigation en 1886 (Valeurs de la cargaison en milliers de francs).

Pavillon	Entrées	
	Navires	Tonneaux
Anglais	854	256.062
Français	363	238.126
Espagnol	528	39.866
Allemand	26	8.624
Portugais	189	15.880
Italiens	1	313
Danois	11	4.718
Autres	17	4.030
Total	1.989	567.619

Ports	Entrées		Cargaison	
	Navires	Tonneaux	Entrées	Sorties
Tanger	764	186.693	10.620	5.990
Larache	317	36.476	3.782	2.472
Rabat	71	25.476	2.448	835
Casablanca	223	91.796	4.953	6.668
Mazagran	245	89.816	5.405	5.063
Safy	174	77.409	1.648	3.175
Mogador	99	57.822	6.371	7.788
Tétuan	96	2.131	1.192	305
Total	1.989	567.619	36.419	32.296

Le Maroc est un pays dont l'avenir serait assuré de la façon la plus brillante, s'il était arraché aux mains inhabiles et au fanatisme des musulmans. Aussi est-il dès maintenant l'objet de la convoitise des puissances européennes et surtout méditerranéennes, et cette surveillance étroite contribue encore à éloigner le sultan actuel de tout contact avec les infidèles qu'il craint de voir devenir plus entreprenants.

Le Maroc à l'Exposition de 1889. Le Maroc a exposé officiellement aux frais du sultan. Environ 2,000 mètres carrés ont été attribués à une soixantaine d'exposants, dans la rue du Caire, dont le pavillon très original, avec ses colonnettes, ses cintres en fer à cheval, ses créneaux et ses coupoles, augmentait beaucoup le pittoresque. Le style adopté était celui des Maures d'Espagne de la décadence, beaucoup plus simple que celui des monuments de Cordoue, mais aussi moins pur.

A côté du pavillon impérial on avait dressé une grande tente, à la suite de laquelle se trouvait le bazar et la galerie du travail entourant un café maure. Dans le pavillon impérial étaient exposés les riches tapis du sultan, *alcafihahs* inestimables, tissés par les plus habiles artistes, avec les laines les plus rares ; des armes, des vases en métal gravé, des cuirs brodés, etc. Tous ces objets étaient véritablement dignes d'admiration ; aucun, naturellement, n'était à vendre. Il fallait aller à côté pour acheter des articles analogues, bien que de valeur moindre : lainages, soieries, tapis multicolores, et sparteries en écorce, en alfa, en paille, en jonc, en feuilles ; des cuirs brodés d'or, d'argent et de soie ; des plats de cuivre ciselé et repoussé, des poignards et des sabres, quelques poteries, etc. Deux petits pavillons dépendaient de ce bazar, le pavillon Soliman et le pavillon Timsit. Des artistes marocains, installés dans une galerie du travail, fabriquaient ces objets sous les yeux des visiteurs. Quant au restaurant marocain, la cuisine n'était pas des meilleures, et la principale attraction consistait dans l'audition de la *nouba*. Le café maure de l'Esplanade des Invalides a eu quelque succès avec ses danseuses et son café excellent. En somme, l'exposition marocaine a remporté sa bonne part du succès de cette Exposition, qui a surtout réussi par le pittoresque et la magie des pays du soleil.

***MARTINIQUE.** — V. COLONIES FRANÇAISES.

***MATHIAS** (FERDINAND). Né le 6 juin 1814, Ferdinand Mathias entra à l'Ecole centrale que venaient de fonder Dumas, Ollivier, Péclet et Levallois. Il fut de la seconde promotion qui ne comptait que vingt élèves dont cinq vivaient encore en 1890. Mais ces ouvriers de la première heure étaient des initiateurs et, parmi eux, Ferdinand Mathias a brillé au premier rang. Il n'a pas tout d'abord embrassé la carrière où il devait s'illustrer : les chemins de fer n'existaient pour ainsi dire pas encore en France.

Il débuta en Autriche comme ingénieur des consultations industrielles, puis fut successivement directeur d'une sucrerie et d'une papeterie. Pendant cette période de sa vie, il fut victime d'un accident qui pouvait lui coûter la vie : un ballon d'acide sulfurique, en éclatant, lui brûla complètement l'œil droit.

En 1844, Ferdinand Mathias, rentré en France, s'occupa de navigation à vapeur et, dans un ouvrage publié en collaboration avec son camarade de promotion Callon, il préconise déjà la condensation par surface, la détente et la haute pression, et il y avait à ce moment quelque mérite à le faire, car le public était sous la fâcheuse impression des explosions de chaudières et l'on ne voulait plus entendre parler que des moteurs à basse ou sous basse pression.

Enfin, en 1846, il trouve la voie qu'il devait suivre avec tant de succès. Petiet qui venait, l'année précédente, d'être nommé chef de l'Exploitation de la compagnie du Nord et qui se connaissait en hommes, avait pris pour second, pour bras droit, Félix Mathias. Il voulut s'attacher Ferdinand, le frère de Félix, dont il connaissait les capacités et le nomma ingénieur de la traction.

C'est à peine si à cette époque l'on avait des machines ; les dépôts, les ateliers de réparation manquaient complètement ; on n'avait point d'exemple, point de précédents ; il fallait tout in-

venter ; mais Ferdinand Mathias était un organisateur et un administrateur de premier ordre ; il triomphe de toutes les difficultés : il crée successivement les dépôts de machines de Fives, Hazebrouck, Somain et Lens qui, pendant de bien longues années, ont suffi aux besoins considérables de l'Exploitation. Après la guerre, il construisit à Hellemmes, près de Lille, de vastes ateliers, qui sont appréciés par les ingénieurs de l'Europe entière ; ce sont les premiers où ait été adoptée la disposition des toits de filatures : rampants inégaux, avec partie vitrée dirigée vers le Nord. L'atelier de machines-outils, dans lequel on s'était ingénié à diminuer le plus possible l'espace occupé par les transmissions intermédiaires, est une des parties les plus réussies.

Là, comme partout ailleurs, du reste, Ferdinand Mathias avait cherché par l'emploi d'engins bien appropriés à diminuer la main-d'œuvre improductive.

Ferdinand Mathias est aussi l'inventeur des vérins, poutres de ripage et appareils divers pour vagons de secours, dont l'apparition a provoqué une véritable révolution dans l'art de relever les machines déraillées ; ces engins furent bientôt appréciés et adoptés par les autres compagnies : notamment, l'Est, l'Orléans et l'Etat.

Nommé en 1883 ingénieur principal à Paris, Ferdinand Mathias succédait, cinq ans plus tard, comme ingénieur en chef de la traction des chemins de fer du Nord à Edouard Delebecque, si prématurément enlevé, en septembre 1888, à la suite d'un déplorable accident.

Ferdinand Mathias, qui avait été nommé en 1887 officier de la Légion d'honneur, par le ministre de la guerre, pour les services rendus dans la réorganisation des transports militaires, recevait ainsi un an plus tard, à l'âge de 74 ans, la juste récompense de ses travaux.

Il semblait pouvoir supporter encore pendant quelques années le fardeau de sa lourde tâche, lorsque une maladie, contractée dans un voyage d'études, à Londres, est venue le ravir à l'affection de tous ceux qui l'ont connu, grands et petits, camarades et ouvriers.

Aussi modeste qu'éminent ingénieur, Ferdinand Mathias avait su en effet, par sa droiture, s'attirer le respect et l'attachement d'une légion de travailleurs, qui garderont de lui une éternelle mémoire.

****MATHIAS** (Félix). Né le 5 février 1821, Félix Mathias sortit en 1840 de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, avec le diplôme d'ingénieur et fut attaché d'abord au service de la traction du chemin de fer de Versailles (rive gauche). Les machines locomotives, alors en usage en France, étaient encore bien imparfaites, d'un emploi dispendieux et tout à fait insuffisantes au point de vue de la stabilité et de la puissance de traction.

Frappé des qualités supérieures des machines Sharp, que la Compagnie de Versailles venait d'acquérir en Angleterre, Félix Mathias entreprit la publication d'une description détaillée de ce modèle nouveau de locomotives, accompagnée d'une étude comparative des dispositions adoptées, pour chacun des organes étudiés sur la machine Sharp, par d'autres constructeurs.

Le texte de cette publication : « *Etude sur les machines locomotives* », résumant les connaissances alors acquises sur la question, était accompagné d'un atlas qui a été très utile aux ingénieurs des chemins de fer, non moins qu'aux constructeurs de machines. Ce premier essai d'un jeune homme de 22 ans attira sur lui l'attention de l'ingénieur en chef de la petite ligne de Versailles : Jules Petiet. Lorsque celui-ci fut appelé en 1845 à diriger l'Exploitation du chemin de fer du Nord, il se souvint de son jeune collaborateur de la rive gauche, passé depuis au service de la Compagnie d'Orléans, en qualité d'inspecteur de la traction et qui, dans ces fonctions nouvelles, s'était fait remarquer par son esprit d'ordre et d'organisation et par une activité exceptionnelle. Le 20 décembre 1845, Félix Mathias était, sur la proposition de son camarade d'école, nommé ingénieur inspecteur principal de l'Exploitation au chemin de fer du Nord. C'est sous ce titre que, pendant vingt ans, le second de Jules Petiet, son bras droit, comme on l'appelait au Nord, s'est fait connaître et apprécier dans le monde des chemins de fer en France et à l'étranger.

Nommé, en 1866, sous-chef de l'Exploitation, il était ainsi désigné pour recueillir l'héritage du chef éminent qu'il avait puissamment aidé dans l'organisation d'un chemin de fer si important par ses relations avec l'Angleterre, la Belgique, la Hollande, le nord de l'Allemagne et la Russie.

Condamné, comme son chef, à une cruelle inaction durant le siège de Paris par les armées allemandes, Félix Mathias donna, jusqu'au jour de notre délivrance, un exemple bien rare de modestie et de patriotisme. Engagé comme simple soldat dans le 256e bataillon de la garde nationale, formé sous les auspices et avec le personnel de la Compagnie du Nord, pour la défense de Paris, il montait la garde au bastion traversé par nos rails, sous les ordres d'un simple garde-frein, appelé par ses services militaires au commandement de sa compagnie.

La signature de l'armistice vint lui imposer de nouveaux et bien lourds devoirs.

Frappé d'une attaque d'apoplexie séreuse au moment même où il achevait la lecture du *Journal officiel* qui annonçait la fin de notre investissement, le 29 janvier 1871, à dix heures du matin, Jules Petiet, mort de joie peut-être, en voyant rendre à la circulation cette grande ligne qui, depuis le 17 septembre, s'arrêtait aux fortifications, laissait à son second, dans des circonstances singulièrement difficiles, l'écrasante responsabilité du commandement.

Nommé le 10 février 1871 chef de l'exploitation, Félix Mathias s'est montré, jusqu'à son dernier jour, digne du chef illustre qu'il avait mérité de remplacer.

Admis sur sa demande à prendre sa retraite,

en juillet 1889, il resta attaché à la Compagnie du Nord comme ingénieur conseil. Au mois d'août suivant, il était à Spa, pour goûter le repos bien mérité après une vie si laborieuse, lorsque quelques semaines après, la mort impitoyable est venue le surprendre, le 21 septembre. De tels hommes, a dit le baron Alphonse de Rothschild, sur sa tombe, « de tels hommes ne disparaissent pas par la mort : ils survivent par l'exemple qu'ils ont donné et par la tradition qu'ils ont créée. »

MATIÈRES COLORANTES. — V. *Dictionnaire* et *Supplément*, COLORANTES (Matières).

* **MAZEROLLE**, né en 1829, mort à Paris en 1889, se fit d'abord remarquer par ses œuvres religieuses. Il remporta une médaille de 3e classe en 1857, des rappels en 1859 et 1861. C'est à partir de cette dernière époque qu'il se livra à la peinture décorative, dont il avait fait un premier essai par la *Cascade* et la *Déclamation*, panneaux appartenant à M. E. Passy. Parmi ses œuvres les plus remarquées en ce genre, nous citerons : *Modèle d'un brevet pour les belles actions civiles*, grisaille commandée par le ministre de l'intérieur (1872) ; l'*Agriculture* et le *Commerce* (1881), pour l'escalier de l'hôtel de M. Cordier. Mazerolle fournit longtemps des cartons à la manufacture nationale des Gobelins et à Aubusson. Une de ses compositions, la *Filleule des fées*, figurait à ce titre, à la place d'honneur, sous le Dôme central de l'Exposition de 1889, malgré les vives critiques qui l'ont accueilli, tant au point de vue du dessin qu'à celui de l'ordonnance. Il avait été décoré en 1870 et promu officier en 1879.

MÉCANIQUE. Les principes fondamentaux de la mécanique ont été, dans ces dernières années, l'objet d'études et de controverses du plus haut intérêt.

Il n'y a pas bien longtemps qu'on se contentait d'affirmer que la vérité de ces principes était démontrée par l'accord des conséquences qu'on en a tirées avec les phénomènes observés. Il est bien clair qu'un pareil raisonnement ne prouve pas la réalité des principes ; il montre seulement que ceux-ci constituent un système hypothétique qui n'a pas encore été contredit par l'expérience ; mais rien ne garantit que des phénomènes encore inconnus ne le mettraient pas en défaut. De plus, il n'est peut-être pas impossible d'imaginer d'autres hypothèses également compatibles avec les faits observés. Les graves difficultés qui se présentent dans ces questions délicates proviennent de l'ignorance complète où nous sommes, relativement à la nature intime des éléments fondamentaux de la mécanique, *matière*, *force* et *temps*. Certains auteurs ont affirmé qu'on pouvait supprimer l'idée de force, et ne considérer que l'*accélération* des particules matérielles. La mécanique ne différerait alors de la cinématique pure que parce qu'on introduirait en mécanique la considération de lois déduites de l'expérience et d'après lesquelles l'accélération se modifie ou se transmet d'un élément matériel à un autre.

Il est certain que ce procédé d'exposition pourrait parfaitement s'appliquer à la dynamique ou étude du mouvement, mais il faut reconnaître qu'il serait bien difficile de l'employer pour les théories de résistance et d'élasticité où l'on étudie non plus des mouvements, mais des déformations. De plus, la notion d'énergie potentielle ou de position, deviendrait singulièrement difficile à définir, et enfin, ces lois naturelles de variation et de communication d'accélération d'un corps à un autre ne sont autre chose que ce qu'on appelle aujourd'hui les *forces*. Il semble donc, en définitive, qu'on ne ferait ainsi que rendre plus compliquée l'exposition de la science sans grand profit pour la clarté ni pour la netteté des idées. Une réforme plus profonde et plus philosophique consisterait à remplacer à la base de la mécanique l'idée de *force* par l'idée d'*énergie*. Il semble, en effet, que le véritable élément dynamique de l'univers n'est pas la *force* qui varie à chaque instant, suivant les circonstances, mais l'*énergie* dont la somme demeure constante dans l'univers et qui représente ainsi quelque chose d'indestructible, comme la matière même, si toutefois l'on admet la conception de la science moderne à ce sujet. Malheureusement, il ne paraît pas facile de formuler, dans cet ordre d'idées, les principes fondamentaux, et nous ne croyons pas qu'aucune tentative sérieuse ait été faite dans cette voie, de sorte que, pour le moment, au moins, on est obligé de s'en tenir à la notion de force.

Une autre difficulté qui jette de l'obscurité sur les principes de la mécanique, c'est celle que soulève la mesure du temps, ou pour parler plus exactement, la définition de l'égalité et de l'addition des temps. On parle à chaque instant de temps égaux, et nul ne sait au juste ce qu'il faut entendre par cette expression. On comprend bien vaguement qu'il y a des durées plus longues les unes que les autres, mais on ne connaît aucun criterium permettant d'assurer que deux durées sont égales. Cette incertitude enlève toute précision au principe de l'inertie et à la notion même de force qui s'y rattache intimement. On pourrait cependant, en modifiant quelque peu l'énoncé habituel du principe de l'inertie, arriver à introduire dans ces questions théoriques la précision qui leur fait défaut. Il suffirait d'admettre : 1° qu'un point matériel, qui se mouvrait comme s'il était seul dans l'univers décrirait une ligne droite ; 2° que si deux points matériels se mouvaient sans s'influencer, comme si chacun d'eux était seul dans l'univers, ils se déplaceraient sur leurs trajectoires rectilignes respectives de telle sorte que les chemins parcourus par chacun d'eux, *entre les mêmes époques*, seraient proportionnels. On pourrait alors définir la mesure du temps d'après le chemin parcouru par un de ces mobiles hypothétiques ; la mesure du temps serait alors ramenée à celle des longueurs, et l'on conclurait immédiatement des postulats précédents que le mouvement d'un point matériel qui n'est soumis à aucune influence étrangère est rectiligne et uniforme, ce qui est le principe de l'inertie sous sa forme actuelle. On en déduirait alors la définition de la force, et l'on continuerait l'exposition de la mécanique d'après les méthodes habituelles.

Il ne faut pas s'exagérer l'importance de ces questions de principe. Quelles que soient les objections que soulève le mode actuel d'exposition de la mécanique, le développement rationnel de la science conserve toute sa valeur, et les théorèmes de la mécanique rationnelle sont tout à fait hors de cause, car ils ont reçu depuis longtemps la sanction de l'expérience, et leur vérité est indiscutable, au moins en ce qui concerne les phénomènes actuellement connus. S'ils devaient jamais tomber en défaut, ce qui est fort peu probable, ce ne pourrait être que dans un ordre de faits tout à fait nouveau, et relativement à des phénomènes d'une nature actuellement inconnue, que la science viendrait à découvrir. Si nous avons cru devoir insérer les lignes précédentes dans ce *Supplément*, c'est pour bien montrer le véritable caractère, encore hypothétique, que présente la science moderne dans les questions générales, alors que dans les applications et les questions de détail, elle s'avance avec une sûreté et une certitude presque absolues. Cette espèce de contradiction qui tient à la nature même des causes premières des phénomènes, se retrouve dans toutes les branches des connaissances humaines. D'un autre côté, l'enseignement semble se préoccuper de plus en plus des principes généraux et paraît s'efforcer d'apporter de jour en jour plus de netteté et de précision dans les données fondamentales de chaque science, afin d'y bien distinguer ce qui vient de l'expérience et ce qui est hypothétique. A cet égard, il était intéressant de faire connaître l'état de la question en ce qui concerne la mécanique.

• **Mécanique chimique**. Nom donné par M. Berthelot à l'étude des réactions chimiques envisagées sous le rapport des quantités de chaleur qu'elles absorbent ou dégagent, parce que ces quantités de chaleur sont considérées comme mesurant le travail des forces moléculaires qui produisent les réactions. Les mêmes études sont aussi désignées sous le nom de *thermo-chimie*. Un article spécial leur a été consacré. — V. *Dictionnaire*, THERMO-CHIMIE. — M. F.

•* **MÉCANIQUE D'ARMURE.** *T. de tiss.* Lorsque, dans un métier à tisser, les lames sont mues indirectement par un mécanisme actionné au moyen de cartons, on appelle cet appareil *mécanique d'armure*.

Les mécaniques d'armure se divisent en deux catégories : les mécaniques à *levée simple* et les mécaniques à *double levée*. Dans la première, chaque lame est reliée à un ou deux crochets qui fonctionnent à chaque duite ; dans la seconde, à deux ou plusieurs crochets qui agissent alternativement, les unes pour les duites paires, les autres pour les duites impaires. Cette disposition à double levée permet au métier de battre plus vite, l'évolution des lames en vue de la seconde duite commence avant que l'évolution destinée à la duite précédente soit complètement terminée. Chacun de ces groupes peut à son tour se subdiviser en deux : en mécanique à *pas fermé* ou à *pas ouvert*. Avec les premières, lorsque la lame doit se présenter dans la même position plusieurs fois de suite, elle évolue à chaque duite. Avec les secondes, la lame reste stationnaire aussi longtemps que l'armure le permet. Il n'est pas nécessaire de classer les mécaniques d'armure selon qu'elles lèvent seulement, ou lèvent et baissent, car les mécaniques donnant la levée ou le rabat simple peuvent être transformées et produire les deux effets simultanément. Divers moyens se présentent : ou bien tous les crochets inactifs reposent sur une pièce que l'on fait mouvoir dans le sens opposé au mouvement des couteaux, de façon à faire évoluer inversement les lames qui ne sont pas actionnées par ces couteaux ; ou bien l'on emploie deux couteaux qui se meuvent en sens contraire et entraînent les lames, à partir du milieu du pas, l'une en levée, l'autre en rabat ; ou bien encore chaque lame est suspendue à deux crochets distincts, dont l'un commande la lame directement et l'autre au moyen d'un levier à deux bras, de manière que l'action des deux crochets soit inverse. Dans les mécaniques à pas ouvert, la foule ne se produit que d'un côté, puisque chaque lame passe directement d'une position extrême à l'autre. Lorsqu'elles ne sont point à pas ouvert, les mécaniques à double levée peuvent être disposées pour produire la levée et le rabat : elles permettent alors une marche rapide avec moins de fatigue des fils de chaîne. — A. R.

MÉGISSERIE. *Nourriture et substituts de jaunes d'œufs*. Après avoir subi la série de traitements préparatoires qui ont été exposés à l'article du *Dictionnaire*, les peaux de la mégisserie sont tannées, non plus au moyen de dissolutions de tannin comme c'est le cas pour les cuirs ordinaires, mais avec une dissolution d'alun et de sel marin. C'est ce bain qui, dans les ateliers, porte le nom d'*étoffe* ou de *nourriture*.

Quand il s'agit de peaux fines pour ganterie ou pour cordonnerie de luxe, peaux d'agneaux, de chevreaux, de jeunes veaux, elles subissent un traitement préparatoire anlogue à celui de la mégisserie ordinaire.

Les peaux, après avoir été épilées à la chaux ou au rusma (sulfure d'arsenic), parfois par enchaussenage, reçoivent plusieurs façons sur chevalet, puis un confit d'édrots de chiens, puis des rinçages à l'eau adoucie, enfin un confit de son ; ce dernier est destiné à enlever toute trace de substance étrangère et à ouvrir convenablement les faisceaux fibreux à l'action du liquide tannant ; on ne peut trop veiller à éliminer la graisse qui empêcherait la teinture.

Les peaux sont ensuite piétinées et foulées quelque temps dans la nourriture qui est le liquide tannant, et c'est ici que la fabrication se sépare de la mégisserie commune, car la nourriture n'est plus la même. Elle se compose de farine de froment, d'alun, de sel et de jaunes d'œufs. Elle ne fournit pas seulement à la peau l'alun qui la tanne et la mégit, mais encore elle lui procure l'huile nécessaire pour conserver la plus grande souplesse et la plus grande extensibilité. Dans la nourriture, l'alun et le sel marin sont les ma-

tières tannantes, la farine de froment sert à gonfler la peau; elle donne du gluten, une matière albuminoïde, qui est absorbée, et de l'amidon qui facilite l'émulsion des matières grasses; enfin les jaunes d'œufs donnent leur huile et une certaine quantité de matière albuminoïde.

Le jaune d'œuf est une matière de la première importance pour la fabrication des peaux mégissées fines. La Hongrie nous en envoie chaque année de grandes quantités pour cette industrie; mais c'est une matière très altérable et d'un prix élevé. Pour les conserver le plus longtemps possible, on les mélange avec de fortes proportions de sel; on a proposé aussi l'acide salicylique, l'hyposulfite de soude, la glycérine boriquée à 150 parties de glycérine pour 100 de borax. L'antiseptique qui a donné les meilleurs résultats est tout simplement le borax à 5 0/0. La cherté relative des jaunes d'œufs (il faut plus de 9,000 œufs pour avoir 100 kilogrammes de jaune), leur a fait proposer un certain nombre de substituts. Cette question des substituts de jaunes d'œufs en mégisserie semble facile à résoudre, puisqu'en définitive le jaune d'œuf agit surtout par ses matières grasses. Plusieurs recettes ont été mises en avant mais aucune n'est passée dans la pratique générale, et cette question si importante pour les mégissiers reste à l'ordre du jour.

Pour tâcher de l'approfondir, nous donnerons d'abord la composition du jaune d'œuf, et nous indiquerons ensuite quelques-uns des substituts qui ont été proposés. La composition du jaune d'œuf est la suivante, pour 100 parties :

Eau	52.50
Jaune d'œuf ou vitelline	15.76
Oléine et margarine	30.47
Cholestérine	0.44
Lécitine	8.43
Cérébrine	0.30
Matières extractives	0.95
Sel	1.02

Le jaune d'œuf agit en mégisserie par ses matières grasses et par ses matières albumineuses. L'ensemble de ces matières grasses constitue l'huile d'œuf, liquide semi-fluide qui se prend en masse à 10°. La principale matière albuminoïde est la vitelline tout à fait analogue à l'albumine des blancs d'œufs; elle se coagule à 75°. Les matières grasses et les matières albuminoïdes sont d'autant mieux absorbées qu'elles sont réduites à un état de division plus ténu, c'est-à-dire qu'elles se trouvent émulsionnées.

Comme recette de substitut de jaune d'œuf, Kathreiner a proposé un mélange d'huile d'olive et de glycérine; Alcan, un mélange de cervelle d'animaux et d'acide gras liquide; M. Chemin un mélange de glycérine, de farine de légumineuses et de céréales et de sels métalliques. La dernière recette brevetée en 1885 semble mériter quelque attention.

** **MÉLINITE.** Substance explosive qui se rapproche beaucoup de la dynamite comme propriétés explosives, mais qui offre une plus grande sécurité pour les manipulations et les transports. Jusqu'ici sa composition et sa fabrication ont été tenues secrètes; on l'emploie depuis 1886, aux lieu et place de la dynamite qui doit disparaître des approvisionnements de la guerre, pour le chargement des pétards de cavalerie et des cartouches explosives qui sont emportées par les troupes en campagne. Le pétard de cavalerie, dont l'enveloppe prismatique est en laiton étiré sans soudure, contient 135 grammes d'explosif; les cartouches en usage dans les parcs du génie renferment 100 grammes.

La mélinite est aussi employée pour le chargement de certains projectiles creux et particulièrement de ceux des pièces de siège et de place qui sont destinés à être tirés contre des obstacles tels que maçonnerie ou épaulements en terre. L'obus en éclatant produit des effets analogues à ceux que produirait l'éclatement d'un fourneau de mine. — V. EXPLOSIFS.

** **MÉLOGRAPHE.** Instrument destiné à enregistrer automatiquement, par l'électricité, les improvisations musicales faites sur un instrument à clavier. La première idée de cette application de l'électricité est due à M. Th. du Moncel (1856); son système a été un peu modifié par M. Cross (1865). A l'Exposition de Vienne, 1873, M. Roncalli a envoyé un appareil sous le nom de *mélographe*, ayant le même but. M. Carpentier a construit aussi un mélographe accompagné d'un *mélophone* destiné à reproduire phoniquement les inscriptions du mélographe. Cet appareil, dont le premier modèle a figuré à l'Exposition internationale de Paris, 1881, a été ensuite perfectionné.

Nous allons décrire sommairement ces deux appareils.

Le *mélographe* de M. l'ingénieur italien Roncalli enregistre d'une manière simple les improvisations musicales. L'appareil est basé sur les réactions électro-chimiques. Il se compose d'un peigne à dents métalliques fixes, très rapprochées et mises chacune en rapport, par un fil métallique, avec une touche du clavier. Une bande de papier préparé avec une solution d'azotate d'ammoniaque et de cyanure jaune de potassium, est entraînée d'un mouvement uniforme sous le peigne. Lorsqu'on abaisse une touche de piano, le ressort électrique passe à travers le papier et par la pointe, décompose la solution, il se produit au point touché une trace bleue ou rouge (selon que la pointe est en fer, pour les tons naturels, ou en laiton pour les demi-tons). La durée du son est représentée par la longueur de la trace chimique. Sur toute la longueur du piano s'étend, sous les touches, une bande de laiton qui communique avec le pôle positif de la pile. La trace chimique laissée sur la bande de papier, par le passage du courant, a une position sur telle ou telle des lignes ponctuées qui indique la note touchée. Pour la division des mesures, l'inventeur a ajouté au peigne enregistreur des dents particulières faites avec un alliage de bismuth et de cuivre, qui impriment des traces de couleur jaune orangé sur une ligne verticale correspondant à chaque division de mesure. Le travail de ces pointes est effectué par l'action automatique d'un métronome qui agit

dès lors comme interrupteur du temps. Malheureusement, la lecture de tous ces signes enregistrés est très laborieuse, c'est pour remédier à cet inconvénient que M. Carpentier a inventé et réalisé son *mélographe répétiteur*.

Le *mélographe de M. Carpentier* est destiné à conserver les traces de tous les mouvements imprimés aux diverses touches d'un clavier, pendant l'exécution d'un morceau. Il l'annexe aux instruments à clavier, sans en changer les dispositions et constitue un appareil indépendant, simple, mis en relation avec le clavier par un faisceau de fils métalliques, dont chacun correspond à une touche, à travers lesquels l'électricité sert d'agent de transmission.

Le mélographe est une sorte de télégraphe Morse multiple; il fournit, comme lui, des inscriptions à l'encre sur une bande continue de papier, dans la largeur de laquelle chaque inscription élémentaire (correspondant à une touche particulière) a sa place mesurée par une longueur réduite à 3 millimètres.

Ce mélographe comporte trois parties : le *transmetteur*, qui se place sous les touches du clavier ; c'est une règle en bois portant une série de lames flexibles qui suivent les mouvements des touches correspondantes ; le *moteur* électrique, qui opère l'entraînement continu et régulier de la bande de papier sur laquelle se fait l'inscription ; le *récepteur*, comprenant les organes d'inscription ; c'est un cylindre à gorges dont les rebords, comme autant de molettes, sont constamment encrées. Une série de styles placés chacun en regard d'une molette, sont actionnés chacun par un électro-aimant spécial, et soulèvent le papier dès qu'ils en reçoivent l'ordre et l'appliquent au moment voulu contre les molettes encrées. « Dans les tracés obtenus au mélographe, chaque note est représentée par un trait dont la position, par rapport aux bords de la feuille, correspond à la hauteur musicale de cette note, et dont la longueur correspond à sa durée ».

L'écriture mélographique contient, il est vrai, tous les éléments de la mesure, mais il serait bien difficile à un compositeur d'y relire le morceau qu'il a joué. Pour rendre ces signes immédiatement utilisables, M. Carpentier a combiné un deuxième appareil mécanique destiné à *rejouer* les morceaux inscrits au mélographe, sur un clavier quelconque. A cet effet, les traits mélographiques sont transformés en *trous* par un outil spécial. L'appareil qui traduit les bandes perforées en morceaux exécutés, a été nommé par l'inventeur *mélotrope*, qu'il suffit de mettre en mouvement à l'aide d'une manivelle. On l'installe au-dessus d'un clavier. « A travers le fond de cette caisse sortent une série de doigts garnis de buffle qui, dans le fonctionnement de l'appareil, descendent sur les touches et les actionnent ». — C. D.

***MESURES ÉLECTRIQUES.** La mesure des différentes grandeurs électriques est soumise aux mêmes lois générales que toutes les mesures physiques. Lorsqu'il est possible, la grandeur à mesurer est comparée directement à un *étalon* de même nature. Lorsqu'on ne possède pas d'étalon de la grandeur considérée, il faut alors recourir à une mesure indirecte, dans laquelle on déduit la valeur cherchée de celle d'une autre grandeur à laquelle la première est liée par une relation connue.

La mesure des *résistances* (*V.* ***Dictionnaire***, RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE) se fait par comparaison directe. On possède, en effet, un étalon dans l'ohm légal, défini par le Congrès de 1881, comme étant la résistance à 0° d'une colonne de mercure de 106 centimètres de long et de 1 millimètre carré de section. Les méthodes les plus usitées sont celle du pont de Wheatstone et celle du galvanomètre différentiel et enfin, pour les grandes résistances, les méthodes de substitution.

Les *forces électro-motrices* peuvent également être comparées directement à celles d'éléments-étalons tels que ceux du Post-Office anglais, de Latimer-Clark ou de M. Gouy. Mais comme on ne peut agir ici que par multiples exacts de la valeur de l'étalon, il faut recourir à des mesures accessoires. C'est ainsi que dans une balance romaine, où l'on ne dispose que d'un poids-étalon unique, il faut, en réalité, mesurer la longueur du bras de levier auquel on l'applique pour en déduire le poids cherché.

Les *capacités* (V. *Dictionnaire*, CAPACITÉ ÉLECTRIQUE) sont également susceptibles d'être comparées à un étalon, au moins toutes les fois que le diélectrique est parfait.

Mais les *courants* (V. *Dictionnaire et Supplément*) ne peuvent se comparer à aucun étalon. Il faut toujours les déduire, soit de l'action qu'ils exercent sur eux-mêmes, sur un autre courant ou sur un système magnétique, soit de toute autre action. On les mesure souvent par la perte de charge qu'ils éprouvent dans un conducteur de résistance connue.

Il est d'usage d'effectuer toutes les mesures électriques en employant comme source de courant une pile ou un accumulateur, en général une source de courant continu et constant. Les conclusions qu'on peut tirer d'une mesure ainsi faite ne valent que pour les conditions même de l'essai, c'est-à-dire pour le courant constant.

Mais on ne peut rien en déduire en ce qui concerne l'action sous un courant alternatif ou seulement variable. Ainsi, le courant très rapidement variable produit par un coup de foudre s'écoulant à la terre, pourra négliger un gros conducteur rond et lui préférer une mince gouttière de zinc. Celle-ci, mesurée à la pile, se serait montrée peut-être mille fois plus résistante, mais, cependant, pour le courant variable, elle l'est moins. La plus grande partie de l'effet peut être attribuée aux forces électro-motrices de self-induction, qui sont plus importantes dans le conducteur rond, mais ce dernier présente aussi, comme l'a démontré Sir W. Thomson, une résistance ohmique d'autant plus grande qu'il est plus gros, et que le courant est plus rapidement variable.

Enfin, la mesure des courants alternatifs amène aussi à la détermination de la *phase* (V. ce mot) respective de deux phénomènes périodiques. Cette détermination peut se faire sans difficultés, lorsqu'on admet que les courants affectent la forme sinusoïdale pure. Mais on sait aujourd'hui que cette forme n'est guère atteinte que dans les appareils où le fer n'intervient pas. La détermination de la forme rigoureuse des courbes de courant et de force électro-motrice se fait alors par points, et la connaissance des phases se mesure directement sur les tracés. — R.-V. P.

● * **MESURES ET APPAREILS PRÉVENTIFS CONTRE LES ACCIDENTS DE MACHINES.** *T. de mécan.* Tous les ateliers industriels disposent aujourd'hui, en plus ou moins grand nombre, des machines-outils actionnées par de puissants moteurs mécaniques. Cette application du travail à la machine est même devenue le trait caractéristique de l'industrie, car elle est indispensable pour obtenir une production abondante et économique ; mais, d'autre part, la réunion de nombreuses machines dans un grand atelier n'est pas sans entraîner souvent, comme on le sait, des inconvénients fort graves au point de vue de la sécurité du personnel. Les ouvriers se trouvent placés continuellement en contact avec des engins qui obéissent à l'action d'un moteur extérieur, et il n'est pas toujours facile de suspendre ou de modifier celle-ci à volonté en cas de besoin urgent.

Le voisinage de pièces mobiles obéissant à une force irrésistible qui peuvent s'arrêter, se mettre en mouvement, prendre des positions dangereuses, déterminer quelquefois des projections sans qu'on en soit prévenu, est certainement une source de dangers de chaque instant ; il importe donc de prendre les mesures nécessaires afin de les prévenir.

On se trouve ainsi amené, dans les ateliers, à défendre, par voie de règlement, l'accès des pièces et des endroits dangereux ; mais il convient en même temps de s'attacher à compléter ces prescriptions par une défense matérielle, en abritant ces pièces au moyen d'appareils spécialement disposés à cet effet.

On rencontre fréquemment aujourd'hui ces diverses dispositions, mesures et appareils préventifs plus ou moins bien étudiés, et c'est là un exemple qui devrait être imité dans tous les ateliers comportant des moteurs mécaniques.

Comme il y a là une question essentielle pour toutes les industries, nous avons cru intéressant de signaler à ce point de vue les beaux travaux exécutés et les résultats obtenus par l'Association mulhousienne destinée à prévenir les accidents de fabrique ; elle a poursuivi de cette question une étude minutieuse et elle est arrivée à formuler les meilleures mesures à prendre dans chaque cas ; elle a pu mettre en évidence les appareils de protection préventive les plus efficaces, qu'une longue expérience lui a permis d'apprécier. Dans la notice qu'elle publiait à l'occasion de l'Exposition universelle de 1889, elle pouvait constater avec une légitime satisfaction, que la plupart des accidents graves avaient disparu dans les usines surveillées par ses soins. Ajoutons d'ailleurs que presque tous les établissements industriels, surtout les nouveaux de la région, sont pourvus des appareils préventifs qu'elle recommande.

Ainsi que le rappelle cette notice, la Société a été fondée en 1867, à Mulhouse, sous les auspices de la Société industrielle de cette ville, par M. F. Engel-Dollfus qui en resta le président jusqu'au moment de sa mort en 1883. Elle était composée d'abord d'une trentaine d'industriels qui se cotisaient au prorata de l'importance de leurs établissements pour subvenir aux frais d'inspection ; mais son rayon d'action s'agrandit rapidement, à mesure qu'on put mieux apprécier l'importance des résultats obtenus ; et en 1889, elle n'inspectait pas moins de 1.027 établissements industriels comprenant 1,855,500 broches de filatures, 39,700 métiers à tisser, 150 machines à imprimer et plus de 80,000 ouvriers.

Son organisation a été reproduite et imitée dans plusieurs régions industrielles qui ont fondé des sociétés analogues, notamment à Paris, à Rouen et à Gladbach.

L'association parisienne des industriels pour préserver les ouvriers des accidents du travail, a été inspirée, en effet, par l'Association de Mulhouse. M. Chaix, qui en eut l'idée en 1882, d'accord avec M. Engel-Dollfus, s'adressa à M. Emile Müller pour fonder l'œuvre projetée. L'Association parisienne put fonctionner utilement vers l'année 1884, et elle prit bientôt une telle extension qu'elle dut, vers 1887, changer son titre primitif contre celui plus général d'*Association des industriels de France*.

En dehors des récompenses qu'elle attribue, l'Association mulhousienne s'attache à répandre autant que possible la connaissance des dispositions types et des appareils qu'elle recommande, et elle a établi à cet effet un volume édité en trois langues où ces appareils sont figurés et décrits (1). Ce volume, qui fut remarqué à l'Exposition, est appelé à rendre de grands services à tous les industriels, et nous avons cru utile de le signaler spécialement.

Les appareils figurés y sont répartis en six catégories comprenant les moteurs, les organes de transmission, les monte-charge, les machines-outils appliquées notamment au travail du bois, et les appareils de l'industrie textile avec certaines dispositions particulièrement intéressantes.

Nous n'insisterons pas sur les appareils spécialement applicables à l'industrie textile, mais à titre de spécimen, nous donnerons quelques détails sur les appareils de protection applicables aux moteurs et aux organes de transmission qui sont trop souvent, comme on sait, la cause d'accidents nombreux dans les ateliers de toute nature. Nous compléterons, d'ailleurs, ces indications en faisant divers emprunts à une excellente communication publiée par M. Thareau dans les *Mémoires de la Société des ingénieurs civils*, n° de janvier 1891, sur les moyens de prévenir l'embal-

(1) *Collection de dispositions et d'appareils destinés à éviter les accidents de machines*, Mulhouse, Stuckelberger, éditeur ; prix, 10 francs

lement des machines à vapeur et d'obtenir l'arrêt rapide des transmissions.

Moteurs. Pour les moteurs, il faut observer tout d'abord une précaution essentielle qui consiste à les installer autant que possible dans des locaux spéciaux, ou à les entourer tout au moins d'une balustrade ou d'appareils de protection qui en rendent l'accès difficile

Avec les moteurs ainsi installés à part, actionnant quelquefois des ateliers éloignés, la mise en train peut déterminer des accidents lorsque les ouvriers n'en sont pas prévenus, il faut donc établir un réseau de sonnerie reliant les deux locaux et prendre en même temps les mesures nécessaires pour éviter toute hésitation dans l'interprétation des signaux.

Les accidents qui se produisent au contact des moteurs, en dehors de ceux qui sont dus aux fuites de vapeur et à la rupture de certaines pièces, résultent le plus fréquemment de ce que les ouvriers chargés des réparations ou de l'entretien sont atteints dans leur travail par les pièces en mouvement ; il peut arriver aussi qu'ils viennent à glisser sur les escaliers ou plates-formes ou à faire une chute les amenant en position dangereuse. Il faut donc s'attacher à éviter les planchers glissants, et à faire, en un mot, que l'ouvrier chargé de l'entretien puisse approcher de tous les organes en mouvement sans danger. Le volant, en particulier doit être entouré d'un garde-fou toujours muni d'un grillage en fer ou en bois, ou même renfermé dans une caisse si le conducteur de la machine est obligé d'en approcher trop près pour le graissage d'autres organes.

Il faut avoir soin de protéger également, par des entourages fixes ou mobiles, suivant les cas, les têtes de bielles ou de manivelles lorsqu'elles forment cisailles avec les massifs ou les planchers, et que la main ou tout autre membre peut s'y engager.

Pareille observation s'applique aussi aux balanciers des machines horizontales qui en sont pourvus, car ceux-ci traversent généralement le sol, il faut alors ménager dans le plancher une ouverture assez grande pour laisser toujours un jeu d'au moins 10 centimètres aux deux extrémités de la course, et protéger cette ouverture, comme celle du volant.

Il arrive souvent aussi que la tige de la pompe à air porte une clavette qui peut produire le même effet de cisaillement, il faut avoir soin de l'envelopper d'un fourreau en tôle. Ce même cisaillement peut encore se produire sur les glissières des machines à vapeur, lorsqu'on n'a pas ménagé un intervalle suffisant aux extrémités de la course du coulisseau, et ces glissières doivent être couvertes. Il faut couvrir également tous les engrenages présentant des angles rentrants qui peuvent se trouver à portée dans des conditions normales ou accidentelles. Les boules des régulateurs qui en comportent sont dans le même cas, elles doivent être entourées d'une corbeille en fils de fer lorsqu'elles sont à portée.

Il est bon de munir de balustrade toutes les pièces fixes sur lesquelles le conducteur de la machine peut avoir à monter pour le graissage et l'entretien, d'autant plus que ces plates-formes sont souvent étroites et souillées d'huile de graissage, ce qui rend les glissements faciles.

On est souvent obligé de faire tourner une ma-

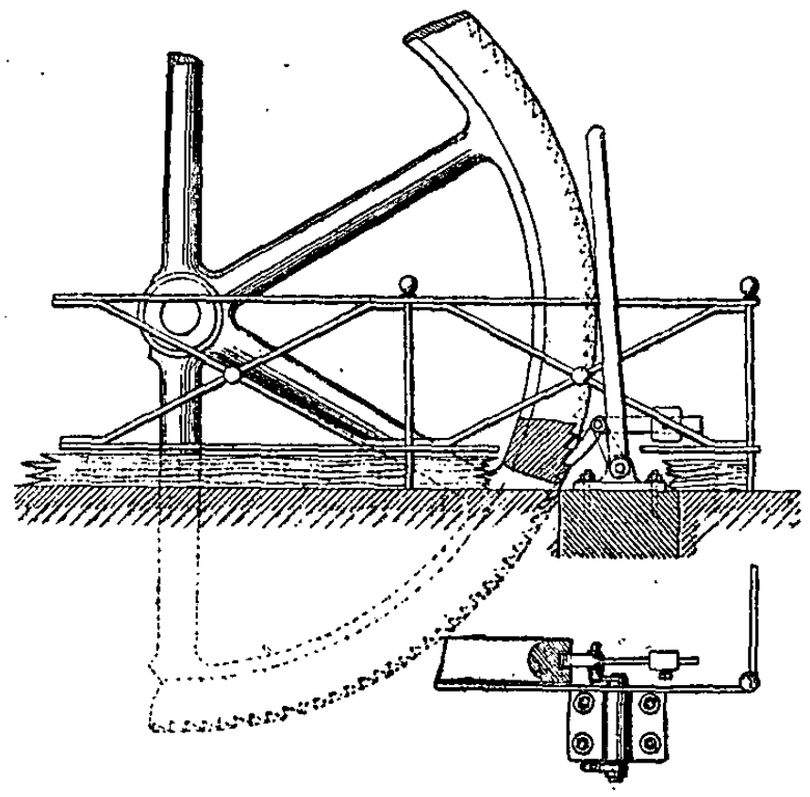


Fig. 672 et 673. — *Entraînement du volant par un levier à cliquet.*

chine arrêtée en agissant à la main sur le volant, soit pour franchir le point mort ou pour amener certaines pièces dans une position déterminée, et il arrive parfois, dans ce cas, que par suite d'une fuite de vapeur, la machine se met subitement en mouvement, les ouvriers en contact avec le volant peuvent alors se trouver entraînés ou grièvement blessés. Pour éviter cet accident, il est bon de n'agir sur le volant que par des organes intermédiaires, comme, par exemple, un levier à cliquet pour ceux qui forment couronne dentée (fig. 672 et 673). Avec les volants lisses, l'entraînement doit s'opérer par simple friction en agissant sur un système de galets convenablement disposés ; on en voit un exemple figure 674. Les galets représentés G, G' attaquent le volant sur la face latérale de la jante, on les actionne au moyen de deux vis sans fin à filet droit et gauche engrenant avec les roues hélicoïdales calées sur les arbres A, A' des galets. La pres-

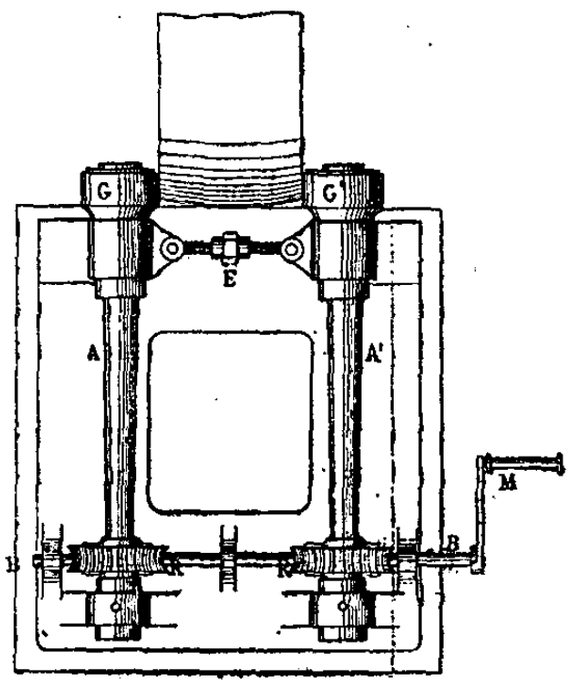
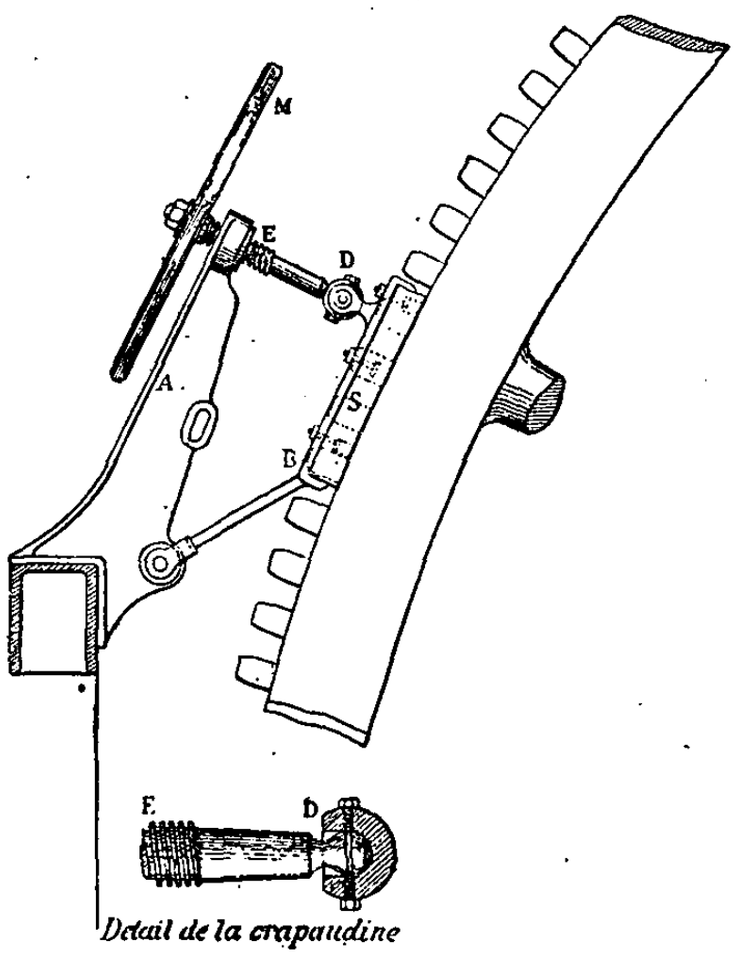


Fig. 674. — *Entraînement d'un volant à surface lisse par des galets de friction.*

sion des galets contre la jante s'obtient en serrant l'écrou tendeur E.

D'une manière générale, il convient de se prémunir contre la mise en marche inopinée du moteur qui peut résulter, par exemple, d'une fuite de vapeur, et à cet effet, il est bon de caler le volant avec un levier lorsqu'on arrête le moteur, ou tout au moins de le maintenir dans sa position d'arrêt au moyen d'un frein de serrage énergique. On peut employer à cet effet la disposition de frein représentée figures 675 et 676 qui est celle de MM. Dollfus, Mieg et C^ie^. Ce frein se compose de deux sabots en bois dur, commandés par un mouvement de vis obtenu avec un volant à main M sur lequel il suffit d'agir en même temps qu'on arrête la machine.

L'emballement des machines à vapeur peut devenir aussi une cause d'accidents très graves :



Détail de la crapaudine

Fig. 675 et 676.

S Sabot de frein. — *M* Volant de manivelle agissant sur la vis *E*.
B Bielle articulée sur bâti *A*.

lorsque le moteur ne rencontre plus la résistance normale et que cette diminution de résistance se prolonge assez longtemps, l'équilibre se trouve détruit, le piston poussé par une force à peu près constante prend une vitesse qui s'accélère de plus en plus, et si rien ne vient s'y opposer, il finit par dépasser très notablement la vitesse de régime de la machine ; c'est, en un mot, l'*emballement* qui peut avoir les conséquences les plus graves, en déterminant, par exemple, la rupture du volant. On sait que les régulateurs ont pour but de prévenir ce danger en agissant automatiquement pour diminuer la puissance développée ; ils réduisent en effet l'admission de vapeur lorsque la vitesse devient trop forte.

Ces organes sont, du reste, déjà indispensables sur les machines qui ne peuvent pas modifier sans inconvénient leur vitesse de marche et, dans ce cas, ils doivent agir avec une très grande précision ; mais ils sont encore plus nécessaires comme organes de sécurité ; il importe donc de s'assurer que ces appareils sont toujours en état de bien fonctionner et que rien ne vient gêner leur action.

Dans le mémoire précité, M. Thareau fait une analyse minutieuse des causes qui peuvent entraver le fonctionnement des régulateurs et il cite les dispositions à prendre pour y remédier.

Il arrive, par exemple, que la course ascendante des manchons agissant sur la distribution de la vapeur se trouve arrêtée avant que l'admission soit complètement fermée, soit par suite d'une mauvaise installation de la bague d'arrêt, ou du jeu pris par les organes, de la résistance insuffisante des bielles ou manivelles qui viennent à se fausser sous une résistance accidentelle. Le papillon de fermeture de la prise de vapeur peut aussi être mal installé, fermer d'une manière incomplète, être commandé dans des conditions défectueuses.

Il est fort important que le régulateur ne puisse jamais être soustrait à l'action de l'arbre moteur dont il doit régler la vitesse et, à ce point de vue, les commandes par engrenages sont préférables aux transmissions par courroies. Pour le cas même où cette commande viendrait à se rompre, il est bon d'avoir une disposition assurant alors automatiquement l'arrêt de la machine par le seul fait de la rupture.

Observons, en outre, avec M. Thareau, que dans le cas où l'effort moteur est produit par deux machines accouplées, il faut établir une dépendance entre les régulateurs de ces deux machines. Autrement, il peut arriver que si l'un d'eux vient à cesser son action accidentellement, il ferme alors l'admission de vapeur dans la machine qu'il commande, mais celle-ci est alors entraînée à vide par la seconde, ce qui peut amener des coups d'eau dans les machines à condensation.

Le mémoire de M. Thareau reproduit diverses dispositions permettant d'éviter ces inconvénients.

Pour atténuer les suites des accidents qui peuvent survenir dans l'atelier sur les machines ou transmissions actionnées par le moteur, il convient, d'autre part, d'y disposer un appareil au moyen duquel on puisse arrêter instantanément la machine d'un point quelconque de l'atelier qu'elle commande.

MM. Dollfus-Mieg ont imaginé, à cet effet, un appareil électrique des plus ingénieux dont on trouvera la description dans la notice précitée de l'Association de Mulhouse.

La simple fermeture d'un circuit électrique détermine, avec cet appareil, les trois mouvements suivants :

Fermeture de la valve d'admission de vapeur ;

Fermeture du robinet du condenseur ;

Ouverture d'un robinet de vapeur actionnant un frein qui annule la force vive du volant.

En dehors de cet appareil, on peut aussi avoir recours à certaines dispositions intéressantes ; la plus simple et l'une des meilleures consiste à fractionner les transmissions, ce qui permet, en cas de besoin, d'isoler immédiatement la transmission correspondante sans arrêter les autres.

Pour rattacher les parties séparées, on emploie, suivant les cas, des courroies avec poulies folles ou des manchons proprement dits, lorsque les arbres à réunir sont dans le prolongement

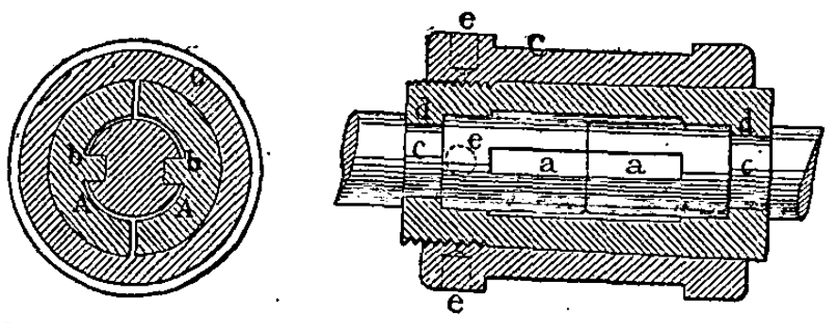


Fig. 677 et 678. — *Disposition de couvre-joints sans clavette en saillie réunissant les deux arbres* a ; b *clavettes ménagées sur les deux coussinets* A.

l'un de l'autre. M. Thareau observe justement, à cet égard, qu'il vaut mieux employer dans ce cas les manchons à friction qui permettent de réaliser l'embrayage progressivement et sans secousse, tandis que les manchons à griffe ne permettent pas l'embrayage en marche. Ces embrayages peuvent être manœuvrés à distance par un déclanchement de contre-poids, et on peut même augmenter la rapidité de l'arrêt en faisant commander en même temps un frein qui agit sur la poulie pour en absorber la force vive.

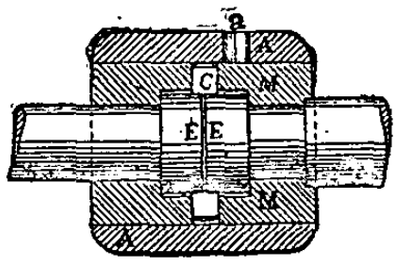


Fig. 679. — *Disposition de couvre-joints sans clavette en saillie.*

Si le débrayage porte sur la plus grande partie ou la totalité des transmissions, il peut entraîner un emballement de la machine, et il a donc besoin d'être complété par un dispositif assurant l'arrêt automatique du moteur. On en trouvera, d'ailleurs, divers exemples dans le mémoire de M. Thareau.

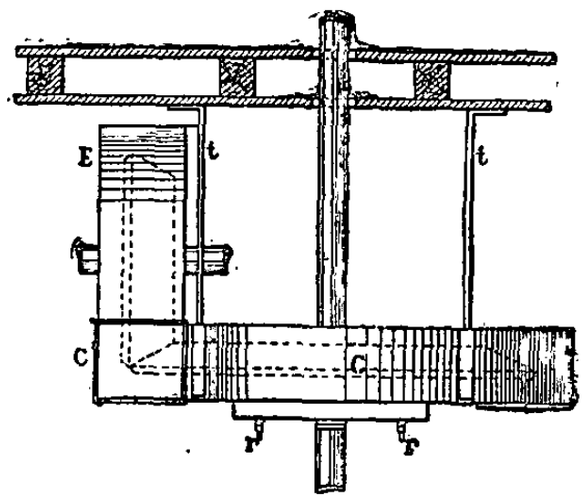


Fig. 680. — *Caisses en bois pour enveloppes d'engrenages munies de portes à coulisses* r *maintenues par les tringles* t.

Transmissions. Les transmissions constituent les mécanismes qui occasionnent certainement le plus d'accidents, et nous avons tenu, à ce titre, à résumer ici la plupart des précautions spéciales dont elles doivent être l'objet. D'une façon générale, il faut éviter absolument tout travail, quelle qu'en soit la nature, sur les transmissions en marche, et s'il y a impossibilité absolue à observer ce principe, il faut prendre les mesures nécessaires pour écarter tout danger et ne confier, en même temps, ce travail qu'à des ouvriers habitués.

Les échelles servant à accéder aux transmissions doivent avoir leurs pieds frettés et munis de pointes en fer lorsqu'elles doivent d'appuyer sur un parquet en bois. Sur des dallages en ciment, en pierres ou en briques, on ne doit pas employer ces pointes en fer, à moins d'avoir des liteaux de butée; on conserve les pieds sans garniture ou on y adapte des tampons de feutre.

Les têtes des échelles doivent être munies de tampons de drap ou de feutre ou de cubes en caoutchouc qui les empêchent de glisser lorsqu'elles doivent être appuyées contre des murailles ordinaires formant parois lisses; si elles doivent être appuyées sur les arbres de transmissions, il faut les munir de crochets en fer placés en contre-bas des tampons de tête. Ces crochets sont souvent garnis de cuir pour les empêcher de glisser.

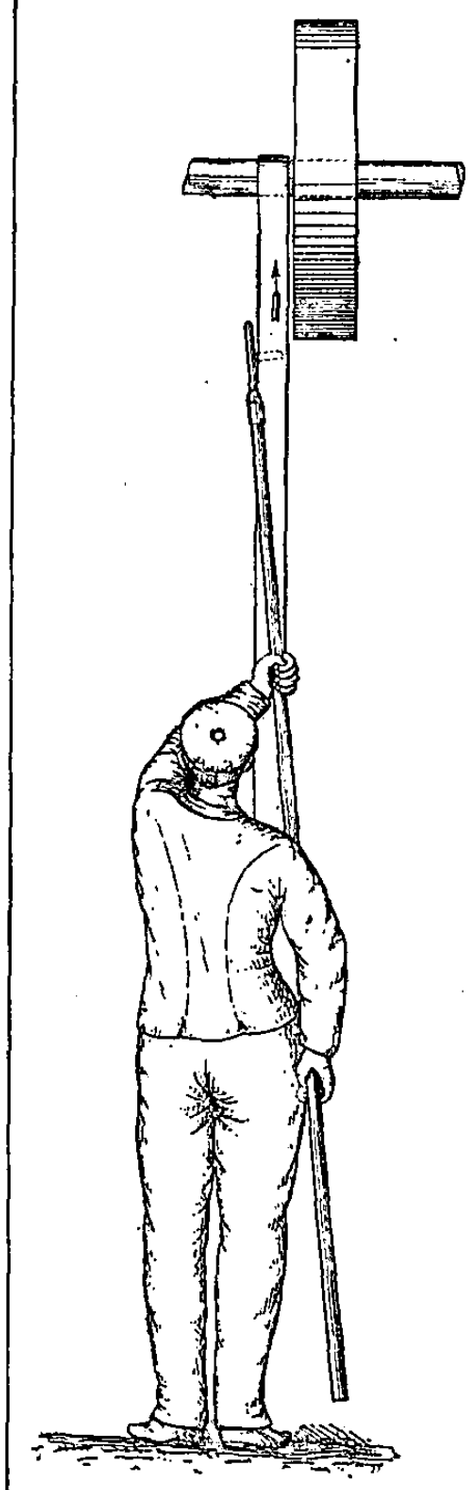


Fig. 681. — *Perche à crochet.*

Lorsque la hauteur des transmissions au-dessus du sol dépasse 4 mètres, on se trouve conduit à établir le long des transmissions des galeries suspendues aux poutres de l'atelier, ce qui permet à l'ouvrier chargé de l'entretien de s'approcher des différents organes. C'est là une disposition souvent dangereuse qui doit être considérée, par conséquent, comme exceptionnelle, et il faut avoir soin de munir ces galeries de barres d'appui et de liteaux de butée.

Il faut empêcher tout contact possible avec les arbres en mouvement et, suivant les circonstances, il conviendra donc de les défendre par une couverture spéciale ou par des galeries; les arbres verticaux traversant le plancher des ateliers doivent aussi toujours être recouverts sur une hauteur de 2 mètres au moins. Il faut recouvrir spécialement, sur les arbres de transmission, toutes les parties saillantes où les vêtements peuvent s'attacher; il est même préférable de tenir celles-ci complètement arasées et d'éviter toute saillie des vis ou clavettes d'assemblage, lorsqu'on peut le faire. On pourra adopter utilement les dispositions de couvre-clavette ou de manchons indiqués dans les dessins des figures 677 à 679. On trouvera d'ailleurs, dans la notice

précitée, une série de dispositions analogues que nous ne reproduisons pas ici.

Les poulies et courroies, les engrenages de transmissions assez rapprochés des planchers pour pouvoir atteindre les passants, doivent toujours être défendus par des grillages ou enveloppés de caisses.

La figure 680 représente, par exemple, une disposition de caisses en bois pour enveloppes d'engrenages. La caisse est munie d'un fond percé d'entailles pour le passage des arbres, et elle porte sur deux de ses faces des portières à coulisses ou à charnières par lesquelles on peut visiter et graisser les roues sans la déplacer.

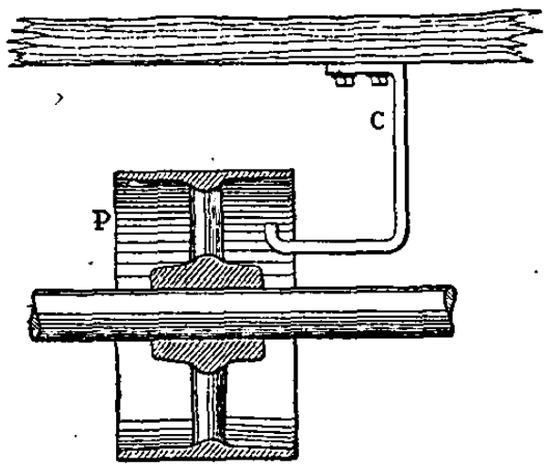


Fig. 682. — *Installation d'un crochet de soutien* c *pour courroie devant une poulie* P.

Une recommandation essentielle consiste à proscrire, pour les ouvriers, les vêtements flottants, blouses ou cravates, qui donnent prise à l'entraînement par les organes mobiles et sont ainsi la cause de nombreux accidents. Il faut éviter pareillement de s'approcher avec des objets flottants, comme des courroies, ou des lanières.

La figure 681 donne l'exemple à suivre pour le costume des ouvriers et du personnel des ateliers.

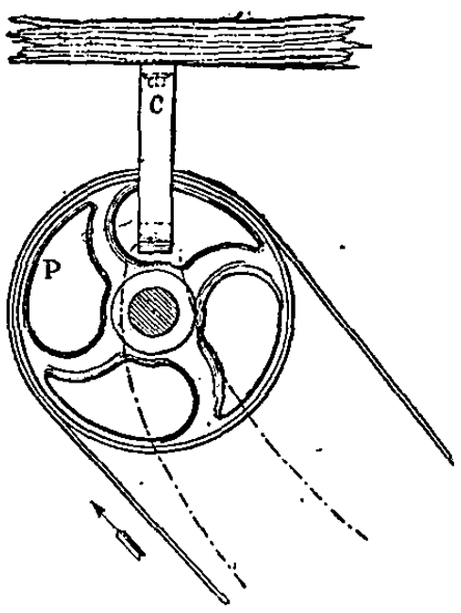


Fig. 683. — *Même installation vue de face.*

Le nettoyage et le graissage des transmissions demandent des soins tout spéciaux. Pour le nettoyage à distance, on peut recommander la perche à double crochet enveloppée de laine. Cet outil très simple rend de grands services, même en marche, à condition de n'avoir, sur l'arbre à nettoyer, aucune pièce en saillie, comme vis ou clavette.

Pour le graissage, il faut s'attacher avant tout à ne pas le pratiquer en marche et adopter, par conséquent, les appareils automatiques dont nous avons décrit certains types à l'article GRAISSEUR. Si on est obligé de recourir au graissage en marche, par suite de l'échauffement accidentel d'un palier, on devra employer les burettes à bascule montées au bout d'une perche.

Pour éviter le grippement des poulies folles, on leur donne quelquefois un diamètre un peu inférieur à celui de la poulie fixe, de façon à diminuer la tension de la courroie.

Le maniement des courroies est aussi une opération qui exige de nombreuses précautions en raison des dangers qu'elle entraîne.

La notice de l'Association de Mulhouse signale, à ce sujet, qu'en opérant, par exemple, sur une courroie flottante, si on fait une attache pendant que l'arbre continue à tourner, il faut éviter de tenir à la fois les deux brins, moteur et conduit, en les serrant l'un contre l'autre, car on peut déterminer une adhérence trop forte sur l'arbre moteur et produire ainsi l'entraînement.

Il est préférable, du reste, d'éviter tout contact de la courroie avec l'arbre de transmission pendant qu'on fait une réparation et, à cet effet, il convient d'isoler la courroie en la soutenant au-dessus de l'arbre à l'aide d'un crochet C, comme on en voit un exemple figures 682 et 683. On peut avoir un crochet mobile fixé à l'extrémité d'une perche, mais il vaut mieux disposer un crochet fixe installé à demeure à côté de chaque poulie. Ce crochet doit être un peu plus large que la courroie et avancer de 10 à 20 millimètres sous la jante de la poulie en se relevant d'équerre.

• * **MÉTAL DELTA.** — V. ALLIAGE.

MÉTALLURGIE (Progrès de la). Au moment où ce *Dictionnaire* se complète et peut être considéré comme l'expression de l'état général de l'industrie à la fin du XIXe siècle, il nous a semblé intéressant de résumer, en quelques pages, les progrès réalisés en métallurgie. Commençons par la métallurgie du fer, la plus importante et la plus développée, sans contredit.

— Au commencement de ce siècle, il n'y avait guère qu'en Angleterre où l'on ait cherché à réaliser le travail au combustible minéral ; partout ailleurs sur le continent, on travaillait au combustible végétal.

Les minerais exploités étaient ceux qui se trouvaient à proximité des forêts et des cours d'eau. Les premiers donnaient, par la carbonisation en meules, le combustible, et, les autres, la force motrice pour la soufflerie, l'affinage et l'étirage au marteau. Le laminage en cannelures ne commençait qu'à naître.

Il résultait de cet état de choses que la fabrication de la fonte et l'élaboration des produits que donne son affinage, n'avaient lieu que dans de petites usines disséminées partout où l'on pouvait rassembler assez de bois pour les alimenter et des chutes d'eau relativement puissantes. La centralisation de la production dans de grandes usines n'était donc pas possible alors, le combustible et le minerai renchérissant d'une manière impraticable, à mesure que s'agrandissait le rayon d'alimentation, en présence de la difficulté des transports. Cet état de choses existe encore en Suède et en Russie, où cependant, le trainage sur la neige pendant l'hiver, permet encore de faire venir du bois ou du charbon, dans des conditions relativement économiques, d'une distance maxima de 12 à 15 kilomètres. Le haut fourneau, supposé placé à proximité du minerai, ne pouvait donc prendre que le développement comporté par la production du charbon de bois, qui devait l'alimenter. C'est dans le but d'économiser ce combustible, lent à se reproduire et qui jouait un rôle prépondérant, que l'on a été conduit, successivement, à élever la température de l'air soufflé, et à utiliser les chaleurs perdues pour produire de la vapeur destinée à augmenter la force motrice.

Dans les régions montagneuses, on conservait en outre la méthode de traitement direct des minerais pour les transformer en fer ou en acier, sans passer par l'intermédiaire de la fonte. La *méthode catalane*, qui gaspillait aussi bien le combustible que le minerai, pouvait encore vivre avantageusement dans certaines régions, mais elle commençait à décroître, malgré la qualité exceptionnelle de ses produits, qui tenait plus à la nature des minerais employés, qu'au procédé lui-même.

A côté des hauts fourneaux se trouvait la transformation de la fonte en fer, par le travail au *feu d'affinerie* ou *bas foyer*. Cet affinage se faisait, au contact du charbon de bois et sous l'action oxydante d'une tuyère, dont la soufflerie était mue hydrauliquement. Malgré cette apparence d'affinage mécanique, le travail était fort pénible et l'ouvrier restait exposé au rayonnement du foyer, qu'il surveillait d'une manière constante ; il avait, de plus, au moment du *soulèvement* de la masse et de son transport au marteau, une force physique assez grande à développer.

Peu à peu, le combustible minéral s'introduisant, on a pu, par la carbonisation, obtenir le coke, qui permettait le remplacement complet du charbon de bois dans des conditions singulièrement économiques, mais qui ne comportaient pas le maintien d'une aussi grande qualité. Le dernier progrès dans cette voie, après l'emploi du coke au haut fourneau, fut l'affinage au four à réverbère ou *puddlage*.

Tout d'abord les fontes, obtenues au fourneau avec une allure plus chaude et des laitiers plus réfractaires qu'au charbon de bois, étaient d'un puddlage difficile, à cause du silicium renfermé en quantité assez importante; et on reconnut que le *mazéage*, ou enlèvement du silicium, sans décarburation notable, augmentait la qualité tout en accélérant le travail.

Le puddlage ou brassage de la fonte pâteuse, dans un four à réverbère, où la matière était chauffée sans contact avec le combustible minéral, se faisait d'abord sur une sole en sable; mais on reconnut vite que le déchet était assez considérable; et, pour le diminuer, on eut l'idée d'employer une sole en fonte recouverte d'un oxyde de fer fusible ou oxyde des battitures, obtenu par la combustion de menues ferrailles. On facilite encore le travail et on augmente le rendement en ajoutant des minerais riches et purs, mais il n'arrive pas, fréquemment, que ce perfectionnement corresponde à un abaissement de prix de revient.

Nous n'avons parlé que du fer ; parallèlement, et, en moindre quantité, se produisaient l'acier et le fer aciéreux, mais il fallait, pour cela, des minerais de première qualité, la carburation du produit exagérant l'aigreur que produisaient le phosphore et le soufre. Le puddlage pour acier ne naquit guère qu'au milieu de ce siècle et se développa, naturellement, en Prusse-Rhénane où les fontes manganésées sont très propres à ce travail délicat.

Nous voilà arrivés à une période de stabilité dans l'industrie du fer, qui correspond à l'emploi exclusif du combustible minéral. La production se centralise dans de grandes usines à proximité de la houille et reliées aux gisements de minerai, soit par des voies navigables, canaux, fleuves, ports de mer, etc., soit par les voies ferrées dont le réseau se développait chaque jour. Les chemins de fer, les navires, les constructions métalliques de tout genre, réclamaient des quantités croissantes de fer et les procédés semblaient arrivés à une perfection relative où, malheureusement, l'ouvrier avait une force physique assez grande à déployer, dans des conditions de chaleur particulièrement énervantes. De plus, en présence des abaissements de prix réclamés de toutes parts, on s'inquiétait peu de la qualité et celle-ci tombait, dans certains districts, à un niveau regrettable. L'avenir comme le présent semblait donc assuré aux établissements voisins des gisements houillers les plus avantageusement placés, l'importation des minerais, par mer, suppléant à l'insuffisance de la production nationale.

C'est alors que l'anglais Bessemer vint, au milieu de ce siècle, étonner les métallurgistes par la simplicité et la grandeur de ses procédés. Le rôle de l'ouvrier diminue dans une proportion considérable. La fonte en sortant du fourneau est amenée dans un vase et après une insufflation de quelques minutes, d'air à haute pression, le métal est successivement débarrassé de ses impuretés et transformé en *acier*, que l'on coule immédiatement en lingots et que l'on peut même ne laminer que quelques heures plus tard, sans avoir à faire une nouvelle dépense de combustible.

Tout d'abord, pendant une vingtaine d'années, cette invention merveilleuse est limitée par la qualité des minerais ; son développement ne s'arrête pourtant pas et on va chercher au loin, en Afrique, en Espagne, les oxydes de fer les plus purs, pour suppléer à l'insuffisance des minerais indigènes. Enfin, le couronnement de l'édifice est obtenu par la *déphosphoration*, qui permet de soumettre au travail du Bessemer, les fontes les plus communes, en ayant soin de prendre quelques précautions peu coûteuses.

Alors, l'acier commun, dans toutes ses nuances de dureté, devient moins cher que le fer. On ne fait plus que des rails d'acier pour les voies ferrées, les tôles d'acier s'introduisent dans les constructions navales. Ce siècle, qui s'annonçait comme devant être celui du *fer*, semble mériter, à plus juste titre, celui de *siècle d'acier*.

Parallèlement à ces transformations capitales que subissait la métallurgie du fer, il faut signaler le perfectionnement apporté au chauffage industriel, et, tout spécialement dans la réalisation des températures élevées, par l'invention de Siemens. Désormais, les chaleurs perdues serviront à élever à une température voisine de 800°, les éléments de la flamme, air et gaz combustibles, et la fabrication de l'acier fondu sur sole est le premier fruit de ce perfectionnement.

En même temps, la gazéification des combustibles par une demi-combustion préalable, permet l'utilisation des qualités les plus chargées de cendres tout en permettant un bon chauffage ; on arrive, même, à utiliser des matières chargées d'humidité, comme la sciure de bois et le bois vert, par la condensation de la vapeur d'eau que renferment les produits de leur distillation.

Les hauts fourneaux tirent également parti de cette transformation radicale du chauffage et parviennent ainsi à porter, dans des appareils en briques, chauffés par les gaz sortant du haut fourneau, à 700 et 800°, l'air destiné à la combustion du coke dans la réduction des minerais.

La grande qualité inhérente au nouveau métal obtenu en grandes masses, l'acier à tous ses degrés de douceur, attire également l'attention des métallurgistes. On découvre qu'à côté des impuretés comme le soufre et le phosphore, qui jouent un rôle nuisible et que l'on doit, en général, éviter, se trouvent d'autres substances, telles que le *manganèse*, le *silicium*, le *chrome*, le *tungstène* qui peuvent, dans certains cas, être utiles. Alors, parallèlement à la métallurgie du fer, apparaît successivement celle de ces différents corps,

et l'on crée des alliages répondant à ces différents besoins, *spiegel eisen* et *ferro-manganèse, ferro-silicium* et *silico-spiegel. ferro-chrome* et *ferro-tungstène* et sans compter l'aluminium, qui fait des pas de géant dans l'abaissement de son prix, ce qui ne peut tarder à lui créer des débouchés importants.

Ce qui a facilité la création de ces métallurgies parallèles, c'est l'état liquide et homogène sous lequel se présente l'acier. On est donc tenté d'incorporer, à dose calculée et variable, dans un bain métallique, les éléments reconnus nécessaires, ce qu'on n'aurait pú penser à faire avec un produit pâteux et sans homogénéité, comme le fer. La métallurgie des métaux autres que le fer n'a pas réalisé, dans le courant de ce siècle, des progrès aussi considérables que la sidérurgie.

Cependant, il faut noter l'introduction de la *voie humide,* que l'on peut considérer comme la réalisation industrielle des réactions de la chimie et qui a ouvert un champ nouveau à toute une série de traitements que la *voie sèche* ne pouvait aborder. Jusqu'alors, aussi bien en Allemagne qu'en Angleterre, on ne connaissait que les grillages, les fusions oxydantes, ou réductrices pour séparer les métaux les uns des autres. C'est surtout dans les traitements de certains minerais pauvres que l'on a pu réussir, quand le métal à obtenir peut former un sel soluble. Citons, par exemple, le cuivre, que la solubilité de son sulfate et de son chlorure rendait tout particulièrement propre à l'emploi de la voie humide. La désargentation de certaines matières a pu également se faire plus économiquement et surtout plus complètement que par les vieilles méthodes de la fonte plombeuse, avec coupellation et amalgamation.

Sans dédaigner la voie sèche, qui reste la formule la plus avantageuse du traitement des minerais riches, on ne peut que se féliciter de voir s'élargir les méthodes de traitement des matières métalliques, en appelant à son aide toutes les ressources de la chimie minérale.

Dans le domaine de la voie sèche, il faut noter les simplifications apportées en Allemagne au traitement des minerais complexes ; et les réactions classiques du Hartz sont actuellement dans une voie plus rationnelle et plus économique.

Le développement de la métallurgie en Amérique a beaucoup fait pour l'introduction de méthodes nouvelles ; la puissance et la richesse des gisements ont stimulé l'esprit inventif des métallurgistes et le dernier mot n'est pas encore dit dans cette voie féconde.

Notons, en passant, l'influence des métallurgistes français dans le traitement des minerais de cuivre d'une richesse moyenne. On ne connaissait que la méthode Galloise, opérant au réverbère, et consommant, pour traiter des minerais à 10 0/0, près de vingt tonnes de combustible par tonne de cuivre. Il en résultait que le pays de Galles, avec son combustible anthraciteux à bas prix, était devenu, aux environs de Swansea, la terre classique de la métallurgie du cuivre. En appliquant la méthode de MM. David et Manhès, on peut obtenir, dans les mêmes conditions de richesse de minerai, une économie considérable de combustible, la consommation ne dépassant pas deux tonnes par tonne de cuivre. Cette méthode consiste d'abord dans la séparation au four à manche (cubilot à parois refroidies par un courant d'eau) de la partie terreuse d'avec la partie métallique, par la formation d'une scorie pauvre que l'on rejette et d'une *matte* ou sulfure complexe de fer et de cuivre que l'on passe directement à l'état liquide dans un convertisseur de forme appropriée. Il n'y a plus, ensuite, qu'à procéder au raffinage du cuivre brut ainsi obtenu, en employant le four à réverbère ordinaire.

Cette méthode féconde n'est encore appliquée qu'en Italie, au Chili et dans l'Amérique du Nord ; à Swansea, on utilise encore les vieilles installations, de peur d'avoir à tout démolir et de montrer au monde métallurgique que la vieille suprématie de l'Angleterre pour le traitement du cuivre n'a plus sa raison d'être.

Un autre perfectionnement, apporté à la métallurgie des métaux autres que le fer, et qui est d'ordre tout à fait récent, c'est l'introduction de l'électricité en *électro-métallurgie*. Ce perfectionnement, qui n'a pas dit son dernier mot, et qui appartient incontestablement aux dernières années de ce siècle, se présente sous deux formes.

1° *Electrolyse par voie humide*. Un courant électrique est employé à dissoudre une électrode et à en séparer les divers éléments qui la composent. C'est ainsi que l'on opère le raffinage du cuivre et que l'on peut obtenir ce métal chimériquement pur pour des emplois spéciaux, en utilisant les différences de conductibilité électrique.

2° *Electrolyse par voie sèche*. Comme nous l'avons expliqué dans ce *Supplément* (V. ALUMINIUM), le courant électrique peut être employé à produire, par la résistance du milieu qu'il traverse, une élévation de température qui favorise certaines réductions impossibles par la voie sèche ordinaire (Procédé Cowles). Il se forme alors des produits carburés et on réalise, pour ainsi dire, un *four électrique*.

Le courant électrique peut aussi, en agissant sur un mélange contenu à l'état liquide dans une chaudière chauffée extérieurement, produire des réductions de métaux et leur alliage avec d'autres métaux, sans l'intervention du carbone d'une manière notable.

Ces différentes méthodes, qui semblent appelées à un grand avenir, peuvent être considérées comme le couronnement de l'édifice métallurgique du XIXe siècle. Elles indiquent, en tous cas, une voie nouvelle, qu'il était intéressant de signaler parmi les progrès actuels de la métallurgie. — F. G.

** **MEXIQUE.** Etat de l'Amérique du Nord, formé à peu près en entier d'un immense plateau aride et sablonneux, le sol est presque constamment élevé de 1,700 à 2,000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les pentes de ce plateau vers la mer portent le nom de *terres chaudes* et sont d'une fertilité légendaire; le coton, le sucre, l'indigo, les fruits tropicaux y poussent à souhaits. Malheureusement la fièvre jaune y est à l'état endémi-

que. Le plateau est la Terre-Froide; la moyenne de la température y est d'environ 17°, c'est celle de Mexico, par exemple, et les variations de saison y sont très peu sensibles. Le bananier, le manioc, le maïs, sont les principales cultures alimentaires du pays; les céréales européennes sont également cultivées dans la région froide, ainsi que la pomme de terre, mais la sécheresse est la grande ennemie de ces cultures d'origine étrangère.

La principale richesse du Mexique consiste dans les gisements miniers, qui ne sont encore qu'incomplètement connus et exploités, faute d'argent, de bras, et de moyens de transport. L'or et l'argent produisent néanmoins 175 millions par an, dont la presque totalité, d'ailleurs, pour l'argent qui se trouve partout en quantités prodigieuses. La mine de Batopilas, dans l'Etat de Durango, est une des plus riches; elle fournit abondamment de l'argent pur en lingot.

La superficie du Mexique atteint près de 2 millions de kilomètres carrés, et pourtant la population ne dépasse guère 10 millions; au nord, sur les plateaux, le pays n'est guère peuplé que de blancs, descendants des premiers colons basques et espagnols, au sud on trouve surtout des Indiens, des métis Zambos, issus de noirs et d'indiens, et des métis blancs, sang mêlé. Les blancs mettent leur point d'honneur à ne pas travailler, ce sont les métis qui font tout le commerce, et surtout la contrebande, ce qui fausse naturellement dans une grande mesure les statistiques officielles.

La capitale est Mexico, 250,000 habitants, et les villes principales Guadalajara, 90,000 habitants; Puebla, 85,000; Guanajuata, 50,000; San-Luis, 40,000.

Le budget s'élève, en dollars (de 4 fr. 35) à 37,900,000 pour les recettes et 38,500,000 pour les dépenses communes à la République; les Etats ont, en outre, chacun un budget spécial dont l'ensemble atteint environ 10 millions de dollars. Les principales recettes consistent en douanes, 22 millions, et timbre, 8 millions; la guerre, 13 millions, et les finances avec le service de la dette, 12 millions, sont les plus importantes des dépenses. L'armée est de 32,000 hommes.

Commerce (en dollars).

Années	Importation	Exportation		
		Marchandises	Métaux précieux	Total
1883-84	34.025.000	13.252.213	33.473.283	46.725.496
1884-85	35.839.000	14.513.880	32.156.965	46.670.845
1885-86	38.715.000	12.741.316	29.906.401	43.647.717

Exportation en 1886-87 (en dollars), par pays de destination.

Pays	Marchandises	Métaux précieux	Total
Etats-Unis. . . .	11.007.000	16.576.000	27.583.000
Grande-Bretag.	2.397.000	11.122.000	13.519.000
France	717.000	4.401.000	5.118.000
Allemagne. . . .	891.000	1.290.000	2.181.000
Espagne.	499.000	104.000	603.000
Autres pays. . .	125.000	68.000	193.000
Total. . . .	15.636.000	33.561.000	49.197.000

Comme on le voit, la France ne tient pas dans ce commerce le rang auquel devraient lui donner droit les sympathies qu'elle conserve dans ce pays.

Par nature des produits.

Chanvre.	3.901.000
Café.	2.627.000
Peaux.	2.211.000
Bois.	1.849.000
Tabac.	851.000
Vanille	694.000
Ixtle.	349.000
Animaux..	471.000
Plomb.	323.000
Autres marchandises. . . .	2.360.000
Métaux précieux	33.561.000
Total	49.197.000

Navigation en 1886-87. 1,240 navires au long cours jaugeant 1,032,725 tonneaux (dont 653 vapeurs avec 877,518 tonneaux) sont entrés, et 1,204 navires jaugeant 1,024,522 tonneaux (dont 642 vapeurs avec 875,378 tonneaux) sont partis des ports de la République, dont les principaux sont Vera-Cruz, Tampico, Matamoros, dans le golfe du Mexique, et, sur le Pacifique, Huatulco, Mazatlan et Gueymas.

7,500 kilomètres de chemins de fer sont en exploitation.

Le Mexique à l'Exposition de 1889.

L'exposition du Mexique, en 1889, était sans contredit une des plus belles du Champ-de-Mars; comparable à celle de la République Argentine, du Brésil, du Chili, avec l'originalité en plus. Il faut dire que ce pays a des traditions artistiques précieuses pour un projet de monument semblable, et que ses aspirations l'obligeaient à faire beau et grand.

La République Mexicaine, sur l'avis et les instances de M. Ramon Fernandez, son ministre à Paris, fut une des premières à répondre à notre appel. On vota 1 million pour l'érection d'un monument digne de l'importance de cet Etat, et les commerçants et industriels s'empressèrent d'apporter leur concours. Le comité à Paris fut composé des principales notabilités de la colonie mexicaine en France et en Espagne, sous la direction de M. Diaz Mimiaga.

Le palais, de 70 mètres de longueur sur 30 de largeur, a été construit par deux architectes mexicains : MM. Antonio Anza et Luis Salazar, selon les traditions du style aztèque le plus pur, et d'après les matériaux d'un ouvrage sur l'art mexicain ancien, par M. le Dr Penafiel; les éléments sont empruntés aux quelques monuments dont on a pu trouver trace, notamment le palais d'Huexotla et celui de Xochicalco.

La forme générale était un talus incliné, et le motif principal un très haut et très roide escalier encadré de pilastres, qui d'ailleurs ne donnait pas accès à l'intérieur, desservi par des portes basses. Tout le long de la façade on avait encastré des figures de dieux dans des cartouches rectangulaires, œuvres de M. Jésus Contreras; enfin, une frise couronnée de créneaux surmontait l'édifice, chargé, en outre, avec beaucoup de sobriété et de goût, d'ornements géométriques délicats. Le tout était d'une couleur rouge sombre. Autour, la commission avait planté une collection unique de cactus, yuccas, figuiers et de ces fameuses agaves, poussant à même le roc, et qui produisent le *pulque*, la boisson nationale des Mexicains. Le tout, en fonte, fer, acier, zinc et bronze, couvrait un espace de 2,500 mètres carrés environ.

L'intérieur, divisé en deux étages, était décoré de peintures représentant les principaux épisodes de la vie mexicaine et les dogmes de la religion aztèque; toute l'installation matérielle était fort belle, en marbre, bois d'acajou, que le pays produit en abondance, bambous et tentures ornées de broderies dans le genre ancien. L'ensemble était très harmonieux, et très intéressant de détails.

Passons maintenant en revue les principaux envois :

Au rez-de-chaussée, on trouvait dès l'abord des chapeaux de paille, des *sombreros* en feutre et en velours, garnis de broderies, et en cuir gravé; certains de ces couvre-chefs valent 400 et même 1,000 francs; c'est un des grands luxes du pays. D'ailleurs le cuir découpé, gravé, ciselé et taillé de toutes façons est très apprécié au Mexique; on en voit partout. Ici ce sont des bottes magnifiques, de la maison Renaud et Salles notamment, et pendant que nous y sommes, un détail typique, celui d'une paire de bottes à compartiments et à semelles creuses, à l'usage des contrebandiers, très nombreux et très hardis là-bas. A côté, des selles de toute beauté, en cuir brodé d'argent, un cavalier et son cheval complètement harnachés de cette manière; dans une salle du premier étage un fauteuil entier en cuir, etc.

Pour en revenir au rez-de-chaussée, voici dans une vitrine une suite très curieuse de petites figures, avec de jolis costumes, des tapis et tentures que distinguaient leurs vives couleurs; puis la remarquable exposition minière, d'une importance capitale. Elle révélait des richesses incomparables : minerais d'argent de la province de Chihuahna, entre autres, une pierre d'argent natif et sulfure, presque de l'argent pur, d'une valeur de plus de 10,000 francs; minerais de cuivre de la basse Californie, minerais de fer de Durango, de la houille, des marbres splendides, des onyx. Plus loin de beaux bois de mobilier et de construction, surtout les cèdres de Vera-Cruz. Çà et là quelques curiosités : une tour Eiffel en cigarettes, exposée par la maison Nortega, de Mexico: le modèle et les plans du pavillon actuel à l'Exposition, enfin le projet de monument élevé par souscription à la mémoire des héros mexicains, qui ont tous les noms les plus bizarres, depuis *Izcoatl*, le créateur de la monarchie aztèque, jusqu'à *Cuauhtemoc* (Guatimozin), mort pour l'indépendance de sa patrie. L'architecte était M. F. Zimenez, les sculptures étaient dues aux ciseaux de MM. Miguel Norena et Gabriel Guerra.

Au premier étage, l'exposition était moins étonnante pour des yeux européens, mais témoignait néanmoins des efforts et des progrès de ce peuple, que l'exemple des Américains du Nord, leurs voisins et ennemis, a tiré de leur apathie. Papiers, pelleteries, tissus divers, tabacs, laines et bois, étaient dignes d'attention; on y voyait des briques émaillées, des grès, des marqueteries; en dehors de ces objets, l'exposition industrielle était encore insignifiante, mais des jalons sont posés pour faire de de nouveaux pas en avant, et arriver à se passer de l'importation européenne.

En somme, l'impression qui se dégageait de cette belle exposition mexicaine, était que ce pays encore, comme tous ceux de l'Amérique, grâce à ses colossales richesses naturelles, est destiné à échapper à notre action commerciale, même industrielle, et à se suffire bientôt à lui-même.

* **MIDI** (Chemins de fer du). PRINCIPAUX RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES. *Conditions d'établissement de la voie.* Au 31 décembre 1886, les conditions d'établissement de la voie étaient les suivantes :

Longueurs exploitées.

Lignes à double voie	832 k.
Lignes à voie unique	1.724
Longueurs totales exploitées	2.556 k.

Tracé de la voie.

Longueur en alignement droit	66.7 0/0	de la longueur totale
Longueur en courbes d'un rayon égal ou supérieur à 500 mètres	25.4	
Longueur en courbes inférieures à 500 mètres de rayon	7.9	
Rayon minimum	270 mèt.	

Profil de la voie

Longueur en palier	26.0 0/0	de la longueur totale
Longueur en déclivités inférieures ou égales à 0,005m/m par mètre	40.1	
Longueur en déclivités supérieures à 005m/m par mètre	33.9	
Longueur en déclivités supérieures à 0,020m/m par mètre	90 kilom.	

Déclivité maximum, 0,033m/m,3 par mètre située sur la ligne de Tarbes à Toulouse, entre les stations de Capvern, Lannemezan et Tournay.

Ouvrages d'art.

Passages pour la traversée des routes et chemins :

Passages à niveau	2.118
— inférieurs	811
— supérieurs	334
Total	3.263

Aqueducs, ponceaux, ponts et viaducs pour la traversée des cours d'eau.

		Longueurs ensemble entre culées
Ponceaux et aqueducs de moins de 5 mètres d'ouverture	5.394	7.831m,04
Ponts de 5 à 20 mètres entre culées	346	3.159 23
Ponts de 20 mètres et plus entre culées	165	11.852 44
Total	5.905	22.842m,71
Viaducs de 10 mètres et plus de hauteur, moyenne	43	5.474m,11

Désignation des véhicules			Totaux partiels	Totaux généraux	Moyenne par kilomètre exploité
			voitures	voitures	
Matériel des trains de voyageurs. Machines		A voyageurs	106	807	0.27
		Mixtes	123		
		Engerth	44		
		A six roues couplées	451		
		A huit roues couplées	71		
		De gare et diverses	12		
	Voit. à voyag.	Salon	4	1.667	0.56
		Coupés-lits	48		
		1re classe	354		
		Mixtes (1re et 2e clas.)	208		
		2e classe	254		
		3e classe	799		
	Vagons spéciaux.	Vagons couverts à messageries	258	1.176	0.40
		Fourgons à bagages	708		
		Vagons-postes	27		
		— à primeurs	90		
		— à lait	10		
		— écuries	45		
		Trucks à équipages	38		
Vagons à marchandises.		Fourgons à marchandises	302	20.726	7.06
		Plates-formes	6.046		
		Vagons couverts	9.412		
		— à bois	704		
		— à houille	4.262		
Vag. de service		Vagons de terrassements	790	988	0.33
		Vagons plates-formes pour plaques tournantes	7		
		Vagons de secours et citernes	38		
		Vagons lestés à frein	18		
Total général				24.557	

Prix moyen du mètre courant de ces viaducs	2.775 fr.
Nombre de souterrains	90
Longueur totale entre les têtes	29.064m,11
Prix moyen par mètre courant	1.562 fr.

Nombre de stations	437
Espacement moyen entre les stations	5.836 mèt

L'effectif du matériel roulant de la Compagnie du Midi, au 31 décembre 1889, est donné par le tableau de la page 1089 (longueur totale exploitée, 2,925 kilomètres) :

Résultats comparés de l'Exploitation des années 1888 et 1889.

Désignation des articles		1888	1889	Différence en faveur de 1889
Longueur totale exploitée		2.925 k.	2.984 k.	+ 59 k.
Longueur moyenne exploitée		2.844	2.935	+ 91
Nombre de stations et de haltes		495 s.	510 s.	+ 15 s.
Recettes totales Ensemble des lignes exploitées	Voyageurs	31.929.399 f. 23	33.247.029 f. 59	+ 1.317.630 f. 36
	Transports à grande vitesse	6.464.926 13	6.599.035 31	+ 134.109 18
	Marchandises	49.888.809 37	51.543.816 71	+ 1.655.007 34
	Bestiaux et divers	2.840.119 28	2.673.408 10	— 166.711 18
	Recettes diverses	1.785.421 81	1.497.145 42	— 288.276 39
Totaux		92.908.675 82	95.560.435 13	+ 2.651.759 31
Comptes d'ordre (impôts et div.), à déduire		8.220.722 88	8.502.754 88	+ 282.032 »
Recettes nettes		84.687.952 94	87.057.680 25	+ 2.369.727 31
Dépenses totales		43.928.605 07	43.676.257 42	— 252.347 65
Produits nets		40.759.347 87	43.381.422 83	+ 2.622.074 96
Recette kilométrique		29.777 f. 76	29.661 f. 90	— 115 f. 86
Dépense kilométrique		15.446 06	14.780 72	— 665 34
Rapport de la dépense à la recette		0.518	0.408	— 0.020
Parcours kilométrique des trains		16.043.200 k.	16.445.052 k.	+ 401.852 k.
Recette par train kilométrique		5 f. 28	5 f. 29	+ 0 f. 01
Dépenses par train kilométrique		2 74	2 65	— 0 09
Produit par train kilométrique		2 54	2 64	+ 0 10
Nombre de voyageurs transportés		11.554.992 v.	11.764.400 v.	+ 209.408 v.
Nombre de voyageurs transportés à 1 kilomètre		571.608.252	597.435.202	+ 25.826.950
Nombre de voyageurs transportés à la distance entière		228.096	230.314	+ 2.218
Parcours moyen d'un voyageur		49 k. 5	50 k. 8	+ 1 k. 3
Produit moyen d'un voyageur		2 f. 70	2 f. 75	+ 0 f. 05
Nombre de tonnes expédiées		4.927.517 t.	5.092.439 t.	+ 164.922 t.
Nombre de tonnes transportées à 1 kilom.		694.523.143	788.947.389	+ 94.424.246
Nombre de tonnes transportées à la distance entière		277.144	265.593	— 11.551
Parcours moyen d'une tonne		140 k. 9	154 k. 9	+ 14 k.
Produit moyen d'une tonne		10 f. 44	9 f. 87	— 0 f. 57

Pendant l'année 1889, la gare de Bordeaux-Saint-Jean, a fait une recette brute de 12,438,568 francs, celle de Cette une recette brute de 10,145,834 francs, quatorze autres gares ont eu une recette supérieure à 1,000,000; enfin, la première gare ayant fait moins de 100,000 francs de recettes, occupe le 131e rang sur 407 stations ouvertes à l'exploitation.

Notons enfin, que l'Etat, pendant l'année 1889, a retiré un profit de 7,003,083 fr. 01 de l'exploitation des lignes du réseau du Midi.

L'exploitation des canaux (canal latéral et canal du Midi) a donné un produit net de 375,151 fr. 66, différence d'une recette nette de 1,383,301 fr. 11 sur une dépense d'exploitation de 1,008,149 fr. 45.

Terminons par quelques chiffres relatifs à la situation générale des comptes au 31 décembre 1889 :

Actif.

Dépenses de construction	1.170.649.029 02
Approvisionnements généraux	20.601.396 42
Immeubles et domaines de la Compagnie	6.011.734 65
A reporter	1.197.262.160 09
Report	1.197.262.160 09
Avances à l'Etat pour la garantie de 1872	5.602.359 28
Avances à la Compagnie de Tarragone à Barcelone	1.308.906 60
Portefeuille	75.083.097 20
Caisse	8.114.266 13
Rente immobilisée	66.145 25
Comptes débiteurs	6.285.917 75
Insuffisances de nos produits (convention de 1883)	76.393.674 44
Total de l'actif	1.369.116.526 74

Passif.

Capital social	125.009.000 »
Primes sur les actions	21.319.019 72
Emprunts	1.031.994.022 10
Obligations du chemin de fer de la Teste	1.050.000 »
Subvention de l'Etat pour le chemin de fer de Bordeaux à Cette	35.000.000 »
Report	1.214.372.041 82

A reporter.	1.214.372.041 82
Subvention de l'Etat pour les embranchements de Bayonne et de Perpignan.	16.500.000 »
Subventions des communes	170.000 »
Comptes créanciers.	11.609.944 58
Caisses de retraite et de prévoyance.	31.943.199 28
Cautionnements.	2.040.662 51
Sommes à payer.	25.894.558 19
Solde du dividende de 1889.	2.591.980 »
Réserve statutaire.	7.485.907 80
Avance du Trésor pour garantie d'intérêts	56.517.233 16
Total pour le passif. . . .	1.369.116.526 74

●* **MILLET** (Aimé), sculpteur, né à Paris en 1816, mort en 1891, fut d'abord destiné à la peinture par son père, lui-même peintre de talent, puis il se tourna vers la sculpture et entra dans l'atelier de David d'Angers. Néanmoins il se fit d'abord connaître par des dessins et des portraits, aux Salons annuels, et il ne débuta dans la sculpture qu'en 1845, avec une *Bacchante*; il donna ensuite plusieurs morceaux habilement traités : *Narcisse*, le buste de Gay-Lussac, etc., puis il fut mis en vue tout à coup, au Salon de 1857, par une *Ariane* qui lui valut une première médaille et qui est considérée comme son chef-d'œuvre. Il exposa ensuite un *Mercure* destiné au Louvre, les bustes du *Maréchal Magnan* et de Mme *Pauline Viardot*. Enfin, au Salon de 1865, parut son œuvre la plus populaire, le *Vercingétorix* destiné à Alise-Sainte-Reine, qui fit beaucoup de bruit et dont les défauts disparaissaient devant la noblesse de l'attitude et la hardiesse du procédé. Depuis, on a eu de lui divers portraits, l'*Apollon* du Grand Opéra, la *Danse*, statuette en marbre; les bustes de Mme *Compoint* et de Mlle *Parant*, *Cassandre se mettant sous la protection de Pallas*, statue en marbre. Sculpteur officiel, Millet a donné la *Justice civile* à la mairie du 1er arrondissement, la *Jeunesse effeuillant des roses*, pour le tombeau de Murger, gracieuse statue qui fait grand honneur à l'artiste; le beau et énergique tombeau de *Baudin*, avec l'architecte Léon Dupré ; et le monument élevé à la mémoire des mobiles de l'Eure tués pour la défense de la patrie.

Chevalier de la Légion d'honneur en 1859, officier en 1870, Millet avait été membre du jury aux diverses expositions universelles. C'était un artiste d'un talent à la fois élégant et solide.

MINES. — V. Exploitation des mines.

●* **MIQUELON.** — V. Colonies françaises.

●* **MONACO. Monaco à l'Exposition de 1889.** La petite principauté de Monaco, qui n'existe guère que par la ferme des jeux, et dont l'industrie est peu importante, aurait sans doute passé inaperçue à l'Exposition, sans l'élégance de son pavillon, et les curieuses collections scientifiques envoyées par le prince Albert, qui en ont fait une des curiosités du Champ-de-Mars.

La principauté n'avait pas participé officiellement, mais la société des jeux et bains, associée avec quelques sociétés particulières, a tiré fort bon parti des 300 mètres de superficie qu'on lui avait affectés à gauche de la tour Eiffel. M. Janty, architecte, avait élevé un très élégant pavillon dans le style italien, avec des campaniles, et une jolie serre sur le côté : la toiture verte et rouge, en tuiles, les faïences et les mosaïques sur la façade, autour des fenêtres et des portes, les vitraux entourés de plantes grimpantes, donnaient à l'ensemble un air de fraîcheur et de gaité. Trente-six exposants, pour la parfumerie, les produits pharmaceutiques extraits de l'eucalyptus et du caroube, les produits alimentaires, les huiles, l'eau de fleurs d'oranger, les vins et les liqueurs; le produit industriel le plus intéressant était la faïence et la majolique fabriquées auprès de Monte-Carlo; les médaillons extérieurs de la façade sortaient également de cette manufacture, dont les modèles sont fort originaux.

L'exposition du prince Albert comprenait les résultats des fouilles faites sur l'*Hirondelle* dans les profondeurs jusque-là inexplorées de l'Océan Atlantique. Elles ont non seulement amené au jour des espèces nouvelles de plantes et d'animaux, mais permis de fixer la route parcourue par le *Gulf stream*. Les visiteurs émerveillés ont pu voir là des poissons de formes fantastiques, des coquillages biscornus, des algues bizarres. Ces pêches miraculeuses ont été faites aux alentours des Açores avec des engins spéciaux et coûteux; elles ont grandement profité à la science, et font le plus grand honneur à l'initiative et à la haute intelligence du prince aujourd'hui régnant. L'ensemble, d'ailleurs, témoignait de l'activité de ce petit peuple, qui vit tout entier sur un rocher minuscule, et qui néanmoins était parvenu à remplir de la façon la plus honorable un pavillon où s'est pressée la foule des visiteurs.

MONTE-CHARGE. On peut voir dans le *Dictionnaire* que cette expression est spécialement réservée aux appareils qui doivent transporter des marchandises; les divers modes d'action sont également indiqués dans cet article. Mais depuis sa publication, on a adopté pour les monte-charges de l'hôtel des Postes, à Paris, des dispositions nouvelles qui méritent une description spéciale.

La hauteur à desservir, sous-sol compris, étant de près de 26 mètres, et le service total devant être réparti entre plusieurs monte-charges, on a dû forcément renoncer au forage de puits nombreux et profonds ; on essaya d'abord d'un appareil à plateaux horizontaux supportés par des chaînes sans-fin, et montant et descendant verticalement par un mouvement automatique ininterrompu, communiqué à l'une des poulies-tambours qui entraînaient tout le système. Ce système d'un principe très simple donnait lieu à des frottements considérables, et, quoique fonctionnant parfaitement à vide, fut mis rapidement hors d'usage, quand on le soumit à un travail normal.

On ouvrit alors entre divers constructeurs un concours, à la suite duquel la *Société des anciens Etablissements Cail* fut chargée de la construction des nouveaux monte-charges. Le projet a été étudié et exécuté par M. Barbet, ingénieur en chef de cette société.

Il comprend douze appareils divisés en deux groupes de six chacun, dont un groupe pour le service des périodiques et un autre pour le transbordement des lettres. Le système adopté est le même pour les deux groupes. Il repose sur un principe nouveau, celui de l'action de la vapeur sur une colonne d'eau intermédiaire : la colonne d'eau remplace ainsi et fort avantageusement, au

point de vue des frottements, les transmissions par poulies moufflées. Elle permet d'ailleurs d'obtenir aisément les arrêts fixes nécessités par le service, et auxquels ne se prêterait pas l'emploi direct de la vapeur seule, à cause de son élasticité.

L'appareil moteur se compose de deux cylindres verticaux placés dans le prolongement l'un de l'autre: le piston commun est formé de deux parties. La partie supérieure constitue le piston à vapeur proprement dit ; la seconde, d'un diamètre moindre, plonge dans un cylindre hydraulique. L'eau de ce dernier est refoulée dans une presse hydraulique, au piston de laquelle est fixée la cage de l'ascenseur par l'intermédiaire d'un câble. La mise en communication du cylindre à vapeur, avec les chaudières ou l'échappement détermine la montée ou la descente de la cage.

Le cylindre à vapeur a $1^m,10$ d'alésage : l'arrivée et la sortie de la vapeur se font par un orifice ménagé à la partie supérieure. Le cylindre hydraulique a un diamètre intérieur de $0^m,82$, et est réuni au précédent par deux entretoises et des boulons. La presse de soulèvement des cages est un simple cylindre de $13^m,60$ de hauteur et de $0^m,165$ de diamètre intérieur, portant à sa partie supérieure la tubulure d'arrivée d'eau. Pour en diminuer la course, on a moufflé le câble de suspension de la cage. A cet effet, le câble est fixé par un bout à un point fixe de la toiture, passe sur une poulie mobile portée par la tige du piston de la presse, puis sur une poulie fixe placée dans la toiture, et enfin se fixe sur la cage par l'intermédiaire d'un parachute. L'axe de la poulie mobile porte des coulisseaux en bronze glissant entre des cornières verticales rabotées, formant guides. Chaque cage pour les grands appareils destinés aux périodiques, a $2^m,22$ de hauteur, $1^m,47$ de largeur, et $1^m,10$ de profondeur. On y place deux paniers renfermant les journaux. Chacun d'eux roule sur trois rails, et pèse au maximum 200 kilogrammes, tout compris.

Le poids de la cage vide est de 600 kilogrammes, le poids total avec la surcharge est donc de 1,000 kilogrammes. Le poids mort de la cage est en grande partie équilibré par celui des pistons des cylindres hydrauliques et à vapeur.

Le distributeur de vapeur est formé par un double piston oscillant dans un cylindre parfaitement alésé. Ce cylindre communique à des niveaux différents avec la chaudière, le cylindre à vapeur et l'évacuation. En plaçant le double piston au haut de sa course, le cylindre à vapeur communique avec l'évacuation ; au milieu de sa course, les orifices sont bouchés, et au bas, le cylindre à vapeur communique avec la chaudière. La manœuvre du double piston se fait par l'intermédiaire d'une crémaillère et d'un pignon sur l'axe duquel est une roue dentée actionnée par une chaîne de Galle.

Le distributeur d'eau se compose d'une boîte rectangulaire en fonte divisée en trois parties, par une cloison horizontale et par une cloison verticale qui partage en deux parties égales la capacité supérieure. Chacun des deux compartiments supérieurs communique avec le compartiment inférieur par une soupape pouvant s'ouvrir de bas en haut ; ces compartiments communiquent librement d'autre part, l'un avec le cylindre à eau, l'autre avec la presse de soulèvement de la cage.

Les soupapes sont munies de tiges traversant des presse-étoupes placés dans la paroi supérieure de la boîte en fonte. Ces tiges sont terminées par des étriers dans lesquels peuvent tourner des cames dont l'axe est supporté par des paliers boulonnés sur la boîte. A l'extrémité de l'arbre à cames est calée une roue dentée sur laquelle s'enroule la chaîne de Galle qui commande déjà le distributeur de vapeur.

Les cames de commande des soupapes sont identiques et symétriques par rapport à leur axe, en sorte qu'en tirant sur la chaîne, on les ouvre ou on les ferme toutes les deux. Une soupape ne suffirait pas et la fermeture ne serait pas instantanée avec une seule, parce qu'elle tendrait à rester soulevée pour le sens du mouvement de l'eau dans lequel la pression s'exercerait sur sa grande face.

En tirant la chaîne de Galle dans un sens, on ouvre le distributeur d'eau, et on met en même temps le cylindre à vapeur en communication avec la chaudière. En la tirant en sens contraire, le cylindre à vapeur communique avec l'échappement et le distributeur d'eau est ouvert. La première manœuvre correspond à la montée de la cage, la seconde à la descente; le point médian correspond à l'arrêt, les distributeurs de vapeur et d'eau étant fermés.

L'organe de la manœuvre consiste en un câble fixé à ses deux bouts à la chaîne de Galle, et dont les deux brins montent verticalement pour se rejoindre par dessus une poulie de renvoi placée à la partie supérieure de l'édifice. On manœuvre l'ascenseur en agissant sur ce câble soit à la main, soit automatiquement à l'aide de taquets mobiles placés sur la cage pour les arrêts. La vitesse moyenne des monte-charges est de $0^m,40$ par seconde; ils peuvent ainsi faire dix-huit voyages doubles par heure. — G. R.

** **MONTE-ESCALIER.** — V. Ascenseur.

** **MOREL-LADEUIL** (Léonard), sculpteur et ciseleur, né à Clermont-Ferrand en 1824, mort à Boulogne-sur-Mer en 1888, fut élève de Feuchère pour la sculpture, et de Wechte pour la ciselure. Il parut avec succès aux Salons, depuis 1853, où il avait débuté par le *Courage terrassant l'hydre de l'anarchie ;* mais sa réputation se créa surtout par d'importantes œuvres de ciselure, qui, malheureusement, comme celles de Wechte son maître, prirent le chemin de l'Angleterre, faute d'encouragements pécuniaires suffisants chez nous. C'est ainsi que Morel Ladeuil s'attacha exclusivement, pendant presque toute sa vie, à la maison d'orfèvrerie Elkington, de Birmingham, qui lui assurait un travail permanent et rémunérateur. Parmi ses œuvres les plus connues, nous citerons un *Bouclier* offert à Napoléon III en 1855; la *Nuit,* bas-relief en repoussé; une table-guéridon avec un joli sujet, les *Songes,* exposée à Londres en 1862,

qui remporta la médaille d'honneur, et fut achetée par la ville de Birmingham pour être offerte à la princesse de Galles; un vase en argent et fer repoussé, avec deux figures : la *Musique* et la *Poésie*; ces deux pièces ont rendu son nom célèbre en Angleterre. Enfin, nous rappellerons parmi ses travaux les plus remarquables, le *Bouclier de Milton* (1867), actuellement au South-Kinsington muséum et le *Vase de l'Hélicon*, grand surtout de table qui lui valut la médaille d'honneur à Vienne en 1873, et fut offert à la reine d'Angleterre, par souscription, lors de son jubilé. Travailleur et artiste fécond, Morel Ladeuil n'a cessé de produire des chefs-d'œuvre qui font le plus grand honneur à cette école d'art décoratif français, trop peu appréciée chez nous, et dont il était un des plus illustres représentants. Il avait été décoré en 1878.

* * **MORIN** (Alexandre-Edmond), dessinateur et graveur, né au Havre en 1824, mort en 1890, fut d'abord destiné par sa famille au commerce, puis vint à Paris en 1846, et collabora aux journaux de Philippon : le *Journal amusant* et le *Musée cosmopolite*, avec un succès qui décida de sa vocation. Morin travailla ensuite à Londres pour des journaux anglais, notamment l'*Illustrated London News*, il ne revint en France que pour participer au lancement du *Monde illustré*, dans lequel il fit surtout de grandes pages allégoriques qui rencontrèrent beaucoup de faveur auprès du public. Dès lors il se livra à une production active, que lui permettait sa facilité de crayon, et il collabora à presque toutes les publications périodiques importantes de l'empire : la *Vie parisienne*, l'*Illustration*, le *Tour du monde*, l'*Univers illustré*, la *Semaine des enfants*, *Paris-Caprice*, le *Magasin pittoresque*, etc. En même temps il illustrait plusieurs ouvrages, *La Vie des animaux*, de Méry; la *Dame de Bourbon*, de Mary Lafon; l'*Hôtel des Haricots*, d'A. de Lassalle; *M. et Mme Cardinal*, d'Halévy; *Monsieur, Madame et Bébé*, de Droz. Ces dessins, parfois incorrects et lâchés, mais toujours traités avec esprit, avaient créé à Morin un nom qu'il pouvait croire durable. Pourtant il eut peine à vivre dans ses dernières années; le goût avait changé plus vite que son talent, et il n'était plus à la hauteur des préférences nouvelles. Graveur habile, Morin a laissé, en outre, plusieurs bonnes planches à l'eau-forte : portrait de *Ch. Monselet*, quatre planches pour les *Contes du lundi*, de Daudet; douze scènes parisiennes, exposées en 1869, et une suite de jolies vignettes pour les *Chroniques de Charles IX*, par Mérimée.

MOTEUR. *T. de mécan.* Les moteurs mettent en mouvement les machines réceptrices, en recueillant directement l'effort des forces naturelles, ou même en utilisant l'effort de certains liquides, ou fluides ayant dû subir une préparation préalable.

Parmi ces derniers les moteurs à vapeur ont pris une place tout à fait prédominante dans les préoccupations matérielles et morales de notre société contemporaine, en raison de la grande extension qu'ils ont reçue dans toutes les industries. Ces moteurs sont cependant fort loin de donner les résultats qu'on pouvait attendre d'un type satisfaisant, et nous remarquons à ce sujet dans l'article du *Dictionnaire*, qu'au point de vue théorique, malgré la faveur presque unanime qu'elle rencontre, la machine à vapeur doit être considérée cependant comme un appareil fort inférieur à bien d'autres types de moteurs thermiques. Il faut ajouter en outre que la machine à vapeur a, aujourd'hui, une existence industrielle deux fois séculaire : les ingénieurs les plus éminents, les chercheurs les plus intrépides se sont toujours attachés à l'améliorer, et elle est arrivée par suite à un degré de perfection qui ne laisse plus guère de place à des progrès ultérieurs. Il n'en est pas de même au contraire des machines à gaz, lesquelles sont nées d'hier; leurs applications sont toutes modernes et infiniment moins étendues que celles des machines à vapeur; leur théorie est à peine ébauchée, et de fait, l'indicateur de Wat appliqué sur ces moteurs, montre avec toute évidence que leur fonctionnement est même extrêmement éloigné des conditions théoriques assurant un rendement élevé.

Et cependant, si imparfaites qu'elles soient, les machines à gaz présentent déjà aujourd'hui un rendement théorique bien supérieur à celui des machines à vapeur. Ce fait si curieux n'est plus contestable aujourd'hui; on le trouvera d'ailleurs nettement établi dans le rapport général présenté par M. Hirsch devant le Congrès international de mécanique appliquée qui s'est tenu à l'occasion de l'Exposition de 1889. Une excellente machine à vapeur de l'industrie consomme, dit-il, par heure et par cheval effectif, une quantité de houille qui ne descend guère au-dessous de 1 kilogramme, et 1 kilogramme de bonne houille représente une puissance calorifique de 8,500 calories.

Une machine à gaz très ordinaire consomme par heure et par cheval effectif environ 1 mètre cube de gaz, dont la combustion développe en moyenne 5,300 calories; nous pourrions même citer de nombreuses expériences officielles pratiquées sur les moteurs Atkinson, Otto, etc., dont la consommation s'est abaissée au-dessous de 650 litres, c'est-à-dire, aux deux tiers à peine.

Ainsi, pour produire la même quantité de travail, la machine à gaz consomme un tiers de calorique et même la moitié en moins que la machine à vapeur; elle a donc un rendement théorique incontestablement meilleur, et encore, dans cette comparaison, comme le remarque M. Hirsch, s'agit-il d'une machine à vapeur à condensation parfaite, très soigneusement conduite et entretenue, et il faut considérer qu'on rencontre assez souvent dans l'industrie des machines consommant $1^k,5$ et même 2 kilogrammes. Observons à cet égard qu'une heure de cheval vapeur représente un travail de

$$75 \times 60 \times 60 = 270{,}000 \text{ kilogrammètres},$$

tandis que la combustion de 1 kilogramme de houille à 8,500 calories donnerait 3,612,500 kilogrammètres, c'est-à-dire que le rendement calorifique de la machine atteint au plus 7,5 0/0.

La machine à gaz au contraire, sur une puissance de 2,250,000 kilogrammètres, arrive à en utiliser 270,000 kilogrammètres, soit 12 0/0, et avec une consommation de 640 litres de gaz elle a même un coefficient d'utilisation qui atteint alors 22 0/0.

Il n'est pas contestable toutefois que, malgré cette infériorité théorique, la machine à vapeur ne possède jusqu'à présent la supériorité pratique, et elle est appelée sans doute à la conserver longtemps encore. Elle peut en effet s'installer facilement, se déplacer de même, elle est susceptible, en outre, de présenter cette perfection d'allure, cette régularité systématique que les machines à gaz ne peuvent atteindre et qui est si importante cependant, notamment pour les stations d'électricité ; on peut brûler enfin dans les foyers des chaudières toutes sortes de combustibles et particulièrement le charbon dont le prix relatif est nécessairement inférieur à celui du combustible gazeux qui en provient. Il ne faut pas se dissimuler cependant que dans bien des cas où le prix de revient du gaz peut être calculé sans majoration d'aucune sorte, il peut y avoir même avantage économique à employer le gaz comme moteur au lieu de la vapeur.

Dans une intéressante étude sur les moteurs à gaz figurant à l'Exposition universelle de 1889, M. Witz cite en effet le cas de la raffinerie de sucre Pleifer et Langen à Elsdorf, qui fabrique elle-même son gaz avec un prix de revient de 3 centimes et demi environ au mètre cube, elle s'en sert pour alimenter deux moteurs Otto de 60 chevaux ; on comprend que dans ces conditions la dépense du cheval-heure avec un moteur à gaz ne consommant que 600 à 700 litres puisse être inférieure à celle d'un cheval-vapeur ordinaire. Ce sont là toutefois des conditions un peu exceptionnelles, et si le moteur à gaz peut prétendre justement à la supériorité théorique, l'avantage économique reste encore à la machine à vapeur.

L'inconvénient principal du moteur à vapeur tient à la chaudière qu'il exige : l'installation en est toujours encombrante et elle peut être en même temps une source de dangers pour le personnel et même pour le voisinage. Dans bien des cas, en raison des entraves que l'administration oppose à l'installation des machines à vapeur, c'est même cette considération qui facilite le développement des autres types des moteurs thermiques moins dangereux à ce point de vue.

Il n'est donc pas téméraire de penser que ces types de machines, notamment, les moteurs à gaz, sont appelés à prendre en grande partie dans l'avenir, toutes les fois que la chose sera possible, la place des moteurs à vapeur, et cette substitution deviendra sans doute le point de départ d'une importante révolution dans la mécanique appliquée. — B.

Moteur à gaz. Les moteurs à gaz ont été l'objet d'une étude spéciale dans le *Dictionnaire*. Depuis lors plusieurs questions relatives à la théorie du fonctionnement de ces moteurs, ont été élucidées par les remarquables travaux de M. Aimé Witz ; et, d'autre part, plusieurs types nouveaux de moteurs à gaz sont venus s'ajouter à la liste de ceux qui existaient déjà et dont quelques-uns ont reçu des perfectionnements importants.

L'Exposition universelle de 1889 nous a fourni l'occasion de faire une revue générale des moteurs à gaz français et étrangers qui figuraient dans la galerie des machines et dans ses annexes. C'est le résumé de cette revue que nous allons exposer ici, en nous bornant à rappeler les moteurs dont la description a été déjà faite dans le *Dictionnaire*, et en donnant succinctement celle des nouveaux types qui ont été créés depuis la publication de notre première étude.

Au point de vue de la forme extérieure, les moteurs à gaz sont de deux genres : *moteurs horizontaux* et *moteurs verticaux* ; mais leur véritable classification est basée sur leur mode de fonctionnement, et peut s'établir comme suit :

PREMIER TYPE. **Moteurs à explosion sans compression.**		Lenoir (1er modèle), Otto et Langen, de Bisschop, Bénier, Noël, Forest, François, Laviornery, *Economic motor* (d'Amérique). *Pour mémoire* (de 1851 à 1860) : Bersanti, Matteuci, Hugon, Degrand.
SECOND TYPE. **Moteurs à explosion avec compression.**	1er genre : *A quatre temps.*	Otto, Lenoir (*nouveau modèle*), *Moteur Simplex* (Delamarre-Debouteville et Malandin), Niel, Charon, *Etincelle* (Gotendorf), Durand, Salomon et Tenting, Daimler, Diederichs Belmont et Chabout (*Moteur Sécurité*), Pers et Forest (*Delahaye*), Kœrting-Lieckfeld (*J. Boulet et Cie*), Lalbin, Adam, Ragot, Crossley, Taylor, Atkins, Martini.
	2e genre : *A deux temps.*	Clerck, Ravel (*Société des moteurs à gaz français*), Benz (*Roger*), Mire, *Le Stock port* (Andrew), Robson, Baldwin (*Otis, de New-York*).
	3e genre : *A un temps et demi.*	Griffin, Rollason.
TROISIÈME TYPE. **Moteurs à combustion avec compression préalable.**		L'éclipse (Simon et fils), Siemens, Crowe, Brayton, Foulis.

Les moteurs du premier type, à *explosion sans compression*, sont à double effet ou le plus généralement à simple effet. Le piston, durant sa marche en avant, aspire le mélange d'air et de gaz pendant une partie de sa course ; puis, l'admission ayant cessé, le mélange est enflammé et l'ex-

plosion se produit; elle pousse le piston en avant et lui fait achever sa course, après laquelle, la manivelle ayant franchi le point mort, le piston revient en arrière et chasse devant lui, dans l'atmosphère, les produits de la combustion du mélange gazeux.

Le cycle moteur du premier type, où en d'autres termes, la série des opérations qui s'effectuent périodiquement, se divise donc comme suit: 1° aspiration du mélange gazeux (gaz et air); 2° explosion de ce mélange; 3° détente; 4° échappement et refoulement des gaz brûlés.

Dans les moteurs du second type, *à explosion avec compression*, le mélange gazeux, au lieu d'être sous la pression atmosphérique, est comprimé préalablement à une pression notablement supérieure.

Le cycle se produit alors comme suit: 1° admission du mélange de gaz et d'air; 2° compression du mélange; 3° explosion; 4° détente; 5° échappement et expulsion des gaz brûlés.

Nous avons établi dans la classification qui précède, trois genres différents pour ce second type. Le premier, et le plus nombreux, est basé sur l'emploi du *cycle à quatre temps*, dont Beau de Rochas avait indiqué, en 1862, le principe et les avantages, mais dont la réalisation pratique n'avait pas été faite avant l'apparition du moteur Otto, en 1876. Dans ce groupe, le cycle s'accomplit généralement à l'aide d'un seul cylindre. Chaque opération du cycle comprend une course; il en résulte que quatre courses sont nécessaires, dont *une seule motrice*, d'où la dénomination de *cycle à quatre temps*, et il ne se produit pendant deux tours du volant qu'une seule explosion, d'un seul côté du piston.

Dans le second genre, dit *à deux temps*, le principe du fonctionnement dérive bien encore du cycle de Beau de Rochas, mais il a subi une modification importante afin d'obtenir à chaque tour de manivelle une explosion d'un même côté du piston, et d'avoir ainsi une marche plus régulière. Les quatre opérations du cycle sont alors effectuées en deux courses seulement. C'est Clerk qui a créé le premier modèle de machines de ce genre en 1879; les divers modèles imaginés depuis par plusieurs constructeurs, procèdent tous du même point de départ; ils ont tous une pompe de compression reliée par un conduit amenant le mélange gazeux à l'arrière du cylindre moteur.

Dans le troisième genre, le but que l'on se propose, contrairement aux autres types qui emploient le mélange gazeux aussi pur que possible, est de conserver dans ce mélange une certaine proportion de gaz brûlés pour empêcher l'explosion d'être trop rapide et rendre ainsi la marche du moteur plus uniforme. Le cycle à quatre temps s'allonge de deux courses, ce qui fait *six* temps, ou, pour chaque opération du cycle, *un temps et demi*; la première course en *avant* produit l'aspiration du mélange, la seconde en *arrière* la compression, la troisième en *avant* l'explosion et la détente, c'est la seule course motrice; la quatrième en *arrière* produit le refoulement et l'échappement des gaz brûlés; la cinquième course *avant* produit l'aspiration d'air pur, enfin la sixième *arrière* le refoulement de l'air pur à l'extérieur.

On a essayé aussi un troisième type de moteurs qu'on peut définir: *moteurs à combustion avec compression*, dans lesquels on s'est proposé de faire brûler graduellement le mélange gazeux, au lieu de le faire exploser. Quelques modèles ont été créés d'après ce principe en Angleterre et en Amérique: machines Brayton, Simon, Foulis, Crowe, Livesey, Siémens. La machine de Brayton est la plus pratique en ce genre; toutefois, ce type paraissant n'avoir donné lieu qu'à peu d'applications à l'étranger et n'ayant pas été reproduit en France, nous n'en parlons ici que pour mémoire. Les modèles Simon (l'Eclipse) et Siemens ayant été décrits déjà dans le *Dictionnaire*, nous n'ajouterons rien de plus au sujet de cette catégorie de moteurs.

On trouvera dans le *Traité théorique et pratique des moteurs à gaz*, par M. G. Chauveau, les renseignements les plus complets sur les trois types de moteurs que nous venons de citer, et sur les nombreux modèles de machines qui dérivent des deux premiers types, les seuls dont nous ayons à nous occuper ici.

Nous empruntons à cet excellent ouvrage le tableau suivant, qui établit une comparaison intéressante de ces types au point de vue de leur fonctionnement et de leur rendement.

Nature du moteur	Proportion de gaz dans le mélange	Température maximun T après l'explosion	Température t' à la fin de la détente	Compression en atmosphères	Rendement économique	Rendement générique	Consommation *théorique* de gaz par cheval-heure en litres
1er Type (sans compression) moteurs mixtes et à double effet.	1/11	1.868°	1.094°	»	0.29	0.34	400
	1/7	2.603	1.397	»	0.33	0.37	352
Moteurs atmosphériques.	1/11	1.869	442	»	0.53	0.62	219
	1/7	2.613	562	»	0.49	0.55	236
2e Type (avec compression).	1/11	1.988	913	3	0.45	0.52	258
	1/7	2.723	1.137	3	0.50	0.56	232
	1/11	2.053	843	5	0.51	0.59	227
	1/7	2.788	1.032	5	0.56	0.63	208
3e Type, à combustion avec compression.	1/11	1.723	1.174	3	0.28	0.34	415
	1/7	2.772	1.577	3	0.28	0.32	415
	1/11	1.788	1.008	5	0.38	0.45	306
	1/7	2.337	1.553	5	0.38	0.43	306

Les *moteurs mixtes* du premier type sont ceux dans lesquels la détente n'est poussée que jusqu'à la pression atmosphérique ; la catégorie des moteurs à *double effet* comprend ceux dans lesquels les opérations du cycle se reproduisent des deux côtés du piston, contrairement aux moteurs à *simple effet* dans lesquels ces opérations se font toutes d'un même côté du piston. Enfin, par la dénomination de *moteurs atmosphériques* il faut entendre ceux dans lesquels la détente est poussée jusqu'à une limite inférieure à la pression atmosphérique, de sorte qu'il se produise un vide plus ou moins prononcé sous le piston et que ce soit alors l'effet de la pression atmosphérique qui s'exerce sur ce piston pour le ramener en arrière, c'est à ce genre qu'appartenait le modèle vertical Otto et Langen, abandonné depuis la création du type horizontal Otto.

Nous allons maintenant passer en revue les principaux moteurs qui se rattachent aux deux premiers types, en nous arrêtant particulièrement à ceux dont la description n'avait pas été donnée dans le *Dictionnaire* ou qui ont été créés depuis lors.

MOTEURS DU PREMIER TYPE. Parmi les moteurs de ce type (sans compression), les moteurs Bénier et Bisschop ayant été décrits en détail dans le *Dictionnaire*, nous nous bornons à les rappeler ici. Nous ne parlerons donc que des deux autres modèles qui ont été créés ultérieurement.

Moteur Noël. Ce moteur n'a ni glissières pour guider la tige du piston, ni circulation d'eau ; il se réduit à un cylindre horizontal dont le piston actionne directement une bielle oscillante qui, par un renvoi articulé, met en mouvement l'arbre moteur. L'allumage se fait au moyen d'une étincelle électrique. Le régulateur agit directement sur l'admission du gaz qu'il supprime ou rétablit suivant la vitesse acquise. Ce moteur peut, en raison de sa grande simplicité, devenir d'un usage avantageux pour la petite industrie.

Moteur Forest. Ce modèle qui présente certains traits d'analogie avec le moteur Bénier, ayant été déjà décrit dans le *Dictionnaire*, nous n'aurons que peu de chose à ajouter à ce qui en avait été dit précédemment. Créé d'abord avec un tiroir rotatif, en 1882, il a été modifié en 1883 pour prendre sa forme définitive qui est très simple et d'une grande stabilité. Il est composé d'une plaque de bâti en fonte sur laquelle sont fixés tous les organes, cylindre, bielle, arbre moteur et volant ; ce bâti porte, en outre, une petite colonne creuse munie de quatre tubulures garnies de robinets : la première met en communication, par une poche en caoutchouc, le tuyau d'amenée du gaz avec le cylindre ; la seconde alimente le bec veilleur, la suivante le bec allumeur ; enfin, la dernière, au bas de cette colonne, reçoit l'arrivée du gaz venant du compteur. Le refroidissement du cylindre est obtenu par une lame d'hélice venue de fonte autour de la paroi extérieure.

MOTEURS DU DEUXIÈME TYPE A EXPLOSION AVEC COMPRESSION. *Premier genre. Moteurs à quatre temps. Moteur Otto.* Nous ne reviendrons pas sur la description de ce moteur, donnée avec de longs détails dans le *Dictionnaire* ; nous dirons seulement que depuis lors, des modèles nouveaux, à deux et même à quatre cylindres, ont été créés pour des machines puissantes destinées notamment à la production de la force motrice pour les stations centrales d'électricité. La machine de 100 chevaux, qui fonctionnait à l'Exposition de 1889, était à 4 cylindres, afin de réduire leurs diamètres aux moindres dimensions possibles, pour faciliter le graissage et le refroidissement. Ce moteur de 100 chevaux se remarquait aussi par une innovation ingénieuse employée pour la mise en marche. Elle consiste en un treuil accouplé sur l'arbre moteur, du côté opposé au volant, et se débrayant automatiquement dès que plusieurs inflammations ont assuré la marche de la machine ; ce treuil est actionné par un moteur accessoire de 1 à 2 chevaux qu'on met en mouvement de la façon ordinaire et qui, une fois en marche, permet de mettre le treuil en action pour lancer le moteur de 100 chevaux.

Un autre type de moteur Otto, également intéressant et spécialement destiné aux petites forces, a été créé sous la dénomination de *moteur domestique*, par la Compagnie française des moteurs à gaz. Son bâti vertical constitue une double enveloppe à circulation d'eau, dont le cylindre occupe le centre et dont la partie supérieure porte l'arbre moteur ; l'une des extrémités de cet arbre reçoit la poulie et le volant, l'autre actionne les organes d'admission et d'échappement du gaz. Un des détails caractéristiques de cette disposition, consiste dans la manière dont le régulateur à pendule fait agir la soupape d'échappement, et dans le fonctionnement de la soupape automatique d'admission. Cette soupape sert à l'arrivée du gaz et à la formation du mélange détonant.

Le tube allumeur est en communication constante avec l'intérieur du cylindre. Le mécanisme de distribution se réduit à la tige qui descend par la pression d'une came et qui remonte avec la soupape d'échappement poussée par un ressort à boudin. Cette tige ouvre la soupape d'échappement quand elle descend et le referme quand elle remonte sous l'impulsion du ressort. La soupape d'admission du gaz s'ouvre pendant l'aspiration du piston ; elle est actionnée par un crochet placé au bout du levier du régulateur à pendule, au moment où la tige se meut de bas en haut, et cette soupape se ferme quand la tige redescend. Si la vitesse de la machine tend à augmenter, l'inertie du poids produit son effet, et le levier se dirige vers la droite ; il passe, dans ce mouvement, à côté du crochet de la soupape d'admission sans s'y accrocher ; il s'ensuit que la soupape reste fermée, et l'accélération s'atténue faute d'admission nouvelle de gaz jusqu'à ce que la vitesse soit redevenue normale. Dès que le mouvement se ralentit jusqu'à une limite déterminée, le crochet du levier reprend son office et rouvre la soupape d'admission du gaz. Cette soupape n'est fermée que pendant la période d'échappement, et aucune quantité de gaz ne peut s'échapper ni pendant l'échappement ni pendant la compression.

Tel est, dans son ensemble, le fonctionnement de ce moteur appelé à rendre de nombreux services dans les divers cas où les petites forces de 1/8 à 1/4 de cheval trouvent leur application.

Moteur Lenoir. Décrit longuement dans le *Dictionnaire*, ce moteur ne figure ici que pour mémoire, à la place que son mode de fonctionnement et ses qualités lui donnent parmi les moteurs à compression. Le type nouveau de moteur Lenoir à deux cylindres, que construit la Compagnie parisienne du gaz, n'a qu'un mouvement unique de distribution commun aux deux cylindres fixés en porte-à-faux sur le bâti en fonte.

MM. Rouart frères construisent des types de moteurs Lenoir à un seul cylindre, pouvant fonctionner soit avec le gaz, soit avec l'air carburé, au moyen de l'essence de pétrole connue sous le nom de *gazoline*.

Le type destiné à fonctionner avec la gazoline a reçu la dénomination de *moteur agricole*, parce que étant installé sur un bâti porté par quatre roues, comme les locomobiles à vapeur, il peut être utilisé dans les localités où le gaz n'existe pas, et qu'il se prête ainsi aux travaux divers des exploitations rurales.

Avec le même type de moteur fonctionnant par l'essence de pétrole ou gazoline, MM. Rouart frères ont créé un modèle de canot qu'on a pu voir à l'Exposition de 1889. Il mesure 7 mètres de longueur sur $1^{m},65$ de largeur au maître couple. Le moteur qui le met en marche se compose de deux cylindres superposés ; l'arbre moteur vertical est relié à sa partie inférieure avec un volant disposé horizontalement, dont le poids ainsi reporté vers le fond du bateau contribue à lui donner plus de stabilité.

Les changements de marche se font aisément au moyen d'un levier qui, suivant les trois positions qu'il peut prendre, produit la marche en avant, la marche en arrière, ou la marche à vide en cessant d'actionner l'hélice.

Le canot avec moteur à essence de pétrole offre ainsi aux amateurs de sport nautique un excellent moyen de se livrer à cette agréable distraction. Au lieu de la surveillance d'un générateur de vapeur, toujours délicate, si tant est qu'elle ne soit pas dangereuse, et que ledit générateur puisse être véritablement inexplosible, on n'a besoin que d'emporter une petite quantité de gazoline dont la consommation est d'environ 400 à 500 grammes par cheval et par heure, et il n'y a aucun risque d'explosion.

Les dispositions du carburateur employé sont les mêmes pour le moteur agricole et pour les moteurs fixes à pétrole.

Moteur Simplex (système Delamarre, Debouteville et Malandin). Le fonctionnement de ce moteur est analogue à celui du genre Otto ; mais sa construction présente plusieurs particularités qui justifient la dénomination par laquelle ses auteurs l'ont caractérisé. A la description qui en a été donnée dans le *Dictionnaire*, nous ajouterons quelques renseignements complémentaires qui confirmeront les bons résultats qu'on avait pu attendre de ce moteur dès son apparition.

MM. Delamarre-Debouteville et Malandin ont imaginé un *self starting* ou appareil automatique de mise en marche, composé d'un robinet auxiliaire permettant d'introduire un mélange détonant dans le cylindre ; il fournit, en outre, le moyen d'arrêter la machine au point voulu pour que ce mélange puisse être enflammé dès son introduction et que son explosion lance la machine du premier coup.

On a pu remarquer à l'Exposition de 1889, sur la berge de la Seine, près du pont d'Iéna, un moteur Simplex de 100 chevaux à un seul cylindre, dont le diamètre intérieur était de 575 millimètres et la course de 950 ; il avait été construit par MM. Matter et C^ie^, de Rouen. On l'alimentait avec du gaz à l'eau système Dowson.

M. A. Witz a présenté, dans la séance du 20 octobre 1890 de la Société d'encouragement, un rapport très intéressant sur les essais auxquels il a soumis ce moteur de 100 chevaux. Ses expériences ont duré soixante-huit heures consécutives et ont fourni les résultats suivants :

Travail effectif.	75.86 chevaux.
Consommation d'anthracite par cheval-heure effectif.	576 grammes.
Consommation de coke par cheval-heure effectif.	96 —
Total.	672 grammes.
Consommation d'eau par cheval-heure effectif.	$60^{l},687$
Consommation d'huile et graisse par cheval-heure effectif.	$4^{k},20$

Ces chiffres montrent que les moteurs à gaz de grande dimension peuvent donner, par l'adjonction des gazogènes, des résultats fort économiques et que dans ces conditions les moteurs à gaz de grande puissance peuvent entrer en parallèle et lutter avantageusement avec les moteurs à vapeur.

Dans une intéressante comparaison établie par M. Witz entre deux moteurs de 75 chevaux, l'un à vapeur, l'autre à gaz (moteur Simplex, alimenté par un gazogène Dowson), pour un travail de dix heures, en tenant compte de tous les éléments de la dépense pour la production d'une même somme de force motrice, le prix de revient du moteur à vapeur ressort à 47 fr. 92, tandis que celui du moteur à gaz n'est que de 39 fr. 61, d'où résulte pour le moteur à gaz une économie de 8 fr. 31 par jour, soit 2,493 francs pour une année de 300 jours de travail.

Moteur Niel. Ce moteur est un des plus nouveaux qui aient été construits sur le principe du cycle à quatre temps ; sa construction présente plusieurs détails originaux qui ont marqué déjà sa place au rang des meilleurs systèmes en pratique aujourd'hui.

Parmi ses dispositions caractéristiques, nous signalerons d'abord l'organe distributeur constitué par un robinet conique qui, en effectuant une révolution pendant deux tours de manivelle, produit successivement l'introduction, puis l'allumage et la détente du mélange détonant dans le cylindre. L'allumage se fait par l'intermédiaire

d'un inflammateur composé d'un petit tube en fer porté à l'incandescence par un jet de chalumeau à gaz. L'admission du mélange de gaz et d'air ne se produit que pendant les deux tiers de la course ; il s'ensuit que le volume admis est moindre qu'une cylindrée et la détente se prolonge davantage.

Comme détail particulier nous signalerons encore la combinaison adoptée pour le réglage de la vitesse, au moyen d'un excentrique imprimant un mouvement d'oscillation à un petit bras de levier sur lequel est articulée une pièce ayant la forme d'une étoile à trois branches; cette pièce permet d'allonger ou de raccourcir la course du ressort, et de faire ainsi varier, par le simple déplacement d'une vis, la vitesse du moteur suivant les besoins du travail à effectuer. La figure 671 montre l'ensemble d'un moteur de la force de 8 chevaux, et nous donnons ci-dessous les résultats d'essais exécutés par M. Lalande, ingénieur-électricien, sur un moteur Niel de 4 chevaux.

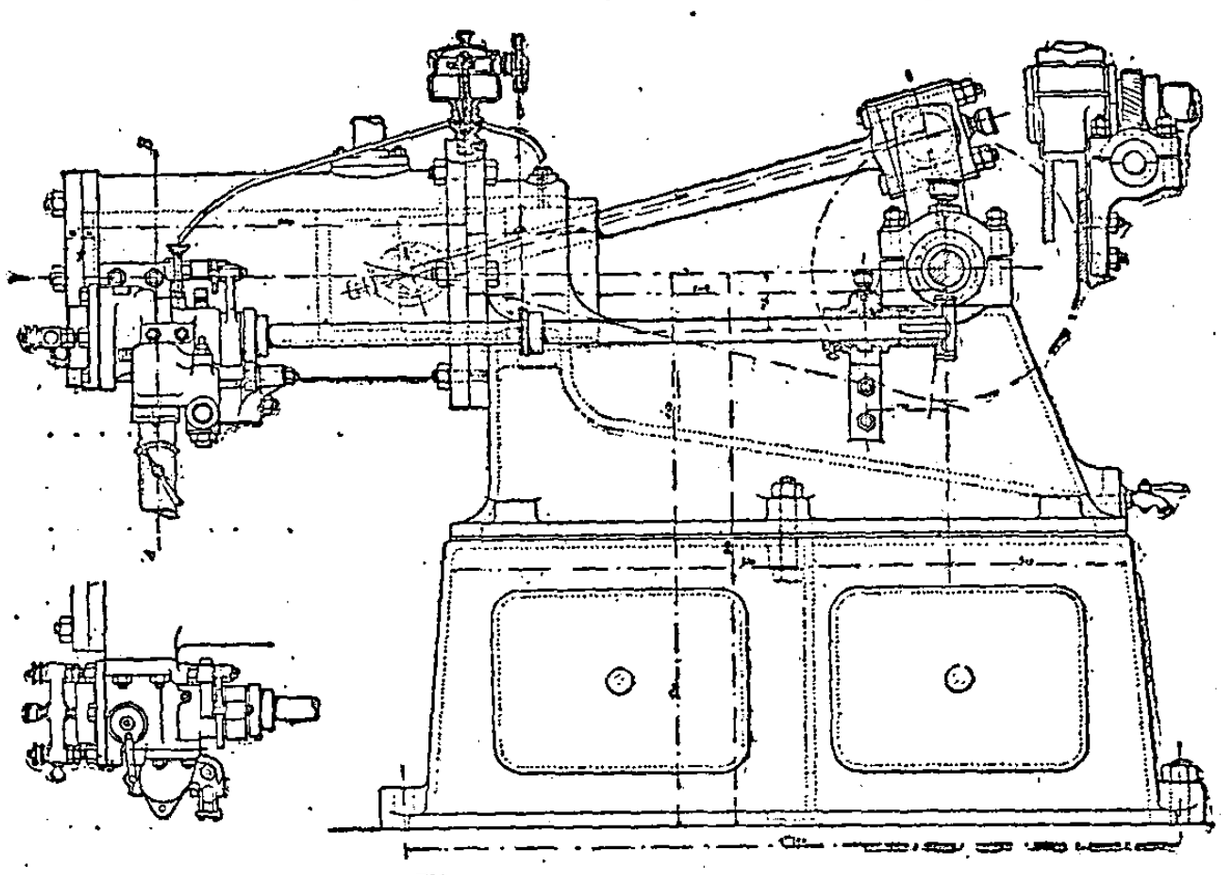


Fig. 671. — *Moteur Niel.*

Gaz par heure en litres	Puissance au frein	Eau par heure en litres	Température initiale de l'eau	Température finale	Vitesse en tours par minute
2.000	2chev,1	50	18°	57°	160
2.420	3.1	50	18	77	162
3.114	3.9	126	20	63	158
3.420	4.3	127	20	67	160
3.750	4.7	127	20	69	160

Ces chiffres indiquent que la consommation de gaz par cheval-heure, pour la vitesse normale de 160 tours, a été de 800 litres environ. Le rendement mécanique déduit des diagrammes obtenus avec un indicateur a été de 80 0/0.

Moteur Charon. Ce modèle se distingue par plusieurs particularités dignes d'intérêt. Celle qui le caractérise surtout et le différencie des autres systèmes, consiste dans la *compression et la détente rendues variables par l'action du régulateur*, et principalement *le prolongement de cette détente*, qui permet une meilleure utilisation du calorique et un abaissement plus grand de la température des produits gazeux à l'échappement. Le régulateur commande une double came, dont la première partie agit sur la soupape d'admission et la seconde sur une soupape de retenue placée sur le côté de la culasse du cylindre. C'est par le jeu de cette dernière soupape qu'est réglée la proportion plus ou moins grande de mélange détonant qui reste dans le cylindre, selon la plus ou moins grande vitesse acquise par le moteur.

L'inflammateur est analogue à celui des moteurs Lenoir ; c'est une bougie en porcelaine traversée par deux fils de platine reliés aux pôles de la bobine d'induction et faisant jaillir une étincelle au moment précis où un petit levier établit le contact entre ces deux pôles.

Moteur étincelle. Ce moteur, désigné sous la dénomination de *l'étincelle*, et construit dans les ateliers de M. Gotendorff, est dû à MM. Gavillet et Martaresche. Il se fait remarquer, au premier abord, par la simplicité de ses formes et la réduction du nombre des pièces en mouvement. Nous signalerons notamment, parmi les détails qui le caractérisent, les deux suivants : d'abord l'allumage, produit par une petite machine magnéto-électrique, placée au-dessous du cylindre et à l'arrière du bâti, supprimant, par conséquent, l'embarras et les frais d'entretien des piles ; et, en second lieu, l'utilisation de la capacité intérieure du socle en fonte pour en former le réservoir de l'eau destinée au refroidissement du cylindre. Cette simplification de l'installation est assez heureuse, à la condition de ne pas avoir à l'appliquer à un moteur de grande puissance.

Moteur Salomon et Tenting. Ce modèle, à quatre temps, se distingue au premier abord par sa forme très ramassée et par l'absence de tiroir ; il fonctionne sans eau pour le refroidissement qui s'opère, comme dans plusieurs autres types, par des ailettes existant sur la paroi extérieure du cylindre. L'inflammation du mélange détonant se fait par une étincelle électrique que produit une bobine d'induction mise en jeu par une pile ; mais au lieu d'obtenir les étincelles par une succession de contacts métalliques, le courant est continu et l'étincelle est produite, au moment voulu, par une dérivation du courant.

Moteur Pers et Forest. Ce moteur, construit par M. E. Delahaye, à Tours, présente une disposition originale : il se compose de deux pistons adossés dans un même cylindre, et le mélange explosif

détone entre ces deux pistons qui agissent sur deux manivelles formant entre elles un angle de 180° sur le même arbre moteur, par l'intermédiaire de deux balanciers et de bielles de retour. Les tiroirs sont remplacés par des soupapes. L'allumage se fait au moyen d'une petite machine magnéto-électrique placée à l'une des extrémités du bâti.

Moteur Lalbin. Encore un moteur de création récente et d'une disposition originale : il est formé par la combinaison de *trois cylindres moteurs* actionnant un même arbre, ce qui produit une grande régularité de marche. Chacun des cylindres réalise successivement son cycle à quatre temps. Le mode de construction de ce moteur a pour résultat une réduction notable de poids pour une même force nominale ; un moteur de 8 chevaux ne pèserait que 280 kilogrammes ; soit 35 kilogrammes par cheval. Aussi l'auteur s'est-il proposé d'appliquer ce moteur à la locomotion et à la navigation de plaisance.

Moteur Kœrting-Lieckfeld. Construit en France par MM. Boulet et C^ie^, ce type de moteur est vertical. L'admission et l'échappement se font par deux soupapes disposées côte à côte vers la base du bâti. Le mode d'allumage, basé sur l'emploi d'une flamme de gaz, présente une disposition originale.

Pour terminer cette liste de moteurs à quatre temps, nous citerons encore les principaux systèmes qui se construisent à l'étranger, le type Otto admirablement appliqué par MM. Crossley, constructeurs à Manchester ; les moteurs Heinen, Buss et Sombard, Adam, Ragot, en Belgique ; le moteur Martini, en Suisse.

Deuxième genre. *Moteurs à deux temps avec compression.* Les principaux modèles de cette catégorie sont les moteurs Ravel, Benz, Mire, Taylor (Angleterre) et Baldwin (Etats-Unis).

Moteur Ravel. Ce moteur exploité par la *Société Nouvelle des moteurs à gaz français*, présente l'aspect général des autres types à cylindre horizontal. Mais son cycle à deux temps, et les détails des organes de distribution et d'échappement, constituent son caractère essentiel et distinctif.

Moteur Benz. Le point caractéristique du moteur Benz, construit par M. Roger, en France, est d'avoir supprimé l'adjonction d'un cylindre spécial de compression et d'un récipient spécial pour le mélange détonant comprimé : la compression du mélange est produite dans le cylindre même, à chaque tour de l'arbre moteur. La pompe de compression, montée sur le bâti, est munie d'un piston plongeur. L'évacuation des gaz brûlés et la communication avec le réservoir d'air comprimé se font au moyen de deux soupapes. Le gaz, amené par la conduite d'alimentation, passe d'abord par une soupape d'aspiration dont les mouvements sont subordonnés à l'action directe du régulateur. L'allumage s'effectue au moyen d'une étincelle électrique produite à l'extrémité d'un inflammateur dans l'intérieur du cylindre.

Parmi les moteurs étrangers qui se rattachent à la catégorie des *moteurs à deux temps*, nous signalerons encore :

Le *moteur Taylor*, qui se construit sous deux formes, le type horizontal (*The Midland*) et le type vertical (*The Dot*).

Le *moteur Baldwin*, qui mérite une mention particulière à cause de ses dispositions originales. MM. Otis, de New-York, les constructeurs de ce moteur, avaient annoncé comme suit cette originalité pendant l'Exposition de 1889 : *Pas de tiroir, pas de tige d'excentrique, pas de came, pas de soupape de décharge.* On ne voyait, en effet, d'autres pièces en mouvement que le piston, la bielle et la manivelle. Les organes de distribution sont ingénieusement dissimulés dans le bâti, qui renferme une sorte de caisse munie d'orifices avec soupapes automatiques et qui remplit le rôle de réservoir d'air et de gaz.

Troisième genre. *Moteur à six temps. Moteur Griffin.* Il était exposé dans la section anglaise, par M. Pierson. Son cycle est réglé de façon à ne produire que 2 explosions pour 3 tours, mais comme il est à double effet, il produit en réalité une explosion par tour et demi. Le cycle se décompose comme suit : *1^er^ temps*, aspiration du mélange d'air et de gaz ; *2^e^ temps*, compression du mélange ; *3^e^ temps*, explosion et détente ; *4^e^ temps*, refoulement des gaz brûlés ; *5^e^ temps*, aspiration d'un *petit volume d'air* pour compléter l'expulsion des gaz brûlés ; *6^e^ temps*, échappement de ce dernier volume d'air.

L'allumage se fait au moyen d'une flamme de gaz dans une cavité du tiroir d'admission. L'échappement a lieu par deux soupapes que des cames ouvrent à chaque tour et demi pour effectuer alternativement à l'avant et à l'arrière du cylindre la décharge des gaz brûlés.

Moteur à pétrole. Sous cette dénomination on comprend généralement tous les moteurs qui fonctionnent avec de l'essence légère de pétrole (gazoline ou autre analogue) employée pour carburer l'air et former avec lui, comme on le fait avec le gaz, un mélange détonant. Quelques moteurs cependant emploient directement le pétrole à l'état liquide.

Nous avons déjà parlé des *moteurs à pétrole* dans le *Dictionnaire* et nous savons que la plupart des moteurs fonctionnant avec le gaz peuvent également fonctionner avec l'air carburé par l'essence de pétrole ; il suffit de leur adjoindre un carburateur d'une disposition convenable. Toutefois, nous ferons remarquer que l'emploi des carburateurs pour remplacer le gaz n'a d'intérêt que dans certains cas particuliers comme, par exemple, dans les localités dépourvues de gaz, ou pour les moteurs agricoles, les canots de plaisance, etc. Si l'on voulait appliquer l'essence de pétrole pour des moteurs d'une assez grande puissance et d'un fonctionnement continu, le prix de revient de l'air carburé serait trop onéreux et ne présenterait pas d'avantage sur les moteurs à vapeur. La plupart des moteurs que nous avons passés en revue pouvant, comme nous l'avons dit, marcher à l'essence de pétrole, nous nous bornerons

ici à citer d'autres types qui, pouvant également fonctionner avec le gaz, sont plus spécialement destinés à marcher avec du pétrole même à une assez forte densité: ce sont les moteurs Daimler et Durand.

Le plus curieux, à première vue, est sans contredit le moteur Daimler ; tous ses organes essentiels, ainsi que son volant, sont renfermés dans une enveloppe reliée au cylindre moteur et constituent le bâti de l'appareil. L'inflammation se produit au moyen d'un petit tube de platine chauffé extérieurement et mis en communication constante avec l'intérieur du cylindre.

Le moteur Durand se fait remarquer surtout par les ingénieuses dispositions de son carburateur et par l'inflammation au moyen d'un appareil magnéto-électrique.

Les moteurs qui emploient directement le pétrole à l'état liquide sont les moteurs Brayton, en Amérique, Ragot, en Belgique, et le moteur Sécurité, inventé en France par MM. Belmont, Chabout, et Diederichs. Ce dernier emploie du pétrole lourd, échauffé au moyen d'un petit serpentin qui est contenu dans un récipient où débouche le tuyau d'échappement. Le pétrole est volatilisé durant son passage dans cet appareil, puis mélangé à l'air en proportion convenable pour former le mélange détonant dans le cylindre moteur. Les dispositions de cette machine, qu'on a pu voir fonctionner à l'Exposition, sont ingénieuses, mais un peu compliquées, et son usage ne paraît pas encore devoir se substituer aux moteurs à air carburé qui sont plus simples et qui fonctionnent aussi facilement, bien que moins économiquement, qu'avec le gaz. — G. J.

Bibliographie : A. Witz : *Etude sur les moteurs à gaz tonnant*, édit. Gauthier-Villars, Paris; *Etude théorique et pratique des moteurs à gaz*, édit. Bernard et Cie, Paris. — Ch. Wehrlin : *Les moteurs à gaz et les moteurs à pétrole à l'exposition universelle de 1889*, édit. Bernard et Cie, 1890; *Revue technique de l'Exposition universelle de 1889*, publiée sous la direction de Ch. Vigreux fils, édit., Bernard et Cie. — G. Chauveau : *Traité théorique et pratique des moteurs à gaz*, édit. Baudry et Cie, 1891.

Moteur à vapeur. *T. de mécan.* Nous avons rappelé brièvement à ce mot dans le *Dictionnaire* l'histoire sommaire de ce moteur qui peut être considéré encore aujourd'hui en quelque sorte comme l'emblème nécessaire de l'industrie, et nous avons examiné en outre les types de machines les plus intéressantes parmi celles qui répondaient aux tendances actuelles. Depuis la publication de cet article, ces appareils, dont le type peut être définitivement fixé depuis longtemps, n'ont guère subi que des modifications de détail, et l'Exposition de 1889 n'a revélé, en effet, aucune disposition entièrement nouvelle. Nous n'avons donc rien de particulièrement important à signaler ici; nous rappelerons seulement les tendances caractéristiques que nous avions mentionnées déjà, mais qui se sont révélées à cette occasion d'une manière indiscutable.

On s'attache surtout en vue des besoins créés par les stations d'électricité, à obtenir des moteurs à vitesse rapide capable d'actionner directement les dynamos, moteurs qui sont d'un faible volume et d'un poids réduit afin d'en rendre l'installation facile et qui sont munis en même temps de distributions étudiées pour une marche économique.

On est arrivé ainsi à préparer des moteurs atteignant des vitesses de 150, 200, ou 300 tours à la minute au lieu de 60 dont on se contentait auparavant; on a donné en même temps aux pistons des machines fixes des vitesses comparables à celles des locomotives, atteignant par conséquent 3, 4, 5, et même 7 mètres à la minute.

Ces conditions de marche rapide ont montré la nécessité de modifier un grand nombre de détails de construction de machines, surtout en ce qui concerne le graissage : on s'est attaché en effet à augmenter la surface de portée des pièces frottantes, coulisseaux, glissières, tourillons et coussinets, à les munir de garnitures en métal antifriction adoucissant les frottements, on a eu recours en même temps aux dispositifs assurant d'une manière continue et souvent même automatique, un graissage toujours suffisant.

On a donc donné un grand développement aux graisseurs de types perfectionnés; dans les installations de machines, on s'est attaché à les mettre bien à la main du mécanicien qui peut les surveiller, et on les rattache par des conduites convenables à toutes les surfaces frottantes qu'ils doivent lubrifier.

Il est très intéressant de signaler, spécialement à ce point de vue, le dispositif du graissage adopté sur le turbo-moteur Parsons qui atteint la vitesse excessive de 10,000 tours à la minute. L'huile de graissage y est animée d'un mouvement de circulation continue commandé par le régulateur lui-même de la machine.

L'exemple des chemins de fer a donné en même temps une grande extension à l'usage des huiles minérales; celles-ci sont préparées maintenant dans des conditions d'épuration variables, suivant l'usage qui leur est destiné et elles arrivent à remplacer peu à peu et avec avantage les huiles organiques, animales ou végétales.

Dans d'autres cas, on s'est attaché à équilibrer les pièces frottantes pressées par la vapeur comme les tiroirs dans les boîtes de distribution, pour atténuer l'énorme travail qu'elles absorbent et diminuer la consommation d'huile de graissage.

On renonce d'ailleurs autant que possible aux types de machines à condensation intérieure qui permettent le retour à la chaudière des matières de graissage entraînées avec la vapeur condensée. Ce retour offre moins d'inconvénients avec les huiles minérales qu'avec les huiles organiques, mais néanmoins il convient de l'éviter. Lorsqu'on veut recourir à l'utilisation par mélange direct de la vapeur d'échappement pour réchauffer l'eau d'alimentation, il convient de prendre des précautions spéciales pour dégraisser la vapeur, et nous en avons cité un exemple à l'article Locomotive en parlant des appareils dégraisseurs imaginés à cet effet par la Compagnie d'Orléans. C'est

là toutefois une application dont on ne rencontre guère d'exemple sur les machines fixes.

On peut dire, d'autre part, que toutes les fois qu'on n'a pas de raison spéciale de le faire, on applique de moins en moins la condensation sur les machines à vapeur, quel qu'en soit le type, car la marche de ces machines est toujours lente, l'installation dispendieuse et encombrante.

L'augmentation de vitesse de marche a obligé en même temps à prendre des précautions spéciales pour l'installation même des machines sur leurs fondations, en vue d'arrêter la transmission des vibrations, des secousses et ébranlements de toute nature qu'elles communiquent au sol et aux objets voisins.

Cette obligation s'imposait d'une manière particulièrement impérieuse dans les stations d'éclairage électrique installées souvent à l'intérieur même des villes dans des locaux toujours confinés entre des habitations très rapprochées. Nous examinerons dans un article spécial (V. VIBRATION) les dispositions qu'on peut adopter à cet effet.

Une autre exigence connexe de la marche à grande vitesse qui s'est imposée également pour les machines destinées à conduire les moteurs électriques, a été celle de la régularité de marche, et elle a obligé à améliorer beaucoup l'installation et le fonctionnement des régulateurs. Les variations de vitesse présentent, en effet, comme on sait, les plus grands inconvénients au point de vue de la production de l'énergie électrique ; il a donc fallu appliquer des types de régulateurs capables de les prévenir d'une manière absolue. Nous en avons cité quelques exemples à l'article RÉGULATEUR du *Dictionnaire*. Mentionnons aussi le dispositif de réglage de vitesse du turbo-moteur Parsons marchant à 10,000 tours à la minute ; ce réglage est obtenu au moyen d'un ventilateur qui ouvre plus ou moins la valve d'admission d'une manière inversement proportionnelle à l'action d'un champ magnétique variable et réglé par l'appel d'air qu'il détermine. Ce mouvement de la valve s'opère sans exiger aucun effort de l'appareil régulateur, et donne un résultat tout à fait satisfaisant. M. Polonceau signale ce curieux appareil dans la remarquable conférence qu'il a faite devant le Congrès mécanique appliquée de 1889, et en parlant du régulateur, il fait observer qu'il est possible de faire varier graduellement la charge de la machine, depuis zéro jusqu'à son maximum de puissance, sans atteindre une variation de plus de 1 0/0 dans la différence de potentiel.

L'accouplement des moteurs à vapeur et des machines électriques a présenté aussi des difficultés, en raison de la nécessité de transmettre à celles-ci un effort moteur bien constant n'éprouvant que peu de variations, même pendant la durée de chaque tour de roue, et on a créé à cet effet des manchons élastiques qui atténuent dans la transmission ces variations inévitables en principe, d'après la théorie même de la machine à vapeur.

Toutes ces considérations ont amené à rechercher des types des machines de formes ramassées occupant peu de volume, dont les mécanismes soient bien protégés et qui donnent en même temps une grande uniformité à l'effort moteur. C'est là une des raisons de la faveur accordée aux dispositions comme celles de la machine Westinghouse, comportant trois cylindres placés dans le même bâti rayonnant autour du même axe. On obtient ainsi un mouvement très régulier, sans aucun à-coup, les mécanismes sont complètement abrités, et l'installation en est très simple et facile. Nous avons donné d'ailleurs dans le *Dictionnaire*, divers types de ces machines rapides qui se répandent aujourd'hui de plus en plus.

Cette condition de réaliser une installation peu encombrante a amené aussi à augmenter peu à peu la pression de marche des machines et des chaudières qui les alimentent. Autrefois, on se contentait de pressions de 5 à 6 kilogrammes, tandis qu'on arrive aujourd'hui à 7, 8, 10 et même à 12 kilogrammes sur les machines fixes : les chaudières de locomotives atteignent actuellement 14 et 15 kilogrammes. Cette augmentation du timbre se trouve facilitée, d'ailleurs, par la substitution du métal fondu au fer puddlé dans la construction des chaudières ; on peut obtenir ainsi, en effet, une résistance plus forte avec une épaisseur moindre de métal. D'autre part, le travail de chaudronnerie proprement dit a fait des progrès fort sensibles depuis l'application des machines hydrauliques pour le forage des trous et surtout la pose des rivets.

Nous avons donné, d'ailleurs, de nombreux détails utiles à cet égard aux articles CHAUDRONNERIE et CHAUDIÈRE, et nous avons décrit au *Supplément* certains types récents de chaudières qu'on applique fréquemment aujourd'hui, comme les divers types multitubulaires pour alimenter les machines à vapeur.

Une des difficultés qu'on a rencontrées dans la marche à haute pression est résultée du fonctionnement des injecteurs, mais on a réussi à en triompher avec certains types qui peuvent alimenter à haute pression.

Avec les chaudières multitubulaires, on a dû recourir, d'autre part, à des dispositions spéciales pour assurer le séchage de la vapeur.

La distribution elle-même de la vapeur a subi également des modifications importantes, car on a dû s'efforcer, dans la marche à haute pression, d'obtenir des détentes prolongées afin de tirer de la vapeur tout l'effet utile dont elle est susceptible. C'est la raison qui a inspiré les applications de plus en plus générales des distributions compound.

En scindant en quelque sorte la détente pour la répartir entre deux ou plusieurs cylindres différents, on trouve l'avantage d'éviter, pour chacun de ces cylindres, les chutes de température trop brusques amenant des condensations de vapeur à l'admission qui réduisent d'autant le travail utile.

On peut dire, sans exagération, que les machines compound formaient en quelque sorte la caractéristique de l'Exposition de 1889, car elles constituaient les 9/10 des machines exposées. Il

faut observer, en outre, que ces machines se rapportaient presque toutes à un type unique, celui où les deux cylindres horizontaux sont parallèles et séparés par le volant. On y rencontrait, d'ailleurs, tous les perfectionnements actuels dans l'installation, comme le bâti à baïonnette imaginé d'abord pour les machines Corliss, les distributeurs à déclic qui conviennent très bien pour les machines à marche relativement lente.

On trouvait aussi un grand nombre de machines compound à marche rapide type pilon destinées à l'éclairage électrique. On rencontrait, enfin, un certain nombre de machines fixes à triple et même quadruple expansion.

Signalons, parmi les machines fixes, les curieuses machines compound à double et simple effet à distribution centrale, système Brown, qui figuraient à l'Exposition de 1889. Dans ces machines, le cylindre à haute pression occupe le cercle intérieur et son piston agit sur une manivelle centrale; le cylindre à basse pression est de forme annulaire et entoure le cylindre central, tandis que son piston commande deux manivelles placées de chaque côté. Ces pistons marchent en sens inverse, et les forces vives se compensent mutuellement. La machine présente, par suite, un fonctionnement très doux malgré la grande vitesse de marche atteignant 150 tours à la minute.

La distribution présente des difficultés spéciales dont M. Brown a pu triompher par des dispositifs très ingénieux, dont on trouvera la description dans la conférence déjà citée de M. Polonceau.

Sur les machines marines, l'application de la double détente s'est répandue à partir de 1860; elle a immédiatement amené une diminution considérable dans la consommation de charbon; on peut même dire, à ce point de vue, qu'elle a été la cause prédominante de la grande extension que la navigation à vapeur a pu recevoir depuis ces trente dernières années, et c'est elle qui a déterminé, par suite, toutes les grandes conséquences d'ordre général qui en ont résultées au point de vue politique et économique. Jusque-là, en effet, les navires à vapeur ne pouvaient entreprendre de longs parcours sans se ravitailler continuellement de charbon, tandis que l'application des machines compound leur a permis d'augmenter graduellement la longueur de leurs étapes sans avoir à renouveler leur provision de combustible; ils ont pu, par suite, se substituer à la navigation à voile.

L'avantage de la double détente s'est clairement manifesté dès qu'on a dépassé les pressions de 2 kilogrammes qui étaient alors usuelles, et on les a augmentées peu à peu pour atteindre la pression de régime de 4 à 5 kilogrammes qui était encore considérée, en 1878, comme une haute pression. Celle-ci a été dépassée elle-même, et on arrive aujourd'hui, dans la marine, à des pressions de 7, 8, 10 et même 12 kilogrammes, pour lesquelles la triple et même la quadruple détente présente les mêmes avantages que la double détente pour les pressions inférieures.

La marine s'est attachée en même temps à augmenter la vitesse de marche des pistons, à diminuer par tous les moyens le poids des machines, en même temps qu'elle augmente continuellement la pression dans les chaudières et qu'elle y pousse la combustion à outrance par une ventilation forcée.

Malgré la faveur justifiée dont le type compound est l'objet, certains ingénieurs des plus distingués estiment toutefois qu'on peut obtenir des résultats aussi satisfaisants sur les machines avec des types mono-cylindriques bien étudiés et pourvus de tous les récents perfectionnements de détail; nous avons signalé, d'ailleurs, à l'article Locomotive du *Supplément*, les remarquables recherches poursuivies à ce sujet par la Compagnie d'Orléans.

Il faut signaler cependant que, sur les machines marines, la consommation de charbon par cheval-heure est sensiblement inférieure à celle des machines fixes, et elle dépasse rarement $0^k,75$; aussi les avantages du principe compound ne sont-ils pas contestés dans ce cas. Une communication récente faite par M. A. Normand devant la *Société des ingénieurs civils*, dans la séance du 5 décembre 1890, ouvre même en quelque sorte, pour la machine à vapeur, un horizon nouveau en montrant qu'il est possible, dans certains cas, de descendre même au-dessous de ce chiffre et de réaliser une consommation de charbon excessivement réduite. La consommation ainsi obtenue pourrait même être considérée autrement comme inadmissible, si les chiffres publiés par M. Normand n'étaient pas appuyés de la grande autorité de ce constructeur et des ingénieurs de la marine qui ont procédé aux essais relatés dans son mémoire. Nous avons donc tenu à accorder ici une mention spéciale à ces résultats qui présentent un si grand intérêt au point de vue théorique.

Le torpilleur n° 128, de 36 mètres de longueur et 80 tonneaux de déplacement faisant partie d'un groupe de plusieurs navires analogues construits par M. Normand, a été soumis, en mars 1890, à deux essais de consommation à petite vitesse de huit heures pendant lesquelles des courbes ont été relevées toutes les demi-heures en s'entourant de toutes les précautions possibles et en constatant l'état des feux au commencement et à la fin.

Les résultats observés sont les suivants :

	1er essai	2e essai
Puissance indiquée.	$119^{ch},95$	$112^{ch},33$
Consommation de charbon par cheval et par heure.	$0^k,479$	$0^k,445$

C'est là évidemment une consommation sans précédent et qui paraît presque irréalisable. Il faut ajouter, d'ailleurs, que la pression à la chaudière n'a pas dépassé $4^k,30$ et que l'installation des cylindres était même peu avantageuse à ce point de vue, car les espaces morts atteignent 10,6 0/0 du volume dans le petit cylindre et 6,4 0/0 dans le grand.

A toute puissance de la machine, environ 1,000

chevaux, la consommation n'a pas dû dépasser 0k,87. Nous ne pouvons pas examiner ici les détails d'installation des chaudières et machines de ces torpilleurs, dont on trouvera la description dans le Mémoire de M. Normand, disons seulement que les chaudières présentent certaines dispositions spéciales, l'épaisseur des lames latérales d'eau du foyer est partagée par une feuille de laiton qui sépare les courants ascendants et descendants, la vaporisation est particulièrement active dans le voisinage de la boîte à feu, et les tubes à fumée sont même rétreints sur une longueur de 0m,40 afin de laisser plus de liberté de passage à la vapeur dans cette région.

La machine est à pilon et à double expansion ; la vapeur détendue dans le grand cylindre est employée au réchauffage de l'eau d'alimentation.

M. Normand attribue l'économie exceptionnelle obtenue à quatre causes principales :

1° La vaporisation élevée de la chaudière dans les conditions de très faible activité où s'est fait l'essai ;

2° La compression complète de la vapeur dans le petit cylindre ;

3° La surchauffe de l'eau d'alimentation ;

4° Le réchauffage de la vapeur produite par des étranglements à l'admission.

Quoi qu'il en soit, il y a là un fait particulièrement intéressant dont l'explication complète exigera sans doute de nombreuses recherches théoriques. Du reste, pour les nouvelles machines de torpilleurs qu'il a construites postérieurement, M. A. Normand pousse encore plus loin le principe de la détente multiple, et il a adopté la triple au lieu de la double expansion.

Il arrive ainsi, dit-il, à obtenir un couple de rotation plus uniforme, il diminue les efforts dus à l'inertie qui ébranlent en même temps la coque si légère des torpilleurs, et il réduit également les charges sur les surfaces frottantes qui deviennent excessives avec des pressions de plus en plus élevées aux chaudières.

Les conclusions auxquelles arrive M. A. Normand sont surtout applicables aux machines marines dont il a fait une étude particulière, mais on pourra les consulter avec fruit pour l'installation des machines industrielles, et elles apportent certainement un argument intéressant en faveur du type compound dont la première application aux machines marines est due, d'ailleurs, comme on sait, à son frère, M. Benjamin Normand.

Les études théoriques et les observations minutieusement poursuivies sur les phénomènes de condensation et de vaporisation pendant la détente, ont montré l'utilité de maintenir les parois du cylindre à une température bien constante et, souvent on n'hésite pas à les réchauffer par un courant de vapeur d'échappement ou même de vapeur vive. La Compagnie d'Orléans a fait sur cette question d'intéressantes recherches. — V. Locomotive.

En ce qui concerne les conditions théoriques de la détente, signalons l'intéressante loi exposée par M. le professeur Dwelshauvers Dévy, de l'Ecole de Liège, dans une communication faite au Congrès de mécanique appliquée : le maximum d'économie de vapeur est obtenu, dit-il, lorsque la fin de la détente trouve la vapeur encore sèche et même légèrement surchauffée.

On s'est attaché, d'autre part, à améliorer la distribution en adoptant des dispositions permettant de réduire les espaces nuisibles, comme l'emploi des distributeurs reportés sur les fonds des cylindres, en séparant même les lumières d'admission de celles d'échappement, et on a pu obtenir ainsi des espaces nuisibles ramenés à 4 0/0 et même à 12 0/0 lorsqu'autrefois on acceptait 10 et même 15 0/0.

La plupart des types nouveaux de distribution par déclic, robinet ou soupape, permettent en même temps d'assurer l'indépendance des phases de la distribution, de manière qu'on peut prolonger la détente sans donner à la compression au retour, une valeur exagérée. Nous avons déjà étudié cette question à l'article Distribution, dans le *Dictionnaire*, en parlant des types Corliss, Sulzer, etc., et à l'article Locomotive du *Supplément*, nous indiquons la solution ingénieuse adoptée sur certaines machines de la Compagnie d'Orléans pour assurer le même résultat avec les distributeurs oscillants, en conservant une coulisse unique.

Signalons encore la remarquable communication de M. Dubost, ingénieur de la Compagnie de l'Est, devant le Congrès de mécanique appliquée, dans laquelle il expose le tracé d'un diagramme imaginé par lui pour donner la représentation exacte des positions réciproques de l'extrémité de la bielle et de la manivelle, en tenant un compte rigoureux de l'obliquité des bielles. Ce problème si important avait été abordé à plusieurs reprises par des ingénieurs éminents qui cherchaient à compléter à ce point de vue le diagramme approximatif de Zeuner, et il a reçu ainsi, grâce à M. Dubost, une solution complète.

Avant ce beau travail, M. l'ingénieur belge, Claeys, avait aussi effectué des études intéressantes sur les tiroirs à plaques de détente, et M. Herlaz avait donné un procédé permettant de faire l'épure de la distribution avec ces tiroirs dans des conditions plus simples que par le tracé de M. Zeuner ; on trouvera ce procédé mentionné dans l'intéressante conférence faite par M. Polonceau devant le Congrès de mécanique appliquée.

Machines de types spéciaux. Les diverses considérations que nous venons de présenter s'appliquent surtout aux machines de type ordinaire dont le piston est animé d'un mouvement rectiligne de va-et-vient ; mais à côté de celles-ci, il convient de citer également certaines machines fondées sur des types tout différents, et dont on rencontrait des spécimens à l'Exposition de 1889.

Telle est, par exemple, la machine de Montrichard à mouvement elliptique avec piston distributeur. Le piston, guidé par des contacts, a une forme telle qu'il est animé d'un mouvement de va-et-vient en même temps que d'un mouvement de rotation. On a là une machine assez compacte qui a l'inconvénient évident d'entraîner des frottements

considérables, entraînant une usure trop forte avec des chances de fuites.

Citons également la machine rotative de Bonjour et le turbo-moteur Parsons, construit par MM. Weyher et Richmond. Ces deux machines sont destinées à réaliser des vitesses très considérables en vue de la conduite des machines électriques. La machine Bonjour peut donner 1,800 tours à la minute, et le turbo-moteur peut atteindre 9,000 et 10,000 tours, comme nous l'avons signalé plus haut.

Le turbo-moteur est une véritable turbine à vapeur compound qui se compose de deux séries de turbines Jonval juxtaposées sur le même arbre, de sorte que chaque turbine reçoit la vapeur de la précédente et la transmet à la suivante. La vapeur rencontre ainsi une série de canaux dont les dimensions vont graduellement en s'augmentant depuis l'orifice d'admission jusqu'à celui d'échappement, de manière à obtenir une détente suffisante. — B.

Moteurs électriques. Les progrès réalisés dans la théorie de l'établissement des *machines dynamo-électriques* sont immédiatement applicables aux moteurs électriques en raison de la complète et parfaite réversibilité de ces machines. Aussi est-il facile de se rendre compte maintenant des causes du mauvais rendement et du fonctionnement défectueux des anciens types de moteurs formés d'électro-aimants attirant des armatures. D'après la théorie de ces moteurs, on voit que leur rendement dépend intimement de la force électro-motrice inverse qu'ils peuvent opposer à celle de la source qui les actionne. Cette force électro-motrice inverse est, comme on l'a vu aux machines dynamo-électriques, représentée par $\frac{dF}{dt}$ à chaque instant, c'est-à-dire par la vitesse de variation du flux de force utile. Dans les moteurs fondés sur l'attraction d'armatures par des électro-aimants, ou bien de noyaux de fer par des solénoïdes, on se rend compte aisément que cette variation est beaucoup trop lente. L'inertie magnétique (self-induction) des électro-aimants suffirait à ralentir la variation du flux, quand même il n'existerait pas de difficultés mécaniques à donner un mouvement alternatif très rapide à des armatures.

De plus, celles-ci, qu'on faisait toujours massives, étaient le siège elles-mêmes de courants induits provoqués par leur propre mouvement, et ces courants, correspondant à de l'énergie dissipée en pure perte, contribuaient à affaiblir à la fois le rendement et la puissance de ces moteurs. On sait que le plus bel exemple de ces appareils fut celui que construisit Froment, et qui, produisant à peu près un demi-cheval, pesait 500 kilogrammes. Or, aujourd'hui, avec ce même poids de fer et de cuivre, on sait produire des moteurs qui donnent jusqu'à sept chevaux avec un rendement de 85 0/0.

On voit donc quelle supériorité représente le principe de l'emploi du collecteur pour les moteurs électriques. Les moteurs à solénoïde sectionné, analogues à ceux qui ont été proposés par M. Marcel Deprez, et appliqués par lui à son marteau-pilon électrique, tiennent le milieu entre les anciennes formes et les types modernes. Ils seraient susceptibles d'un excellent rendement, si les difficultés de réalisation mécanique ne s'opposaient à ce que l'on imprime aux noyaux mobiles, une vitesse linéaire suffisante pour développer une force électro-motrice convenable.

Les moteurs modernes ne sont donc rien autre chose que des dynamos à fonction renversée ; et il n'y aurait rien de particulier à signaler à leur égard si leurs destinations ne nécessitaient pas des dispositions spéciales.

Les moteurs de très petite puissance sont souvent destinés à être actionnés par le courant provenant d'une usine centrale. Nous croyons même que sous cette forme ils recevront de nombreuses et importantes applications domestiques. Dans ce cas, le potentiel est élevé, et le courant dépensé

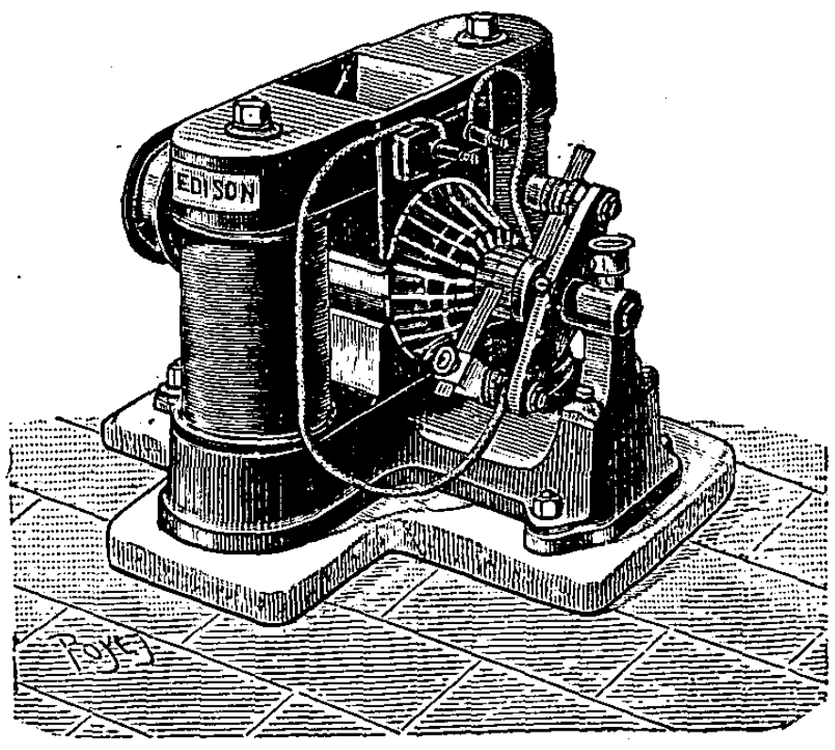


Fig. 672.

très faible. Le bobinage doit alors être réalisé à l'aide de fil très fin et devient difficile.

Dans les petits moteurs que construit la Compagnie Edison, de Paris, M. R.-V. Picou a tourné la difficulté en employant une forme spéciale d'induit à denture. Les tôles induites sont percées d'une rangée de trous très voisins de la circonférence extérieure. Une fraisure étroite débouche ces trous suivant la génératrice extérieure : le fil très fin qui sert au bobinage et qui fait de 20 à 40 tours par écheveau est logé dans cette cavité cylindrique, en l'introduisant à chaque tour par la fente. Il se trouve ainsi protégé en même temps contre les détériorations. On a pu réaliser ainsi de petits moteurs donnant 3 kilogrammètres par seconde avec un rendement de 40 0/0, sur un courant de 110 volts, résultat remarquable pour un si petit moteur. Dès qu'on atteint les puissances de 15 kilogrammètres (fig. 672) on a des rendements de 75 0/0 et au-dessus.

Ces moteurs de petite puissance sont toujours munis d'un bobinage d'excitation *en série*, qui suffit à cause de la constance à peu près certaine des efforts qui leur sont demandés.

Il n'en est pas de même des moteurs plus puissants, leur bobinage d'excitation est déterminé par le mode d'application que l'on en fait.

Pour les moteurs destinés à être disposés sur un réseau de distribution, affecté également à l'éclairage électrique, on a essayé souvent l'excitation en série. Elle possède l'avantage de donner des efforts de démarrages considérables, qui ne sont limités que par la solidité même des organes ; par contre, pour la marche à très faible charge, elle donne lieu à des vitesses inquiétantes, dues à l'affaiblissement trop rapide du champ. Aussi ce mode d'excitation se prête peu à ces moteurs, qui sont destinés en général à l'industrie, et auxquels on demande surtout une allure régulière. Le bobinage en dérivation est alors beaucoup plus usité ; il donne une vitesse presque constante, et on pare à sa faiblesse d'effort au démarrage, s'il y a lieu, en faisant la mise en route sur le minimum des efforts résistants, en débrayant d'avance tous les outils, par exemple.

On a vu, au sujet de la réaction d'induit, des *machines dynamo-électriques* (V. ce mot au *Sup.*), que dans les moteurs, elle a pour effet de ramener le calage des balais en arrière, et d'une quantité variable avec la charge. C'est là un inconvénient spécialement sensible pour les moteurs, qui sont entre les mains d'un personnel peu exercé, et avec lequel il faut rendre minimum tout besoin de surveillance. M. R.-V. Picou a établi dans ce but un système de moteurs (fig. 673) dans lequel le calage des balais est maintenu fixe, et en même temps la vitesse constante. Ces deux éléments ont donc été rendus indépendants de la charge, de sorte que la surveillance est rendue à peu près nulle. Ce résultat a été obtenu par une correction de la réaction d'induit. A cet effet, on fait agir sur un induit ordinaire un système inducteur formé de quatre branches. Deux sont très massives : elles reçoivent le fil d'excitation, qui est pris en dérivation sur les balais ; ce sont les inducteurs principaux. Les deux autres branches sont, au contraire, très étroites, et situées à angle droit des précédentes ; elles sont recouvertes d'un nombre approprié de spires de gros fil, que parcourt le courant principal. Ce sont ceux-ci qui corrigent la réaction d'induit.

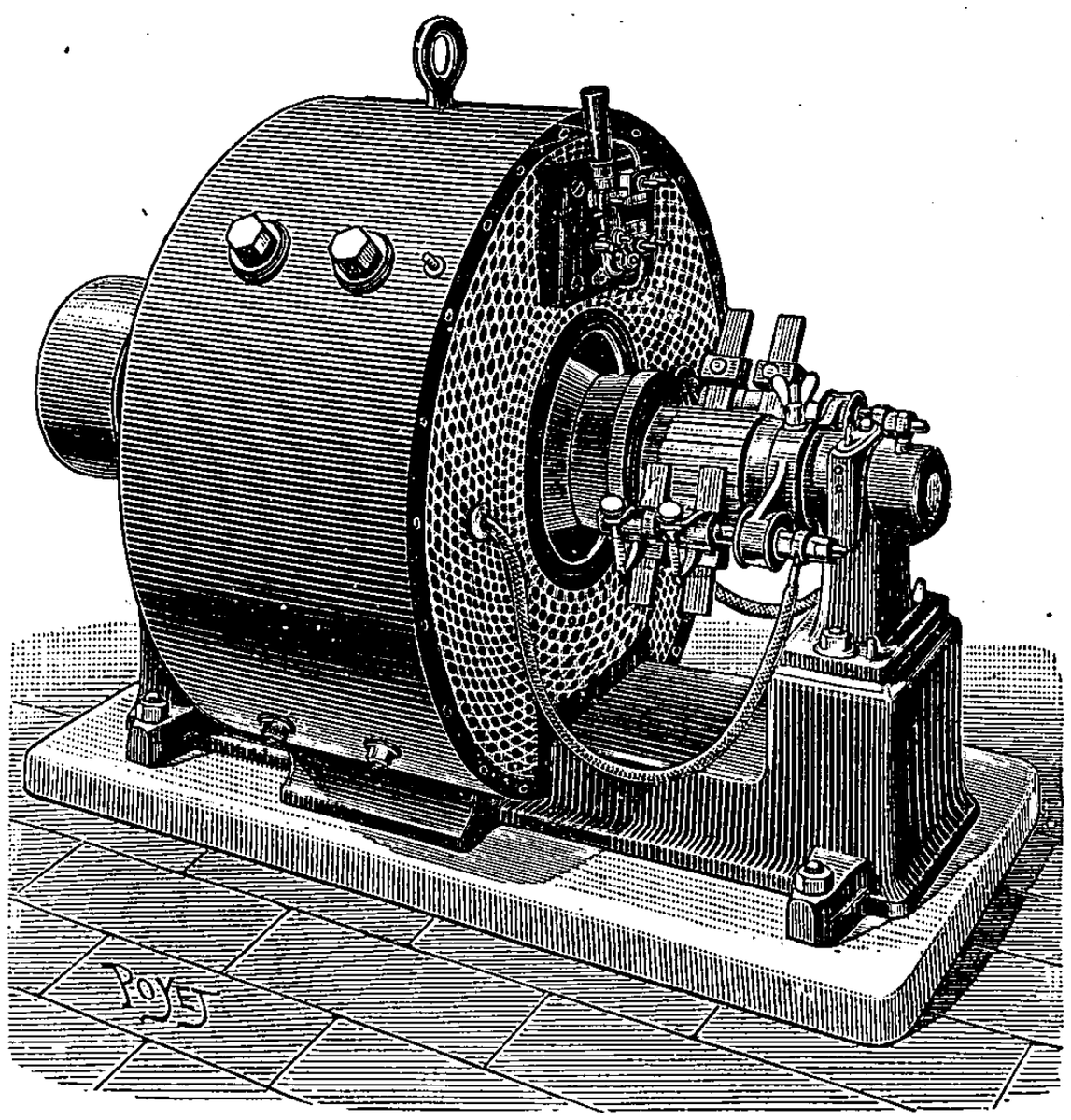


Fig. 673.

Une autre classe est formée par les moteurs à allure variable et changement de marche. Parmi ceux-ci sont les moteurs destinés à la propulsion des véhicules ou bateaux, aux treuils, appareils de levage et autres applications diverses. La traction électrique des tramways a donné lieu à la création de types spéciaux appropriés à ces services, parmi lesquels on peut citer les moteurs Thomson-Houston et Sprague.

Au point de vue spécialement électrique, ces appareils sont caractérisés par l'emploi, aux lieu et place des balais de fils ordinaires, de blocs de charbon artificiel, pressés normalement sur le collecteur par des ressorts appropriés. Ces *balais en charbon*, comme on les appelle, sont calés sur la ligne neutre, et on ne les déplace pas pour la marche avant ou arrière ; les étincelles auxquelles ils donnent lieu sont faibles, et n'endommagent aucunement le collecteur. M. Sprague emploie en même temps un procédé de réglage de la marche et de renversement qui est assez spécial. Le shéma des connections est représenté par la figure 674, dans laquelle A et B sont les inducteurs. L'induit prend ses contacts sur les inducteurs aux points M et N qui sont variables symétriquement sur la hauteur des inducteurs. Quand les contacts sont en MN, en face l'un de l'autre, aucun courant ne parcourt l'induit ; à mesure que les points M' et N' s'éloignent, la force électro-motrice aux bornes de l'enduit va en augmentant. Le sens du courant et par suite celui de la rotation, sont déterminés par la position respective des points M' et N', au-dessus ou au-dessous de la ligne M' N'. Il est facile de démontrer que l'excitation des inducteurs est indépendante de la position de ces points.

Le plus souvent la régulation de la vitesse s'ob-

tient à l'aide d'un simple rhéostat, et le renversement de marche par l'inversion du courant dans l'induit, à l'aide d'un organe inverseur spécial. Lorsque le dessin du moteur est tel qu'il faille en même temps opérer un décalage des balais, on se sert souvent d'une disposition qui donne à la fois le décalage et l'inversion, comme celle de la figure 675, qui est d'ailleurs susceptible de plusieurs variantes.

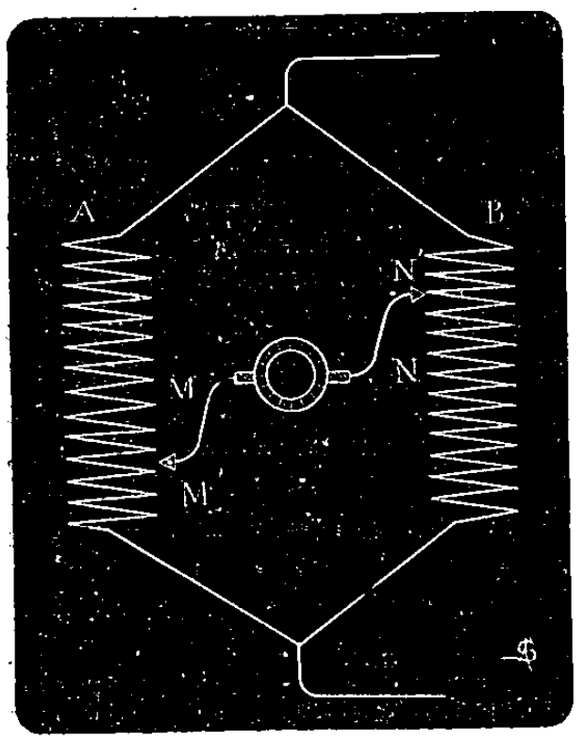
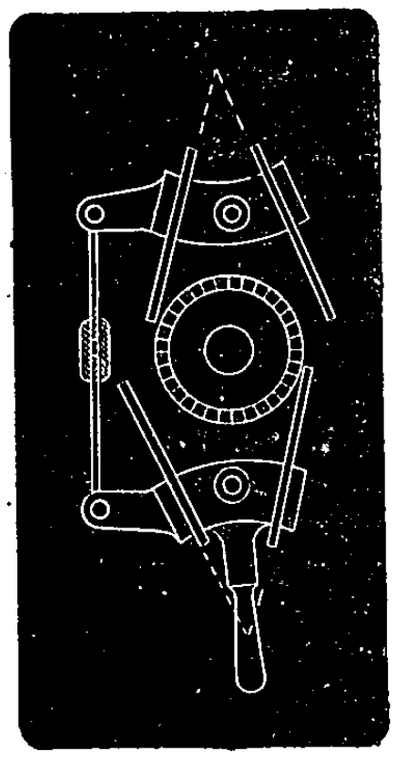
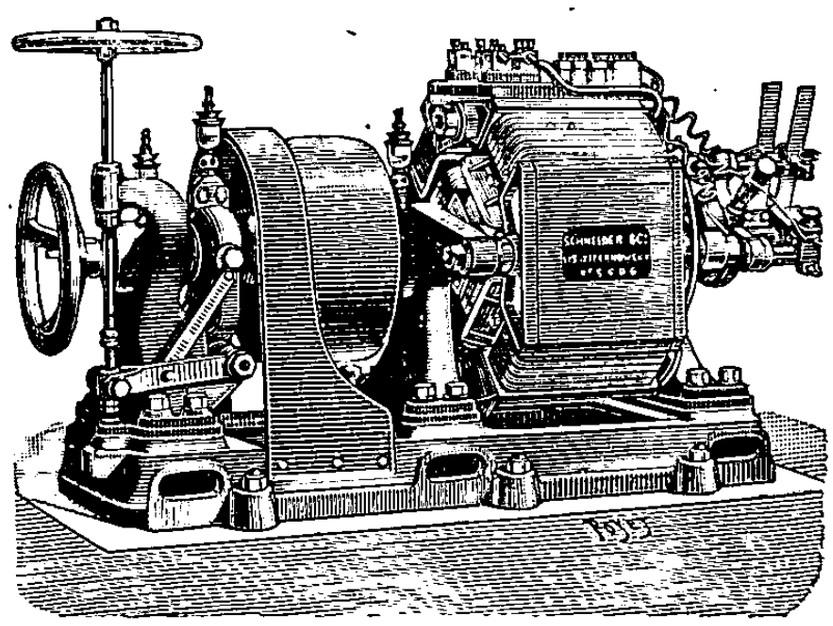


Fig. 674.

Moteurs à courants alternatifs. L'emploi des moteurs électriques sur les circuits parcouruspar des courants alternatifs a été longtemps un problème posé à la sagacité des inventeurs. Deux types sont aujourd'hui connus, le moteur Tessla, construit par la maison américaine Westinghouse et le moteur Zipernowski, construit en France par les usines du Creusot. Ces deux types sont tout à fait différents. Dans le premier, l'induit ne possède aucune liaison électrique avec le circuit principal. L'effort moteur provient de l'effort mutuel du courant principal inducteur, et des courants induits dans la partie tournante dont les fils forment un circuit fermé sur lui-même. Cette absence de toute liaison électrique, amène la suppression des collecteurs, frotteurs ou balais, ce qui est un avantage précieux. Mais ce genre de moteurs n'a pas été jusqu'ici expérimenté en Europe, et il est impossible d'être fixé sur savaleur industrielle. Le moteur Zipernowski (fig. 676) est un moteur à synchronisme. Sa vitesse angulaire est liée d'une manière complète avec celle de la machine génératrice de courant, et cela indépendamment de la charge. Les inducteurs, qui sont ici la partie tournante, sont alimentés par une partie du courant principal, redressé par un commutateur. Les noyaux de fer de cet inducteur sont complètement en tôle, afin d'éviter les courants parasites induits, tant par le courant principal que par le courant redressé lui-même, qui conserve un caractère pé-


Fig. 675.

riodique. Il résulte d'expériences faites à Francfort, qu'il n'y a pas de difficultés pratiques pour la mise en route, qui se fait progressivement, mais sans charger le moteur. Il y a seulement à ce moment au commutateur-redresseur quelques étincelles dont il faut protéger la vue avec soin. Lorsque la vitesse normale est atteinte, ce qui a lieu très rapidement, on met progressivement en charge à l'aide d'un embrayage à friction que l'on voit figuré à l'extrémité du moteur proprement dit, sur la figure 676. Le moteur fonctionne encore avec une surcharge d'environ 50 0/0 de la charge normale. Au delà, un nouvel excédent provoque simplement l'arrêt du moteur, sans qu'il s'en suive d'accident grave, du moins avec le type dont il s'agit ici. Cela peut constituer, selon l'application, un avantage ou un inconvénient, c'est plutôt un avantage en général. Les propriétés de ce moteur sont communes à tous ceux que l'on peut obtenir par la réversion des machines à courants alternatifs; mais pour qu'une machine à fonction renversée devienne un bon moteur, il est nécessaire


Fig. 676.

de lui faire subir quelques modifications de détail, surtout lorsque l'excitation est produite par le redressement d'une partie du courant.

On a proposé, en Angleterre, de conserver l'excitatrice à courant continu, pour les moteurs à courants alternatifs, et d'en profiter pour effectuer la mise en marche, en l'actionnant à l'aide de l'énergie emmagasinée, au préalable, dans une batterie d'accumulateurs. La solution est évidemment pratique, mais compliquée.

L'emploi des moteurs alternatifs n'a reçu jusqu'ici que peu d'extension ; il se développera sans doute sur les distributions publiques d'électricité sous forme alternative ; mais pour les transmissions simples on préfère jusqu'ici le courant continu, qui présente aussi de sérieux avantages. — R.-V. P.

Moteurs hydrauliques (Hydro-moteurs). On comprend généralement, sous cette dénomination, les machines dans lesquelles l'action de l'eau est employée pour produire une force motrice appliquée à un travail quelconque. Cependant, nous considérerons plus particulièrement ici les *moteurs à eau sous pression*, dont la *machine à colonne d'eau* a été le premier type, et qui sont répandus

maintenant sous diverses formes que nous allons brièvement passer en revue. Le transport et la distribution de la force motrice par l'eau sous pression se font au moyen de moteurs qui se divisent en deux classes principales :

1° Moteurs à cylindres	Schmid, à un ou deux cylindres oscillants.
	Mégy.
	Samain, à trois cylindres.
	Brotherhood (Angleterre), à trois cylindres.
2° Moteurs à turbines	J. Riéter (Winterthur).
	Faesch et Piccard (Genève).
	Dulait (Charleroi).

Parmi les villes où la vente de l'eau pour force motrice a atteint jusqu'à ce jour le plus grand développement, nous citerons particulièrement Genève et Londres. A Genève, la distribution se fait en deux zones distinctes : à basse pression pour certains quartiers, à haute pression pour d'autres, suivant l'altitude des points desservis par les réservoirs affectés à chacun de ces services d'eau. L'ensemble des canalisations respectives de ces deux zones qui desservent l'alimentation publique et particulière en même temps que la distribution de la force motrice dans toute l'étendue de Genève comprend, pour la zone à basse pression, 79 kilomètres, et 76 pour celle à haute pression. Les divers points où l'industrie utilise cette force motrice se trouvent disséminés à Plainpalais, à Carouge, aux Eaux-Vives et jusque dans la commune du Petit-Saconnex. D'après un relevé fait en 1888, l'emploi de l'eau comme force motrice donnait lieu, dès cette époque, à une consommation annuelle de 5,788,404 mètres cubes représentant 1,386 chevaux-vapeur répartis entre 204 moteurs, dont 3 de 200 chevaux chacun à l'usine centrale d'éclairage électrique, et les autres de puissances diverses jusqu'à celle d'un tiers de cheval servant à actionner les outillages de fabriques d'horlogerie. Cette consommation avait produit, en 1888, pour la force motrice, une recette de 150,360 fr. 85, d'où ressort un prix moyen de vente de 108 fr. 48 par cheval-vapeur pour l'année. Nous donnons d'ailleurs, ci-après, les tarifs de la vente de l'eau pour force motrice, par l'abonnement annuel ou par le compteur.

Les types de moteurs à eau employés à Genève sont : les *moteurs à cylindres oscillants* du système Schmid, et les *turbines à régulateur*, de MM. Faesch et Piccard.

Le moteur Schmid ayant été déjà décrit dans le *Dictionnaire*, nous nous bornerons à le rappeler ici en ajoutant que, depuis lors, ses résultats satisfaisants n'ont fait que se confirmer par la pratique. M. Schmid, à Zurich, et la Société Génevoise pour la construction d'instruments de physique, à Genève, construisent divers modèles consommant depuis 23 litres jusqu'à 2,250 litres par minute. Les forces développées par ces moteurs, dépendant naturellement de la pression, varient depuis 0,05 cheval-vapeur, avec une chute de 15 mètres, jusqu'à environ 45 chevaux, avec une pression de 120 mètres. Ces moteurs sont à un cylindre, ou à deux cylindres accouplés avec manivelles à 90°. L'effet utile atteint 80 à 90 0/0 avec un moteur bien entretenu.

Les turbines à régulateur de MM. Faesch et Piccard s'emploient principalement avec la forte pression, comme celles que construisent MM. Jacob Riéter et C^ie^, à Winterthur. Ces turbines sont à axe horizontal et sont renfermées dans une enveloppe en fonte évitant tout accident et toute chute de matières étrangères dans l'eau qui peut être appliquée encore à d'autres usages en sortant de la turbine.

Voici les tarifs établis, à Genève, par le service des eaux et forces motrices du Rhône, sous la direction de M. l'ingénieur Turrettini, président du Conseil administratif, auquel sont dus les admirables travaux exécutés pour l'utilisation des forces hydrauliques du Rhône, à Genève.

TARIF DE LA VENTE DE L'EAU POUR FORCE MOTRICE A GENÈVE

Coût de la force motrice par année et par cheval pour 300 jours de travail à 10 h. par jour.

Nombre de chevaux	Prix par année et par cheval	Nombre de chevaux	Prix par année et par cheval	Nombre de chevaux	Prix par année et par cheval
	francs		francs		francs
1, 2 et 3	450	30	193	60	163
4	440	32	191	62	161
5	400	35	188	65	158
6	366	38	185	68	155
7	336	40	183	70-71	153
8	310	42	181	72-73	152
9	288	44	179	74-75	151
10	268	45	178	78-79	149
12	244	48	175	80-81	148
15	223	50	173	82-83	147
18	209	52	171	84-85	146
20	203	54	169	88-89	144
22	201	55	168	90-92	143
25	198	56	167	93-95	142
28	195	58	165	100	140

Tarif de l'eau motrice vendue au compteur pour le réseau à haute pression.

Consommation mensuelle au delà de	Prix du mètre cube	Consommation mensuelle au delà de	Prix du mètre cube
mètres cubes	centimes	mètres cubes	centimes
0	9.0	4.000	5.0
500	8.5	5.000	4.5
1.000	8.0	6.000	4.0
1.500	7.5	8.000	3.5
2.000	7.0	10.000	3.0
2.500	6.5	35.000	2.5
3.000	6.0	75.000	2.0
3.500	5.5		

Ces prix sont majorés de 1/7 pour une durée de douze heures de travail par jour, et de 50 0/0 pour vingt-quatre heures. A partir de cinq chevaux, un régulateur automatique de consommation d'eau est exigé.

Les turbines du système Dulait sont fabriquées en Belgique, depuis le petit modèle actionnant des machines à coudre jusqu'à une force de plusieurs chevaux. Ce constructeur a créé, notamment, un modèle de 3 chevaux actionnant direc-

tement une dynamo qui alimente 25 lampes Swan de 2 carcels; la dynamo est montée sur l'axe même du moteur, sans aucun organe intermédiaire de transmission de mouvement.

Londres possède la plus vaste intallation qui existe spécialement en vue de la distribution de la force motrice par l'eau en pression. Cette entreprise a été créée par la *Compagnie de la force hydraulique* (*The London hydraulic power Company limited*)

Le développement du réseau de la canalisation n'est pas moindre de vingt milles, soit environ 32 kilomètres, s'étendant au nord et au sud de la Tamise d'un côté, et de l'autre jusqu'à Westminster. L'eau est refoulée dans les conduites à l'aide de pompes puissantes établies en trois points principaux : *Central pumping station*, *Falcon Wharf* et *Blackfriars*.

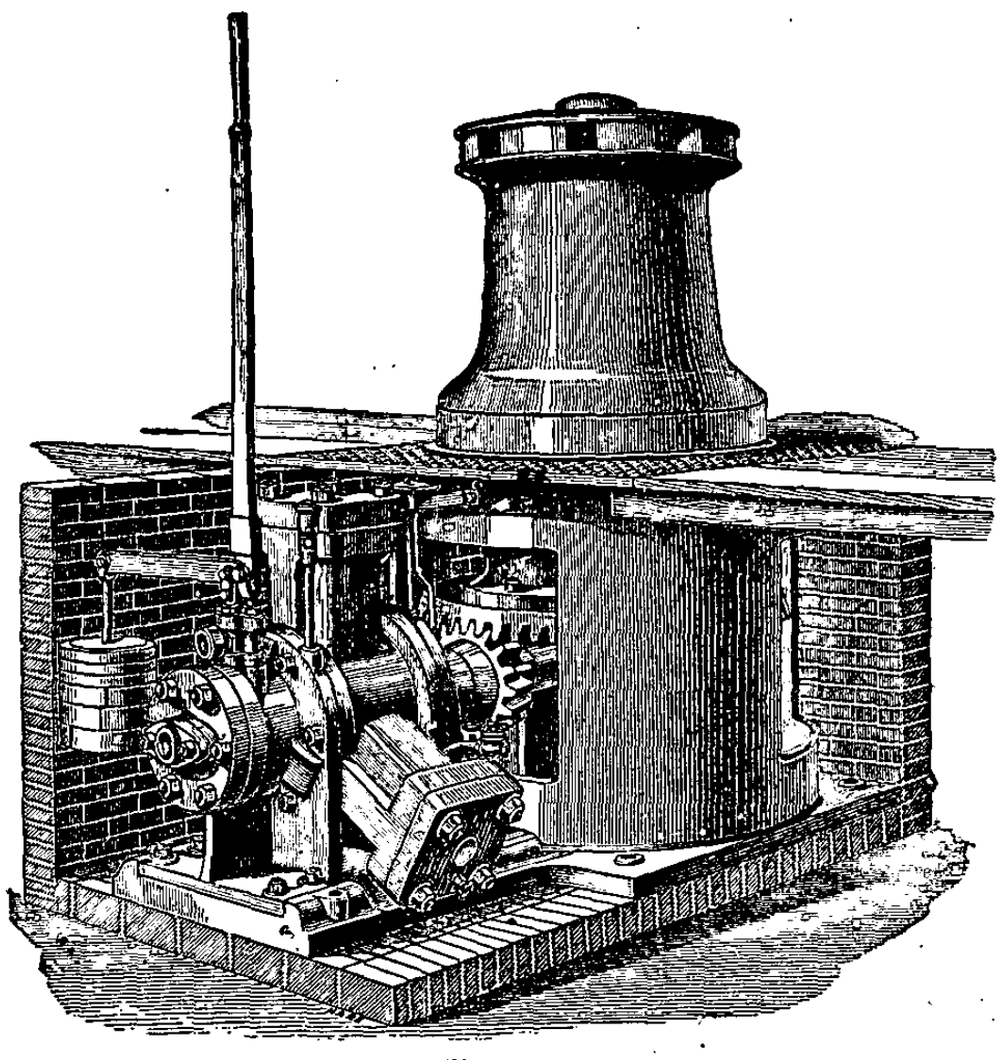


Fig. 677.

La force est emmagasinée dans de grands accumulateurs chargés à une pression de 700 livres par pouce carré, produisant une pression équivalente à celle que donneraient de vastes réservoirs élevés à 1,600 pieds au-dessus du niveau de la chaussée. L'eau est prise dans la Tamise, et purgée de toutes matières sédimentaires au moyen d'un système complet de filtres. La force motrice est mise à la disposition des consommateurs sans aucune interruption, la nuit comme le jour, avec la pression uniforme de 700 livres par pouce carré dans toute l'étendue du réseau, ce qui permet d'obtenir un travail moteur assez considérable avec des machines d'un petit volume et une dépense d'eau relativement minime.

Le développement de la consommation va sans cesse en croissant; de 30 machines dépensant 150,000 gallons d'eau par semaine, en 1883, elle atteignait, dès 1886, 1,493,000 gallons avec 437 machines; et en 1887 on ne comptait pas moins de 600 machines consommant en moyenne 2,000,000 de gallons par semaine.

L'eau est mesurée au compteur, comme le gaz; le consommateur ne paie, par conséquent, que la quantité d'eau réellement dépensée. Le minimum de l'abonnement est de 3,000 gallons par trimestre; une table détaillée fixe le prix de la dépense de 3,000 à 200,000 gallons. Nous en donnons ci-dessous un résumé à titre de renseignement :

	Par trimestre	Prix	
Jusqu'à. . . .	3.000 gallons	£ 1 5 sh.	par machine et par trimestre.
De 3.000 à	5.000 —	0 8	par 100 gallons.
5.000 à	10.000 —	0 7	— —
10.000 à	20.000 —	0 6	— —
20.000 à	50.000 —	0 5	— —
50.000 à	100.000 —	0 4	— —
100.000 à	200.000 —	0 3	— —
Au delà de	200.000 —	on traite à des conditions spéciales.	

L'eau sous pression peut également s'appliquer à l'extinction des incendies, au moyen de tuyaux branchés sur la conduite de distribution. Le tarif relatif à cette application est fixé de la manière suivante :

Taxe minimum, 10 shellings par branchement et par trimestre.

Pour 3 heures de service, £ 5.

Pour chaque heure en plus, £ 2.

Les moteurs employés à Londres pour l'application de la force motrice par l'eau sous pression sont du système Brotherhood, à trois cylindres. Il est facile de se rendre compte du principe sur lequel reposent la construction et le fonctionnement de ce moteur, qui a d'ailleurs une certaine analogie avec celui qui se construit en France, suivant le système Samain, également à 3 cylindres, comme le compteur d'eau du même constructeur, déjà décrit au mot COMPTEUR A EAU. Les trois bielles constituées par les tiges mêmes des pistons sont articulées sur la manivelle coudée de l'arbre moteur, et l'on peut atteler directement sur cet arbre toute espèce de machine à laquelle on veut communiquer un mouvement rotatif, telle qu'une pompe centrifuge, un ventilateur, une dynamo, ou bien encore des machines-outils, comme le montrent la figure 677 qui représente l'application du moteur Brotherhood à la manœuvre d'un cabestan.

Il n'existe jusqu'à présent que peu d'applications, en France, de la distribution de la force motrice par l'eau au point de vue de l'emploi de petits moteurs effectuant divers travaux industriels. La ville de Domène, dans l'Isère, où l'eau est distribuée avec une très forte pression, présente quelques spécimens intéressants de cette application. Il en existe aussi à Lyon, en moins grand nombre, toutefois, qu'on pourrait le présu-

mer, étant donnée la pression qui existe dans les quartiers desservis par la colonne de charge qui alimente les hauteurs de Fourvières et qui se prête favorablement au développement de l'emploi des moteurs à eau.

Dans le projet d'utilisation des forces hydrauliques disponibles à Saint-Etienne, qui a été étudié en 1889 par MM. Clermont, ingénieur directeur du service des eaux, et Cernesson, adjoint au maire, la distribution de force motrice à domicile par l'eau sous pression, a été signalée comme une des principales applications ressortant de l'exécution du projet en question. Dans un rapport rédigé avec soin et clarté, MM. Clermont et Cernesson ont montré toutes les ressources que pourrait tirer de la distribution d'eau sous pression une ville aussi industrielle que Saint-Etienne où l'emploi des petits moteurs hydrauliques rendrait de réels services à un grand nombre d'ateliers divers. — G. J.

** **MOUILLERON** (ADOLPHE), lithographe, né à Paris en 1820, mort en 1881. Il débuta dans son art en 1841, sous le patronage de Challamel, fondateur du journal *Les Artistes*. Au Salon de 1846 on remarqua beaucoup l'*Autodafé* et trois sujets d'après Robert Fleury, et le jeune artiste, désormais en vue, ne cessa plus de produire beaucoup et de contribuer dans une large mesure, par son réel talent, à l'éclat de la lithographie française pendant le milieu de ce siècle. Il exposa successivement : *André Vésale*, l'*Incendie du quartier juif*, l'*Ecole juive*, *Marguerite* et *Le Tasse*, d'après Eug. Delacroix, *Fantaisie*, d'après Meissonier, *Un Coin de jardin*, d'après Karl Bodmer, le *Bourgmestre Six*, le *Refuge*, d'après Bodmer, enfin la *Ronde de nuit*, d'après Rembrandt (1859), pierre importante commandée par l'Etat, et qui coûta à l'artiste deux années de travail ; elle est considérée comme son chef-d'œuvre ; après une courte incursion dans le domaine de la peinture, il était revenu aux lithographies, malgré le peu de vente de ce genre aujourd'hui. La dernière exposée, et l'une des meilleures, a été la *Mort de Léonard de Vinci*, d'après Jean Gigoux (1881). Mouilleron avait illustré plusieurs volumes ou recueils et collaboré à diverses publications : les *Châteaux du Maine et de l'Anjou*, les *Artistes anciens et modernes*, le *Caucase*, le *Magasin pittoresque*, l'*Illustration*. En 1873, il débuta dans la gravure à l'eau forte par une œuvre capitale : *Les Saints-Evangiles*, d'après les dessins de Bida.

Praticien habile et chercheur, Mouilleron tient une place importante dans l'art contemporain. Sa touche grasse et large se reconnaissait au premier abord. Aussi était-ce bien à lui qu'il appartenait de tenter le dessin à la *mouchure des chandelles*, qui a eu un succès de curiosité. Il avait obtenu une 3e médaille en 1846, une 2e en 1849, une 1re en 1852 avec la décoration de la Légion d'honneur, enfin, une autre médaille de 1re classe à l'Exposition universelle de 1855, où il avait envoyé l'*Ecole juive* et *Un Coin de jardin*. Il a figuré jusqu'au dernier moment dans le Jury de nos Salons annuels.

* **MOULAGE D'ACIER.** *Etat de la question.* A l'Exposition universelle de 1855 figurèrent avec honneur les premiers moulages d'acier de poids considérable ; ces pièces avaient été obtenues par la fusion de l'acier au creuset dans l'usine Krupp, d'Essen. Il faut attendre l'Exposition de 1878 pour constater l'existence d'une industrie métallurgique basée sur la production des pièces d'acier moulé. L'usine de Terrenoire, qui fut l'instigatrice de ce travail, a sombré depuis lors, mais l'élan était donné et la fabrication des moulages d'acier n'a fait que s'étendre et prospérer.

En 1889, on a pu voir au Champ-de-Mars et à l'esplanade des Invalides, de nombreux spécimens d'aciers moulés qui montraient bien l'importance des progrès accomplis dans cette fabrication. Mais il ne suffit pas de voir et d'admirer de belles pièces bien venues de fonderie et de qualité régulière, il est plus intéressant et profitable de se faire une idée du mode opératoire suivi dans les usines qui produisent les meilleurs moulages.

L'auteur de cet article a été utilement guidé dans sa tâche par les indications qu'a bien voulu lui fournir M. Chambeyron, ingénieur des mines à Saint-Etienne, ainsi que par les récents articles qu'a publiés M. Mahler, ingénieur des mines à Paris.

MOULAGES DE FONTE ET MOULAGES D'ACIER. Il est à peine nécessaire de faire ressortir la supériorité des moulages d'acier sur les mêmes pièces coulées en fonte. Ce dernier métal, d'une résistance limitée, et rarement supérieure à 22 kilogrammes par millimètre carré de section, casse sans prendre aucun allongement, *sans prévenir*, sous un effort de traction. Les aciers moulés de nuance douce fournissent des allongements voisins de 30 0/0.

Il existe cependant une prévention qui s'oppose encore à l'emploi général de l'acier moulé à la place de la fonte. Ce sentiment est en partie justifié par certaines ruptures mystérieuses qui tiennent le plus souvent à la constitution moléculaire des moulages mal recuits. Avec les progrès accomplis dans cette fabrication, les anomalies deviennent de plus en plus rares et elles disparaîtront complètement avant peu.

Produits mixtes. Il est vrai de dire que l'on trouve fréquemment dans le commerce de prétendus moulages d'acier qui, par leurs propriétés physiques et mécaniques et même par leur composition chimique, ne sont guère dignes de porter ce nom. Ce sont des fontes malléables ou bien des aciers obtenus au *cubilot*, c'est-à-dire dans un appareil qui, disposé pour la fusion de la fonte, ne saurait convenir à l'affinage.

Il ne sera pas question de ces métaux dans les lignes suivantes uniquement consacrées à l'examen des aciers de moulage obtenus au four Martin-Siemens, au creuset et au petit convertisseur.

Etablissement du modèle. Quelle que soit la nature de l'acier coulé, que celui-ci soit dur, demi-dur ou doux, qu'il ait été obtenu par l'un ou l'autre des appareils ci-dessus : four Martin, creuset

ou convertisseur, il est diverses operations qui sont pratiquées invariablement de la même manière. Le modèle sera établi avec les plus grands soins; il devra être robuste, le noyautage sera agencé de façon à faciliter le désablage. Le modeleur tiendra compte du retrait qui est considérable et atteint 18 millimètres par mètre. En général, dans la conception d'une pièce quelconque produite par moulage, il faut éviter les formes à variations brusques de section. Les formes doivent être très allongées, et, dans le cas où il est impossible de se soumettre complètement à cette condition, il faut y parer par l'addition de nervures allongées aussi, autant que possible, afin d'éviter les déchirures qui ne manqueraient pas de se produire dans les endroits étranglés, rétrécis ou trop épaulés. Ces nervures sont ensuite coupées à la pièce coulée si elles y sont gênantes dans l'usage auquel on la destine.

Nature et préparation des sables de moulage. La silice et l'alumine sont les deux éléments principaux des sables de moulage ; le premier de ces éléments donne l'infusibilité et le deuxième assure la plasticité du sable, ce qui permet de lui faire épouser exactement la forme des modèles dont il reproduit scrupuleusement les moindres détails. Les meilleures terres réfractaires contiennent :

Silice	70 à 80 0/0
Alumine	30 à 20 0/0

A ces produits constitutifs, pour ainsi dire, viennent s'ajouter quelques impuretés telles que la magnésie, la chaux, les oxydes de fer, la potasse, etc., qui forment jusqu'à 5 0/0 de la terre de moulage. On sait, depuis les célèbres expériences de Berthier, que les silicates à base unique sont les moins fusibles ; il faut donc éviter la présence des bases étrangères et se rapprocher le plus possible de la composition indiquée ci-dessus.

Parmi les pierres et terres naturelles ordinairement employées pour préparer les mélanges de sables de moulage, on peut citer les suivantes :

Le quartz. A l'état cristallin c'est la silice pure correspondant à la formule SiO^2 ; on le trouve surtout dans les terrains anciens. Il est blanc laiteux et il raye le verre. Sa densité est de 2,6. Sur le lieu d'extraction il coûte de 6 à 7 francs la tonne. Un quartz amorphe bien blanc a donné à l'analyse : silice, 99,6 0/0. Pour pulvériser le quartz il faut d'abord l'*étonner*. Cette opération consiste à chauffer fortement ce minéral et à le jeter dans l'eau froide pendant qu'il est encore rouge. Les particules sont désagrégées par cette espèce de trempe et la pulvérisation devient alors très facile.

Le quartz entre pour la proportion de 1/6 à 1/2 dans les sables de moulage.

Le kaolin. Argile très pure, assez douce au toucher, employée pour la fabricatien de la porcelaine. Les gisements de Saint-Yrieix (Haute-Vienne) sont justement réputés.

La densité du kaolin est 2,2.

Il contient :

Silice	48.68
Alumine	36.32
Magnésie, alcalis et pertes par calcination.	14.40
	100.00

La préparation de cette matière est des plus simples ; on la sèche, on l'écrase et on la tamise. Le kaolin entre dans la composition des sables de moulage auxquels il donne du corps.

La terre de Bollène (Vaucluse). Blanche, violacée, elle est douce au toucher, très plastique. Elle donne à l'analyse :

Silice	52.00
Alumine	33.50
Oxyde de fer	0.50
Chaux	0.50
Alcalis et pertes par calcination	13.50
	100.00

Cette terre est employée crue ou cuite dans la proportion de 1/10 à 1/6 pour donner de la tenacité aux sables de moulage.

La terre de Mussidan (Dordogne). Elle est d'un blanc jaunâtre et présente les mêmes propriétés que la terre précédente.

La terre de Courpierre (Puy-de-Dôme). Très blanche, fine et siliceuse, moins plastique que les terres de Bollène ou de Mussidan.

Elle est composée de :

Silice	90.30
Alumine	6.20
Oxydes de fer	0.30
Chaux	0.70
Alcalis et pertes par calcination	2.50
	100.00

La terre de Courpierre est d'abord séchée et pulvérisée ; la poudre obtenue est additionnée d'eau pour former des briquettes qui sont cuites au cubilot et pulvérisées. Cette terre est l'élément principal des sables de moulage dans la composition desquels elle entre pour 1/2 à 8/10.

La terre de Mâcon. On l'extrait de Saint-Sorlin, près de Mâcon ; elle est presque blanche avec une apparence grenue. A l'analyse on trouve :

Silice	64.50
Alumine	21.50
Peroxyde de fer	2.00
Alcalis et pertes par calcination	12.00
	100.00

Cette terre est séchée sur une aire chaude, puis pulvérisée. On l'emploie surtout pour le garnissage des poches à acier.

La terre de Tullins (Isère). Elle est blanc rosé. Analogue à la précédente par sa composition, ses propriétés et ses usages.

Les sables de Voreppe, de Saint-Egrève, des Echelles (Isère). Cet sables sont d'un aspect grisâtre, plus siliceux que les terres réfractaires examinées plus haut. Ils rentrent pour les 9/10 dans les sables de moulage pour petites pièces. Leur composition moyenne est voisine de :

Silice	86.00
Alumine	8.00
Oxydes de fer	1.50
Chaux	1.00
Alcalis et pertes par calcination	3.50
	100.00

Les sables de Vierzon. A Vierzon (Cher) on extrait deux variétés de sables, l'une maigre et l'autre grasse, qui trouvent un emploi avantageux dans la confection des moules. Ces sables sont rougeâtres. Leur composition est exprimée comme suit :

	Sable maigre	Sable gras
Silice	92.80	82.00
Alumine et oxydes de fer	3.80	10.80
Chaux	0.20	0.20
Alcalis et pertes par calcination	3.20	7.00
	100.00	100.00

La terre grasse ou terre glaise ou terre franche. C'est une terre jaunâtre contenant de l'oxyde de fer et de la chaux. Sa composition est représentée par :

Silice	37.00
Alumine	11.00
Oxyde de fer	6.50
Carbonate de chaux et pertes par calcination	45.50
	100.00

Les gisements de terre grasse sont nombreux et puissants. Elle sert à fabriquer les tuiles et les briques. Sur place elle vaut de 3 à 4 francs la tonne. On la sèche sur l'aire, on l'écrase, on la tamise et on la fait entrer dans la composition des moules de masselotte.

Les cuissons et les calcinations pratiquées pour la préparation des matières réfractaires employées en fonderie, ont pour but de faire subir à ces matériaux toute la dilatation ou tout le retrait dont ils sont susceptibles et de chasser l'eau combinée que renferment les argiles. Les produits calcinés anhydres sont à grains ; ils sont de plus insensibles à l'action de l'humidité et de la chaleur, toutes qualités propres à la composition des sables de moulage.

Les matières artificielles suivantes sont aussi employées.

Débris de briques de silice. Les débris de briques de silice très calcinées provenant de la démolition ou de la réparation des voûtes ou des carneaux des appareils à haute température, tels que les fours Martin-Siemens, sont nettoyés, écaillés, s'il y a lieu, pulvérisés et tamisés. On obtient de la sorte un sable très maigre facilement utilisable.

Débris de creusets. Bien que les creusets soient fabriqués avec un soin méticuleux, ils ne sont pas inusables. Après 8 à 12 coulées ils sont hors d'usage. Les débris soigneusemeut écaillés, pour les débarrasser des scories qui y sont attenantes, sont écrasés, pulvérisés et tamisés.

Le sable ainsi préparé est d'un prix élevé ; il revient à 60 francs la tonne ; c'est le meilleur sable connu jusqu'à présent pour le moulage de l'acier ; il est très réfractaire, mais il manque un peu de corps. On remédie à ce défaut par une addition de terre plastique : kaolin, Bollène, Mussidan, etc.

Coke. Les bons cokes pour le moulage doivent être compacts, durs et sonores, denses et résistants avec un ton gris clair métallique. Leur composition est voisine de :

Carbone	91.30
Hydrogène	0.33
Oxygène et azote	2.17
Cendres	6.20
	100.00

On les concasse, on les pulvérise et on les passe au tamis comme les matières réfractaires non combustibles.

Graphite ou plombagine. Provient des cornues à gaz d'éclairage. Sa densité est 2. Il est traité comme le coke. Il entre en général pour 1/10e dans la composition des sables de moulage dont il facilite la dépouille.

La préparation des sables de moulage, c'est-à-dire le mélange intime des diverses matières employées pour obtenir un sable convenable, est une opération des plus importantes. Les mélanges doivent être faits à sec. Les matières *cuites* forment le fond de chaque mélange ; les matières *crues* sont ajoutées comme *ciment* pour donner du *corps*, pour lier entre elles toutes les parties du mélange.

Chacun des constituants ayant été préparé et tamisé séparément, comme il a été dit, est étendu sur une aire de façon à former autant de couches superposées qu'il y a de constituants. Cet ensemble de couches est jeté à la pelle dans une trémie qui distribue les matières à une série de tamis oscillants superposés. De la caisse contenant les tamis, le mélange passe, par l'intermédiaire d'une deuxième trémie, dans un broyeur mélangeur à force centrifuge qui le rend plus intime. Sortant du broyeur, il traverse encore quelques tamis oscillants et tombe dans une bâche à détremper. La matière est arrosée automatiquement. On mouille juste assez pour que le mélange se moule bien dans la main. La bâche remplie est gardée pendant quelques jours pour permettre à l'humidité de bien pénétrer également toute la masse. Après huit ou dix jours de repos le sable peut être employé par les mouleurs.

Au lieu de l'eau ordinaire seule, pour humecter le mélange, on emploie quelquefois de la bière aigre, de l'eau de mélasse ou toute autre mixture agglutinante.

On pourrait multiplier le nombre des exemples pour montrer tout le parti qu'un mouleur expérimenté peut tirer des matières diverses dont il dispose. Quelques essais préliminaires guideront le praticien et lui permettront de modifier ses mélanges selon les indications des premiers essais.

Confection du moule. Il existe entre le moule pour fonte et le moule pour acier quelques différences qui proviennent de la nature de ces deux métaux. L'acier est coulé plus chaud que la fonte ; il est moins fluide ; sa solidification est beaucoup plus rapide ; le retrait est plus considérable ; les *retassures* ou affaissements sont plus importantes ; les gaz qui se dégagent du métal dans le

moule même atteignent une pression plus forte à cause de la chaleur intense et de la facile absorption des gaz par l'acier fluide.

Les précautions que prennent les fondeurs pour établir le moule à acier sont nombreuses et justifiées.

Le sable doit être serré avec beaucoup de force afin d'éviter la porosité. On entoure le modèle d'une enveloppe de sable réfractaire durci de 30 millimètres d'épaisseur et on achève de remplir le châssis avec de la terre de moulage ordinaire.

Avant de retirer le modèle, on pratique dans le moule de nombreux trous avec l'*aiguille à tirer de l'air*, afin de faciliter le dégagement des gaz au moment de la coulée.

Après l'enlèvement du modèle, on recouvre la surface interne du moule d'un enduit clair composé de sable de creuset très fin additionné de kaolin. On procède ensuite à la dessiccation lente et complète du moule.

Pour le moulage des cylindres de laminoir à cannelures profondes, on se trouve bien d'employer des briquettes de forme approximative qui produisent un moule solide. On donne les dimensions exactes avec le trousseau.

La fabrication des noyaux est des plus délicates. Ces organes du moule ne sont jamais faits entièrement avec le sable réfractaire ; cette substance forme seulement une couche externe de 1 à 3 centimètres d'épaisseur. Les régions intérieures sont remplies avec de la terre réfractaire mélangée de matières organiques telles que bourre, crottin, paille, etc., dans la proportion de 1/4 à 1/3. Ces matières sont combustibles, elles disparaissent en partie à l'étuvage et à la coulée du métal ; le noyau perd sa compacité, il ne résiste pas au retrait des pièces moulées, retrait qui peut alors se produire sans danger de rupture.

Le volume et la position de la masselotte présentent dans l'établissement du moule une importance capitale. Le poids de la masselotte représente environ 1/4, 1/3 et quelquefois 1/2 du poids de la pièce elle-même.

On fait ajouter au modèle, à l'endroit convenable, qui est généralement le plus massif, un appendice donnant le volume de la masselotte qui sera d'une forme aussi ramassée que possible afin que le métal s'y tienne liquide assez longtemps pour permettre l'abreuvage de la pièce depuis la coulée jusqu'au moment de sa solidification. On évite le refroidissement de la masse fondue destinée à former la masselotte en augmentant l'épaisseur des parois du moule qui la contient et en jetant du charbon de bois à la surface de l'acier fondu.

Etuvage. L'étuvage a pour but de dessécher les moules afin d'en chasser les dernières traces d'humidité. La durée de l'opération varie avec les dimensions des pièces et l'épaisseur de sable employée, de un jour ou plutôt une nuit, à cinq et six jours. D'ordinaire, on prépare dans la journée les petits moules et on les sèche dans la nuit.

La température des étuves varie de 200 à 400° ; il est dangereux d'atteindre le rouge sombre qui dilate considérablement les armatures et occasionne parfois la destruction du moule.

Quelquefois, au sortir de l'étuve, on badigeonne les parois intérieures des moules avec du goudron anhydre qui se volatilise aussitôt en laissant un enduit charbonneux mince et régulier quand la couche a été bien appliquée.

Remplissage du moule. Le métal produit dans les appareils qui seront examinés ci-dessous, est apporté sur le chantier de moulage dans des poches métalliques de capacité variable garnies intérieurement d'un revêtement réfractaire.

Avec les poches contenant plus de 100 kilogrammes de métal, on coule à la *quenouille*, c'est-à-dire que l'on fait écouler l'acier par une ouverture inférieure obturée par un tampon réfractaire, nommé *quenouille*, dirigé par le couleur au moyen d'un levier.

L'acier contenu dans les petites poches est coulé plus simplement par le bec de ces appareils que l'on incline à volonté.

La disposition du moule pour la coulée préoccupe à juste titre le fondeur. En principe, il faut placer le moule de telle façon que le métal le remplisse en suivant un chemin qui se rapproche le plus possible de la verticale. Dans ces conditions l'action de la pesanteur favorise le remplissage du moule. On doit éviter les grandes surfaces horizontales.

Démoulage. Les petites pièces d'acier sont démoulées presqu'aussitôt après la coulée ; les châssis sont libres ou clavetés légèrement afin de faciliter le désablage rapide de la pièce ; on évite de la sorte toutes les ruptures qui résultent des entraves que le moule peut apporter au retrait du métal. Les pièces de poids plus considérable sont démoulées le plus vite possible et, tout chauds encore, les moulages sont introduits dans le four à recuire où on les maintient pendant plusieurs jours, comme il sera dit un peu plus loin à propos du *recuisage*.

Production du métal. *Pour gros moulages.* Le four Martin-Siemens convient parfaitement pour la production du bon métal de moulage. Il est nécessaire, pour éviter autant que possible les actions oxydantes, de mener lestement l'opération. Il faut, pour obtenir ce résultat, employer un four qui chauffe bien. A cet effet, on recherche les chambres de récupération volumineuses et très hautes. La voûte sera légèrement convexe. Moins le bain métallique est épais sur la sole, plus le travail est rapide, car le métal se laisse pénétrer plus facilement par la chaleur rayonnante. D'autre part, une surface trop grande donne beaucoup de prise à l'oxydation. Il convient de garder un juste milieu entre ces deux conditions contraires.

La sole sera très longue, à l'encontre de celle des fours à formes ramassées dans lesquels la combustion des gaz de chauffage se termine dans les chambres, au détriment du four qui chauffe moins et au préjudice des chambres qui sont surchauffées et détériorées en peu de temps. On se trouve bien de conserver les anciennes arrivées verticales qui ont fait leurs preuves.

Le trou de coulée doit se trouver à 2 ou 3 mètres au-dessus du sol du chantier de moulage ; on peut, de la sorte, couler la plupart des pièces fabriquées aujourd'hui.

Un four Martin-Siemens de capacité moyenne peut faire trois coulées par vingt-quatre heures et produire 24 à 25 tonnes d'acier qu'on emploie en grande partie pour le moulage, le surplus est coulé en lingots que l'on utilise de diverses façons. La marche de l'opération destinée à produire de l'acier de moulage présente quelques particularités. Le fondeur maintiendra dans son four une température très élevée afin de donner de la fluidité à son métal. A l'action de la chaleur il devra ajouter celle du manganèse, car ce métal forme avec le fer un alliage qui se répartit uniformément dans la masse dont il favorise ainsi l'homogénéité. L'action du silicium est moins bienfaisante, parce que les siliciures se liquatent sous forme d'un alliage irrégulièrement réparti.

On corrige l'oxydation du bain par une addition de manganèse qui ramène les oxydes de fer à l'état métallique, tandis que le manganèse est scorifié et passe dans le laitier.

Les soufflures sont aussi combattues par l'addition du manganèse et du silicium, dont l'action est toute puissante. Il serait dangereux, dans l'état actuel de nos connaissances métallurgiques, de chercher à réaliser une épuration des matières chargées au four Martin, en vue de couler de l'acier de moulage. Il ne faut pas songer à expulser le phosphore et le soufre ; on prolongerait l'opération et on favoriserait l'oxydation dans une mesure telle, qu'une réduction complète des oxydes serait difficile et incertaine.

Il faut donc employer uniquement des substances pures par elles-mêmes et pratiquer un simple affinage qui a pour but de brûler complètement le silicium, le carbone et le manganèse ; on ajoute ensuite, par la recarburation, la proportion de fontes spéciales nécessaires pour donner un métal à composition déterminée.

Voici, d'après M. Mahler, le pourcentage d'une charge ayant donné de bons résultats.

Fonte.	16k,0	Charge de fusion.
Spiegel (à 18 0/0 manganèse). . .	1k,8	
Riblons chute de rails.	80k,0	
Ferro-manganèse (à 45 0/0). . . .	1k,2	Addition.
Silico-spiegel.	1k.0	
	100k,0	

L'opération, pour 8,000 kilogrammes, dure sept heures, depuis le commencement de la charge jusqu'à la coulée.

Pour moulages moyens. Jusqu'à ces dernières années, la fabrication des moulages moyens, c'est-à-dire du poids de 30 à 100 kilogrammes, était demeurée difficile : le four Martin produisait trop de métal et le creuset n'en coulait pas assez. Les fours Martin à faible production, coulant de 1 à 3 tonnes de métal par opération, présentent bien des inconvénients. Les petits convertisseurs du système Clapp et Griffith n'ont donné que des résultats médiocres. Le cubilot-convertisseur G. Robert, paraît avoir résolu le problème du moulage des pièces moyennes.

Le convertisseur Robert est connu ; sa description a été donnée dans l'article Acier. Le principe de l'appareil réside dans le soufflage latéral qui détermine un mouvement giratoire capable d'affiner le métal. L'acier obtenu, recarburé à dose convenable, est très chaud et par suite très fluide et parfaitement homogène.

Pour petits moulages. Il est bien démontré que le convertisseur Robert peut produire des moulages de très faible poids ; on a pu voir à l'Exposition de 1889, dans les produits de l'usine de Stenay, travaillant avec cet appareil, des petites pièces, parfaitement réussies.

A l'exception de la grande roue, les pièces des figures 578 à 688, pèsent moins de 1 kilogramme ; les plus légères atteignent à peine le poids de 80 grammes.

La fluidité du métal Robert permet le moulage en sable vert, et les menus objets obtenus n'exi-

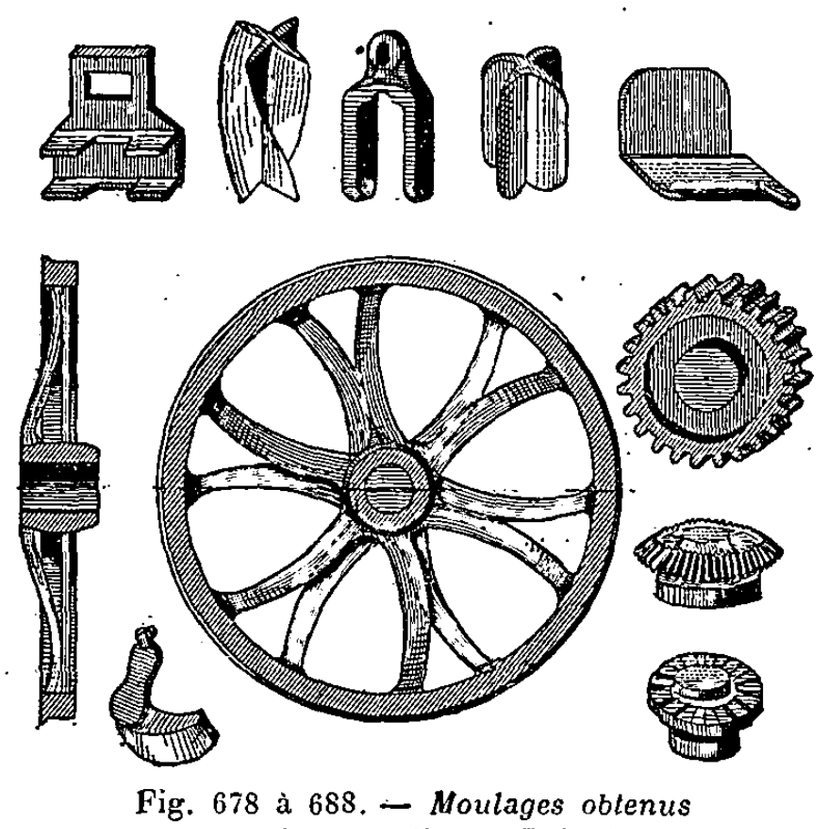


Fig. 678 à 688. — *Moulages obtenus avec le convertisseur Robert.*

gent qu'un recuit très faible : un simple *revenu* de quelques heures dans un four chauffé au rouge suffit parfaitement.

Dans les ateliers peu importants, où l'on n'a pas encore adopté le cubilot convertisseur Robert, on continue à se servir des creusets pour l'obtention des petits moulages.

La fabrication de l'acier au creuset est parfaitement connue et n'a pas subi depuis longtemps de modifications bien appréciables. Le four à vent de Benjamin Hunstmann a été remplacé par les fours à gaz du système Siemens.

Au creuset on n'obtient, en général, dans la marche courante du travail, que des aciers durs ou demi-durs, à l'exclusion des aciers doux.

Voici, d'après M. Dény, les limites entre lesquelles peut varier la composition de la charge du creuset (V. le tableau de la page 1114).

On ajoute généralement de 1 à 2 p. 0/0 de ferromanganèse, suivant l'oxydation des riblons.

Composition et propriétés des produits obtenus. Les propriétés mécaniques des moulages d'acier dépendent : 1° de la composition chimique du

	Acier dur	Acier demi-dur
Fonte siliceuse.	20	10
Acier puddlé, acier Bessemer	80	60
Fer puddlé.	»	30
	100	100

métal ; 2° de son état physique. La composition du métal varie elle-même au gré du fondeur, ou à peu près, suivant la nature et l'importance des additions finales.

L'état physique du métal varie aussi selon que le moulage est naturel, recuit ou trempé. Le plus souvent les moulages sont employés après recuit. La composition chimique des moulages d'acier diffère essentiellement selon leur mode de production.

L'acier Martin demi-dur renferme :

Carbone.	de 0.200 à 0.500 0/0
Silicium.	de 0.180 à 0.500
Manganèse.	de 0.300 à 1.000

Avec de telles compositions les aciers Martin de moulage donnent, après recuit, une résistance de 45 à 60 kilogrammes avec un allongement de 12 à 25 0/0.

Les aciers Robert sont, en général, un peu moins chargés de silicium et un peu plus riches en manganèse. Un échantillon communiqué par M. Robert à l'*Iron and steel Institute*, en 1889, a donné à l'analyse :

Carbone.	0.250
Silicium.	0.140
Manganèse.	1.077

Cet acier présentait, après recuit, une résistance de 55 kilogrammes avec un allongement de 15 0/0.

Les aciers au creuset sont beaucoup plus carburés et siliciés que les précédents ; mais, par contre, ils sont moins manganésés.

Leur composition est comprise entre les limites suivantes :

Carbone.	de 0.800 à 1.500
Silicium.	de 0.300 à 0.800
Manganèse.	de 0.100 à 0.600

Un tel métal ne brille guère par ses propriétés mécaniques ; il donne une résistance de 35 à 55 kilogrammes, avec un allongement de 0 à 4 0/0.

Influence du recuit. Quand on examine la cassure d'une pièce d'acier sortant du moule, on la trouve formée de gros grains cristallins d'un aspect peu rassurant. La théorie de Tchernoff montre qu'il est possible de donner à ce grain la finesse que comporte la nature chimique du métal ; il suffit pour cela de recuire le métal à une température déterminée qui varie avec chaque métal. En général, on peut dire que les moulages devront être recuits à la température usitée pour le forgeage de ces pièces. Par conséquent, un acier très doux sera recuit au jaune, tandis qu'un acier dur sera porté seulement au rouge cerise. La durée du recuit est variable avec le poids et l'épaisseur des pièces considérées.

Après recuit, les moulages montrent, dans leur cassure, un grain fin et régulier. Leur composition chimique n'a pas été modifiée ; seul le carbone s'est réparti plus régulièrement, il s'est dispersé, pour ainsi dire. Quant aux propriétés mécaniques, elles ont été modifiées profondément, ainsi que le montre le tableau ci-contre :

Éprouvettes	Résistance par millim. carré	Allongement pour 100	Désignation
1	45k,0	2.0	Métal coulé naturel.
2	46k,5	10.0	Métal coulé recuit.

Le métal recuit a conservé sensiblement la résistance de l'acier coulé naturel, mais son allongement a été quintuplé.

On obtient fréquemment des résultats plus satisfaisants que ceux indiqués au tableau ; il n'est pas rare de trouver des moulages d'acier Martin recuit qui donnent 60 kilogrammes de résistance à la rupture sous un effort de traction pour une section de un millimètre carré, avec 20 0/0 d'allongement. Un tel métal présente à l'usage toutes les garanties que l'on peut raisonnablement exiger d'un acier laminé ou forgé.

Moulages spéciaux. Depuis quelques années on obtient des moulages d'acier qui doivent leurs propriétés particulières, et souvent fort recherchées, à l'action d'un métal étranger.

Tels sont les aciers au *manganèse*, fabriqués par M. Hadfield, de Sheffield. On sait que ces aciers contiennent de 10 à 15 0/0 de manganèse et qu'ils sont excessivement durs, inusables ; mais comme leur travail à chaud et à froid est difficile, on les façonne par moulage. On a obtenu, de cette façon, des roues de vagonnet et des fers de cheval que l'on a trouvés excellents à l'usage.

L'addition de l'aluminium est plus mystérieuse. Il est certain qu'une faible quantité d'aluminium ajoutée à l'acier fondu donne de la fluidité à ce métal, ce qui permet de couler des moulages extra doux, analogues au métal *Mitis* de M. Nordenfield.

L'auteur de cet article a eu entre les mains quelques accessoires de carrosserie tels que timons, porte-lanternes, clefs diverses, etc., obtenus par la méthode de M. Nordenfield ; ils étaient bruts de fonderie et présentaient avec les propriétés physiques des aciers extra doux, la composition suivante :

Carbone.	0.140
Soufre.	0.010
Phosphore.	0.050
Manganèse.	0.180

De quelle façon agit l'aluminium ? La question est des plus controversées.

Est-il raisonnable d'admettre que la fluidité du bain est due à la chaleur provenant de la combustion d'un poids minime d'aluminium ? La chaleur de combustion de l'aluminium n'est pas aussi élevée qu'on le suppose généralement ; elle est même inférieure à celle du silicium. Or, quelques grammes de silicium ne donnent pas au

bain la liquidité que lui apporte la même quantité d'aluminium.

D'autres hypothèses, telles que la formation d'un alliage alumino-ferreux plus fusible, sont très hasardées. On a dit aussi que l'acier, débarrassé de ses oxydes, par l'action énergique de l'aluminium, était, par cela même, plus fluide. Cette dernière explication est la plus plausible.

Conclusion. En résumé, la fabrication des moulages d'acier de qualités diverses, répondant aux divers emplois auxquels ces pièces sont destinées, est un problème à peu près résolu. L'Exposition universelle de 1889 a montré que la production des moulages d'acier pesant depuis 100 grammes jusqu'à 10 tonnes et au delà était l'un des progrès les plus importants accomplis dans le travail métallurgique durant les vingt dernières années écoulées. — L. C.

** **MULLER** (EMILE), ingénieur, né à Altkirch, en 1823, mort à Nice, en 1889, fut d'abord élève de l'Ecole centrale des arts et manufactures, entra dans l'industrie et revint ensuite à l'Ecole comme professeur de constructions civiles; ses cours attrayants furent suivis par toute la génération actuelle des ingénieurs; la science de Müller ne s'arrêtait pas aux données exactes, elle savait envisager l'au delà, aussi est-ce à son conseil que l'on a dû les premiers types d'habitations ouvrières, où les travailleurs devaient trouver, sous la forme la plus simple, tout le confortable auquel il leur était permis d'aspirer; notamment, les cités de Mulhouse ont été son œuvre; il a encore fondé les associations des propriétaires d'appareils à vapeur de Paris, l'Association des industriels de France pour la préservation des accidents de travail, et le *Génie civil*, le plus compétent recueil qui existe pour les ingénieurs et les architectes. Il a consacré à ces diverses créations tous les loisirs que lui laissait la direction des usines de produits céramiques, à Ivry-Port. Membre du Comité de la Société des ingénieurs civils, il avait été nommé vice-président, en 1870, et président, en 1876. C'était un esprit vif, très juste et avide de nouveautés, et beaucoup de ses camarades et de ses élèves ont eu à se louer de ses conseils et de son appui.

N

• **NAVETTE.** *T. de tiss.* La construction des navettes pour métier à tisser variant avec les divers textiles, il nous paraît nécessaire d'ajouter quelques données spéciales aux indications générales que comporte l'article consacré dans le *Dictionnaire* à ce sujet.

La navette employée pour le tissage du *coton* et du *fil de lin* est en bois ou en pommier; les extrémités en sont garnies de pointes d'acier, maintenues par des chevilles et unies au bois par du mastic. Pour que les chevilles ne fassent pas éclater le bois, un fil d'acier en spirale est placé dans un évidement annulaire. Une canette s'y place sur une broche intérieure, le plus souvent munie d'un ressort. Le fil est tiré de la pointe de cette canette et amené ensuite par un tuyau de porcelaine à travers un évidement pratiqué au fond de la navette et ainsi introduit dans le pas, ou bien il traverse la paroi latérale de la navette et est reçu dans une rainure qui y est pratiquée, et qui a pour but d'empêcher le fil de se trouver pris et limé entre la navette et la face antérieure de la boîte.

La navette pour la *soie* est construite de la même façon. La seule différence consiste dans l'emploi d'un système de tension et de rappel, qui empêche la matière lisse de se dérouler en trop grande quantité. Cet appareil consiste en un petit levier porteur d'anneaux métalliques et dont le bras court est maintenu par un élastique assujetti au moyen de vis; la trame passée dans les anneaux du levier et dans des anneaux fixés à la paroi de la navette fait osciller le levier en se déroulant, l'élastique est alors tendu, le levier revient lorsque la traction du fil cesse et attire dans la navette la trame dévidée en trop ou devenue flottante par le changement des boîtes; la duite est ainsi constamment tendue dans le pas.

Pour le *jute* et les bas numéros de *chanvre*, on emploie la navette à pelote, en bois, à pointes d'acier, renfermant une pelote de fil dans son évidement intérieur. Pour contenir plus de fil, les parois latérales et inférieures sont cannelées, Afin d'empêcher la pelote de sauter, on applique sur la navette une pièce en fer-blanc, mobile, dont l'extrémité légèrement recourbée s'engage sous un crochet, de façon qu'elle ne puisse s'ouvrir qu'accidentellement. Pour retirer la pelote, il suffit d'appuyer sur cette pièce. Le fil passe à travers un œillet de porcelaine, et est guidé daus la foule par une rainure formée sur le côté extérieur de la navette.

Enfin, la navette à tisser la *laine* est en acier et court sur des roulettes à ressort. Les axes des roulettes reposent sur le bras d'un levier, dont l'autre bras s'appuie contre un levier simple. Entre celui-ci et l'extrémité de la navette est placé un caoutchouc, support élastique dont le but est de donner du jeu à la navette dans le sens de la hauteur lorsqu'elle passe sur de gros fils. Une broche portant un ressort est vissée dans un culot fixé dans la partie relevée du fond de la navette; des rivets forment entretoises et consolident les parois latérales.

Toute navette doit exécuter deux sortes de mouvements : d'une part, ceux nécessaires à l'insertion de la trame dans le pas et, de l'autre, ceux qui la mettent à portée du chasse-navette; les derniers ne se produisent que dans les métiers à changements de boîte.

Chasse-navette. En général, pour l'insertion de la trame, la navette reçoit l'impulsion d'un chasse-navette à l'intérieur de la boîte. Celui-ci lui imprime un mouvement rapide et uniformément accéléré qui lui permet de traverser seule le pas et d'arriver dans la boîte opposée. Le taquet du chasse-navette, en cuir, en bois ou acier tubulaire garni intérieurement de caoutchouc, est guidé le long de la boîte sur une tringle ou dans des coulisses et actionné par un levier à mouvement rapide appelé *bâton de fouet*; ce bâton traverse le taquet ou s'y trouve relié par une lanière de cuir. Selon que le fouet est à la partie supérieure du bâti, au milieu ou en bas, dans le voisinage de

l'axe de la chasse ou suivant cet axe même, on distingue trois genres de chasse-navette : le chasse-navette supérieur, le chasse-navette intermédiaire et le chasse-navette inférieur.

Actuellement, le *chasse-navette supérieur*, c'est-à-dire celui dont l'arbre est établi au-dessus du bâti et sur lequel sont adaptés d'un côté le bâton de fouet relié au taquet par une courroie, et de l'autre un levier dont l'extrémité est rattachée à un levier coudé, n'existe plus que dans les métiers de construction ancienne.

Le dispositif désigné sous le nom de *chasse-navette intermédiaire* est surtout en usage sur les métiers étroits, légèrement construits. L'arbre du chasse-navette, placé verticalement sur le côté du bâti, repose dans une crapaudine et est maintenu par un collet; au haut de cet arbre se voit le bâton de fouet, au bas le galet du chasse-navette.

Quant au *chasse-navette inférieur*, il est actionné par un excentrique ou par un ressort. L'excentrique est calé sur l'arbre ou sur le levier du chasse-navette, et dans le premier cas le levier, dans le second l'arbre, porte un galet sur lequel agit l'excentrique ou inversement. Le ressort actionne le bâton du fouet, il est bandé au moyen d'un excentrique ou d'une manivelle, dans l'intervalle qui sépare les détentes.

Guide-navette. Exceptionnellement, la navette est parfois guidée pendant toute sa course sans être lancée. Une disposition de ce genre a été imaginée par James Lyall. La navette repose alors, au moyen de galets, entre les roulettes supérieures d'un chariot qui court lui-même sur des roulettes dans une rainure du battant; elle est également maintenue par des roulettes contre le chapeau du peigne. — A. R.

NAVIGATION AÉRIENNE. La navigation aérienne n'a pas fait, dans ces dernières années, les progrès qu'on s'était cru en droit d'espérer à la suite des belles expériences des capitaines Renard et Krebs, en 1884 et 1885, qui sont décrites avec quelques détails, au *Dictionnaire*, dans l'article NAVIGATION AÉRIENNE.

L'établissement aérostatique de Chalais fonctionne toujours sous la direction du commandant Charles Renard, assisté de son frère, le capitaine Paul Renard. Le capitaine Krebs a quitté cet établissement au mois de décembre 1884. Nous avons déjà dit que le directeur de Chalais s'imposait une réserve extrême en ce qui concerne la publication de ses travaux, réserve parfaitement justifiée par le secret qu'il convient d'assurer à une invention capable de rendre d'immenses services en cas de guerre. Aussi est-il impossible de dire exactement jusqu'à quel point l'aérostat de 1885 a été perfectionné. Ce qui est certain, c'est qu'aucune expérience publique n'a été faite depuis cette époque, et il faut bien avouer que ce n'est pas là un excellent symptôme.

Frappée des résultats obtenus à Chalais, l'Académie des sciences s'attendait, comme le public, à de nouveaux perfectionnements; aussi avait-elle proposé pour sujet du prix Fourneyron, en 1888 : *Etude théorique et pratique sur les progrès qui ont été réalisés dans la navigation aérienne depuis* 1880. Le prix n'ayant pu être décerné faute de mémoire d'un mérite suffisant, la question fut reportée au concours de l'année suivante; on comptait que l'Exposition universelle apporterait quelque révélation. Cet espoir fut déçu, le prix ne fut pas plus décerné que l'année précédente et la question fut retirée du concours.

Ainsi que nous l'avons fait observer dans le *Dictionnaire*, le problème de la navigation aérienne dépend exclusivement de la vitesse qu'il est possible d'imprimer à l'aérostat. Toutes les questions secondaires : stabilité, permanence de la forme, etc., paraissent aujourd'hui complètement résolues. Quant à la vitesse, elle dépend des dimensions de l'aérostat, et augmente avec ces dimensions, toutes choses égales d'ailleurs. Il y a, cependant, un intérêt capital à augmenter le plus possible la vitesse d'un aérostat de dimensions données, et l'on ne peut y arriver qu'en augmentant la puissance du moteur. Or, il est évident que le poids du moteur qu'il est possible d'emporter dépend lui-même des dimensions de l'aérostat, ce qui limite nécessairement les moyens d'action. En définitive, l'avenir de la solution réside entièrement dans ce qu'on a appelé la question du *moteur léger*. Tout perfectionnement qui permettra de réaliser un moteur fournissant pendant le même temps la même quantité de travail sous un moindre poids constituera un progrès important dans la navigation aérienne. C'est, du reste, en s'engageant dans cette voie que le commandant Renard a pu obtenir les succès de 1884 et 1885. Les travaux qu'il a continués dans cet ordre d'idées, depuis six ans, ont dû certainement amener quelques améliorations au moteur primitif, quoiqu'il soit impossible de dire jusqu'à quel point ces améliorations sont importantes. Les rares publications émanées de Chalais sont relatives aux hélices, aux piles inventées par M. le commandant Renard et auxquelles il a donné le nom de *piles chlorochromiques*, et enfin, à la production économique de l'hydrogène par l'électrolyse de l'eau. La question relative aux hélices est trop technique pour que nous puissions la développer dans cet article. Nous dirons seulement quelques mots de la production de l'hydrogène. Le principe de l'invention consiste : 1° dans la séparation des gaz produits par l'électrolyse par des cloisons poreuses convenables; 2° dans la substitution d'un électrolyte alcalin (dissolution de soude caustique) à l'électrolyte acide, ce qui permet d'employer le fer, la fonte ou l'acier comme électrode aux deux pôles. L'appareil, qui a servi à des expériences en grand pendant une année, à l'établissement de Chalais, se compose d'un vase cylindrique en tôle commune qui sert à la fois de cuve et d'électrode négative. Un tube perforé, également en tôle, porté par un couvercle fermant hermétiquement le vase extérieur, mais isolé de ce vase, sert d'électrode positive. Un grand sac d'amiante, ligaturé sur l'électrode intérieure, sert à séparer les deux gaz. L'oxygène se dégage à l'intérieur du tube central, et l'hydrogène dans l'espace annulaire compris

entre les deux vases. Le courant est fourni, comme d'ordinaire, par une machine dynamo-électrique. On voit que l'appareil produit de l'oxygène en même temps que de l'hydrogène. Le prix de revient de ces gaz, y compris tous les frais accessoires et même ceux de leur compression à 120 atmosphères, ne dépasserait pas 0 fr.50 à 0 fr. 60.

Pour revenir à la navigation aérienne proprement dite, nous terminerons par une remarque relative aux appareils *plus lourds que l'air*. Ici encore, le problème se ramène à une simple question de vitesse. La résistance de l'air sur un aérostat en marche s'accroît rapidement avec la vitesse. Si l'on arrive, par la suite des progrès réalisés sur les moteurs, à obtenir des vitesses de plus en plus considérables, il viendra un moment où cette résistance deviendra égale et même supérieure au poids de tout l'appareil. A ce moment, il sera permis de se demander s'il ne convient pas de supprimer le flotteur aérien et d'employer la force motrice à soulever l'appareil. La suppression du moteur diminuerait le volume et, par suite, la résistance dans de telles proportions qu'il pourrait y avoir avantage. Pour un ballon analogue à *La France*, ce point critique sera atteint quand on arrivera à la vitesse de 20 mètres par seconde. On est encore bien éloigné de ce chiffre, la plus grande vitesse obtenue, en 1885, ne dépassant pas $6^{m},50$. Mais une vitesse de 20 mètres n'est pas indispensable pour que les aérostats soient pratiquement dirigeables, 12 à 15 mètres suffiraient. Il y a donc lieu de penser que les ballons dirigeables rendront de grands services avant qu'on puisse aborder le problème par le système du *plus lourd que l'air*. — M. F.

Bibliographie : Communications faites à la Société française de physique : sur les *Hélices*, par le commandant Ch. Renard; *Sur les piles chlorochromiques*, par le même, *Sur l'électrolyse industrielle de l'eau*, par le même; *Conférence sur la Navigation aérienne*, par le commandant Charles Renard, Gauthier-Villars, 1886.

NAVIGATION INTÉRIEURE. Si la construction des chemins de fer a fait rejeter pendant longtemps la navigation intérieure au second plan, on est revenu aujourd'hui à une appréciation plus juste du rôle important qu'elle doit jouer dans l'économie d'un pays. C'est, en effet, par elle seule que l'on peut assurer à très bas prix le transport des matières pour lesquelles les voies ferrées seraient trop coûteuses, telles que la houille, la pierre de taille, les bois, les minerais, les engrais et amendements, la castine, les marchandises encombrantes comme le foin, la paille, le coke, enfin les pièces de charpente en fer et les lourdes pièces d'artillerie, dont le poids dépasse la capacité des vagons et la résistance des ponts. C'est grâce à elle que l'on peut alimenter les industries dont les produits assurent le trafic des chemins de fer. Par une coïncidence parfaitement établie, les voies ferrées les plus prospères sont parallèles aux grandes voies navigables, comme le Rhin, l'Elbe et la Seine. La Compagnie du chemin de fer du Nord, dont le réseau est en concurrence directe avec les canaux du nord de la France et de la Belgique, est actuellement la seule en France qui n'ait pas recours à la garantie de l'Etat. En Amérique, la ligne de Baltimore, en concurrence avec le canal de la Chesapeake à l'Ohio, est également une des plus florissantes. Toutefois ces résultats si avantageux n'ont été obtenus que grâce à l'amélioration de ces mêmes voies navigables. Partout où elles sont restées en leur état naturel, la batellerie n'a pu soutenir la concurrence des chemins de fer, parce que celle-ci a modifié profondément les conditions des transports. Elle a amené le commerce à exiger la continuité et la régularité, qui permettent de s'approvisionner au fur et à mesure des besoins et de supprimer la plus grande partie des frais de magasinage et d'assurances ainsi que les pertes d'intérêts qui en étaient la conséquence. Elle oblige la batellerie à employer, pour abaisser ses prix, un matériel plus puissant parce que les frais de locomotion d'un bateau sont loin d'augmenter dans la même proportion que son chargement. Il faut donc, pour que cette industrie puisse prospérer, qu'elle trouve partout et en tout temps un mouillage suffisant et qu'elle soit mise, autant que possible, à l'abri des causes de chômage. Ces conditions étaient rarement remplies sur le réseau existant avant la création des chemins de fer, de sorte qu'on a dû reprendre de tous côtés l'amélioration des cours d'eau naturels et le remaniement des canaux qui établissent la communication entre les différents bassins. Les questions techniques et économiques soulevées par ces importants travaux ont donné lieu à des congrès internationaux spéciaux, à Bruxelles, en 1885; à Vienne, en 1886; à Francfort-sur-le-Mein, en 1888; à Paris, en 1889, et à Manchester, en 1890. On y est arrivé aux conclusions suivantes : il y a un intérêt de premier ordre à compléter le réseau des chemins de fer par un réseau bien entendu de voies navigables; l'établissement de ce réseau et son entretien ne peuvent être entrepris que par l'Etat qui est seul à même de profiter des bénéfices indirects que donnent le développement des voies de communication et leur influence sur l'agriculture, le commerce et l'industrie; enfin, l'Etat doit l'eau, sans péage, aux bateliers, comme il doit des routes carrossables à la circulation générale; c'est du reste un intérêt de même ordre qui l'a conduit à exécuter les travaux d'infrastructure de la plupart des chemins de fer et à leur accorder des subventions.

Dans la partie maritime des fleuves, jusqu'au point où la marée remonte naturellement, on doit s'efforcer d'obtenir une profondeur suffisante pour donner accès aux navires de fort tonnage; Paris, Rotterdam, Newcastle, Glascow, Manchester sont des exemples des succès ainsi obtenus; mais pour les parties en amont, c'est-à-dire pour la véritable navigation intérieure qui n'intéresse que la batellerie, un tirant d'eau considérable ne pourrait être réalisé sans d'énormes dépenses qui ne seraient justifiées que pour quelques cas exceptionnels où l'on pourrait trouver un trafic correspondant, comme Paris, Lyon, Bruxelles, Liège, Berlin, Mannheim, Francfort et Manchester. En

général le tirant d'eau le plus convenable pour les lignes de navigation intérieure est de 2 mètres, sauf pour la partie inférieure des fleuves qui ont un accès facile à la mer et où le mouillage peut être avantageusement augmenté. Sur la Seine, entre Saint-Aubin et Paris, soit 217 kilomètres, le mouillage est de 3m,20; entre Paris et Montereau, soit 83 kilomètres, il est de 2 mètres. A Rouen, à l'embouchure du fleuve, il a été porté à 5m,50. en morte eau..

Sur le Rhin, le mouillage obtenu sur le bas fleuve jusqu'à Cologne est de 2m,40; entre Cologne et Mannheim, il est de 2 mètres. Sur le Mein, depuis son confluent en face de Mayence jusqu'à Francfort, soit 34 kilomètres, le mouillage est de 2m,40. Cependant la navigation est très prospère sur l'Elbe avec un tirant d'eau de 80 centimètres et on admet que pour le Rhône 1 mètre de profondeur serait déjà très satisfaisant pour la batellerie. C'est qu'en effet les conditions varient non seulement d'un cours d'eau à un autre, mais souvent entre les diverses parties d'un même cours d'eau et les procédés d'amélioration que l'on peut raisonnablement employer sont loin de donner les mêmes résultats.

Lorsque le volume des eaux est abondant en toute saison et que la largeur du fleuve est grande, des travaux de correction du lit et de régularisation des berges peuvent suffire pour assurer à la batellerie un mouillage convenable.

Le Rhin, l'Elbe et le Rhône sont des exemples de ce que l'on peut obtenir par ce procédé.

Lorsque la pente est modérée, que les rives ne sont pas trop basses et que l'on est surtout exposé à une forte diminution du débit pendant la saison sèche, on a recours à la canalisation au moyen de barrages éclusés qui permettent d'obliger le fleuve à couler à pleins bords en toutes saisons.

Lorsque les berges sont basses, que la pente, très forte, amène un régime torrentiel et des déplacements brusques du lit, les barrages seraient trop rapprochés et les écluses trop nombreuses. Il faut alors recourir à la construction d'un canal latéral; celui-ci sert du reste d'intermédiaire entre la partie canalisée de la rivière et le canal à point de partage indispensable, lorsque l'on veut prolonger la voie navigable jusqu'à un autre fleuve, en franchissant le faite de séparation. Cette solution est encore assez coûteuse, parce qu'il y a un intérêt puissant à accélérer le trafic et à faciliter sur tout le réseau la propulsion à vapeur, jusqu'à présent limitée aux rivières canalisées ou améliorées, et que pour réaliser ces progrès, il faudrait donner au canal une grande section; construire partout deux écluses jumelles, avec portes à un ventail et appareils hydrauliques de manœuvre; donner aux ponts fixes une grande ouverture et rejeter leurs culées en arrière des chemins de halage; établir les ponts mobiles avec double passage. La grande largeur du canal permettrait de supprimer le chômage d'entretien en faisant les réparations à l'aide de bâtardeaux ou de scaphandres. Comme les canaux latéraux ont aussi l'avantage de supprimer les chômages que peuvent causer les crues des cours d'eau, on n'aurait plus à craindre que ceux qui sont dus à la gelée.

Le *Dictionnaire* a déjà traité les questions qui se rapportent aux canaux (V. Canal, Ecluse) et aux rivières canalisées (V. Barrage, Rivière canalisée). Il reste à dire quelques mots des travaux nécessaires pour transformer un cours d'eau à fond mobile en rivière navigable à courant libre. Dans ce genre de cours d'eau, l'action que les eaux exercent sur le lit dépend de leurs débits et pour chaque débit différent, de sa durée. Les eaux d'étiage n'ont pas d'influence notable; l'effet produit par les crues est instable et modifié par les eaux moins élevées qui leur succèdent; ce sont ces dernières qui déterminent la forme définitive que l'on observe après chaque crue et c'est sur elles que l'on se base pour déterminer aussi approximativement que possible les limites du lit mineur dont les eaux règleront le lit d'étiage. La hauteur de ces eaux régulatrices varie pour chaque point du fleuve suivant la constitution du fond. Lorsque le courant est modéré, on peut créer les rives de ce lit mineur, soit par des épis, comme on l'a fait sur l'Elbe, l'Oder et la Vistule, soit par des digues longitudinales, comme sur la partie saxonne de l'Elbe et sur une grande partie du Rhin. Lorsque le courant est rapide, comme sur le Rhône, il est préférable, pour les rives concaves du lit mineur, d'établir des digues basses longitudinales rattachées aux rives naturelles par des digues transversales assez rapprochées pour que, pendant les hautes eaux, il n'y ait pas de place pour l'établissement de forts courants ramenant le thalweg à son ancienne direction. Sur les autres rives on peut se contenter d'épis plongeants inclinés qui partent, soit de la rive naturelle, soit des plages émergeantes et pénètrent dans le lit mineur en s'abaissant plus ou moins au-dessous de l'étiage. La hauteur des digues doit être fixée au-dessus de l'étiage de façon qu'elles concentrent les eaux au niveau nécessaire pour maintenir leur action efficace. Leur tracé doit être dirigé de façon qu'aux inflexions les eaux restent massées de manière à former un courant unique et qu'elles ne s'étalent pas sur une trop grande largeur afin de conserver la profondeur voulue. Les courbes consécutives doivent concorder de telle sorte que le courant soit lancé franchement de l'une dans l'autre et les sommets doivent être convenablement espacés, en évitant les inflexions trop brusques ou irrégulières; on évite également autant que possible les longues portées rectilignes où le thalweg est indécis et exposé à se diviser. Une régularité mathématique n'est pas nécessaire et c'est plutôt affaire d'expérience et d'observation que de calcul.

Pour fixer et rectifier le fond, on complète les ouvrages précédents par des digues tranversales noyées ou seuils de fond dont l'axe longitudinal est orienté de l'aval vers l'amont, et dont la pente est dirigée vers le chenal de telle sorte que le déversement qui s'opère sur ces seuils ramène les eaux vers le thalweg et tende à éloigner le courant de la rive. On doit naturellement pour ces barrages noyés procéder lentement et progressi-

vement en observant avec soin les effets produits et l'on arrive à remplacer la pente très irrégulière de l'ancien lit par une pente moyenne. En général tous ces ouvrages sont exécutés en enrochements échoués à pierres perdues; les ouvrages transversaux s'exécutent par assises successives sur de faibles hauteurs; on laisse le colmatage se produire; puis on exhausse à nouveau. Quand ils ont acquis la stabilité définitive, on les régularise; on arrange les portions qui dépassent les basses eaux et on remplit les joints de ciment. Les ouvrages noyés à une grande profondeur n'ont pas besoin d'être régularisés; pour les autres on règle leur surface à l'aide du bateau cloche qui sert aussi à déraser les récifs qui peuvent se rencontrer. C'est ainsi que sur le Rhône on est parvenu à corriger les inégalités transversales du lit et à rectifier le chenal étroit et profond qui se tenait ordinairement le long des rives concaves. Sur les points où se produisaient des profondeurs anormales on a relevé et fixé le fond au niveau convenable. Dans les passages difficiles, où la position du thalweg était indécise, on est arrivé à créer un chenal navigable fixe dont les variations de niveau du fleuve ne modifient plus la position. Le niveau d'étiage était en 1889 de 1m,15; il se maintient même à 1m,60 pendant 345 jours et à 2 mètres pendant 90 jours. Quelques travaux d'achèvement sur trois hautfonds permettront d'avoir 1m,60 pendant 358 jours et 2 mètres pendant 328 jours. En 1883, et de 1885 à 1888, la navigation n'a pas été interrompue; enfin, la conduite des bateaux est devenue très facile, et le halage, auquel les vapeurs étaient forcés d'avoir recours dans certains passages, a pu être supprimé. Les travaux ont été commencés en 1878 et la dépense s'élevait, en 1889, à 39 millions de francs.

On a reproché à ce système d'amélioration la faiblesse des résultats obtenus et l'obligation qui en résulte quelquefois de reprendre des travaux que l'on croyait terminés. Enfin, les variations du régime ne sont pas aussi complètement supprimées qu'avec la canalisation; aussi, malgré les succès obtenus par les derniers systèmes de barrage sur la Seine, poursuit-on la recherche de nouvelles solutions, soit pour augmenter encore la hauteur des retenues, soit pour faciliter les manœuvres et surtout pour diminuer les dépenses d'établissement. Parmi les projets nouveaux, il convient de signaler le système que M. L. Pochet, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a présenté pour les rivières à fond mobile. C'est un système à ponts supérieurs, mais dans lequel les montants mobiles qui supportent le vannage et le vannage lui-même sont remplacés par des vannes en arc de cercle AB (fig. 689) retenues par des bielles dont l'articulation O est fixée sur la face aval du pont inférieur F ou pont de barrage. Ces vannes peuvent être levées ou abaissées au moyen d'une chaîne s'enroulant sur un treuil T qui circule sur le pont supérieur ou pont de manœuvre E. Ce dernier est placé à une hauteur suffisante pour que la vanne levée en A'B', et attachée au tablier du pont supérieur par des loquets, laisse complètement libre l'espace compris au-dessous du pont inférieur dont le tablier est fixé au niveau nécessaire pour le passage des bateaux. Lorsque la vanne est baissée, son arête inférieure s'appuie sur une portée ménagée dans le seuil du barrage, de façon que ce seuil supporte la plus grande partie de la pression de l'eau retenue en amont, et que l'effort transmis au pont de barrage se trouve réduit à peu près au tiers de la pression totale. En conséquence, l'articulation de la bielle inférieure OA est reportée à l'extrémité d'un petit levier qui lui permet, une fois abaissé, un léger déplacement de l'amont à l'aval. Toutefois lorsque le passage d'une crue exigera que les vannes soient maintenues plus ou moins soulevées, l'al-

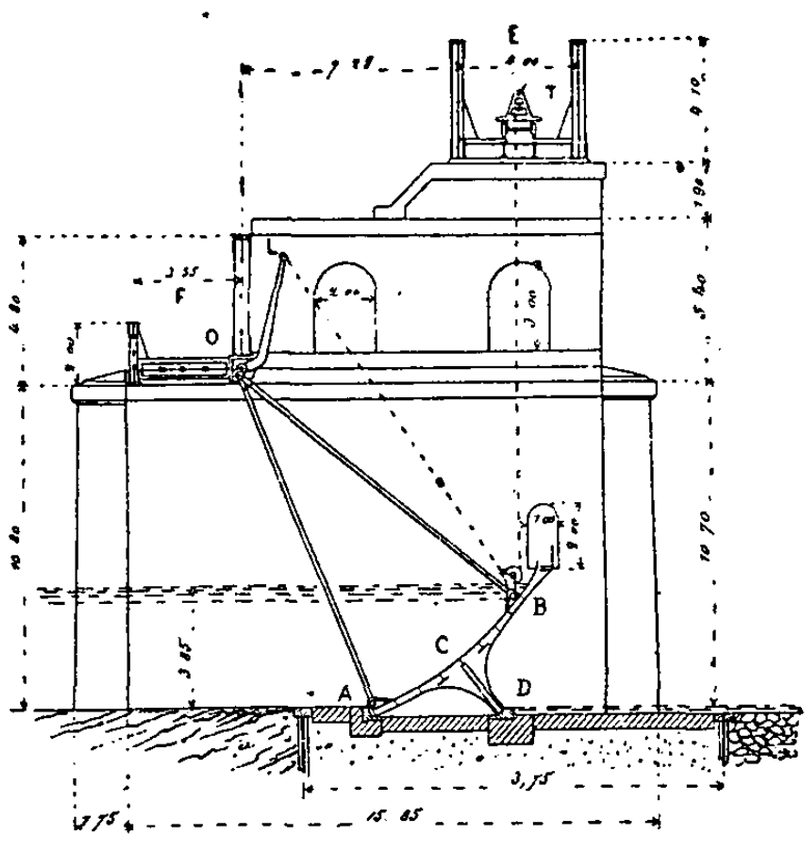


Fig. 689. — *Barrage à vannes articulées pour retenues moyennes.*

lègement produit par le heurtoir disparaîtra et le pont supportera toute la pression.

Pour les grandes retenues (fig. 690) les vannes sont munies, au milieu de l'arc AB, de béquilles CD dirigées suivant le rayon. La saillie du seuil est reportée en D pour servir de heurtoir aux pieds des béquilles, et la surface AD constitue une base d'appui sur laquelle la vanne se trouve en équilibre puisque la résultante des pressions passe dans l'intérieur de cette base. Ici encore, tant que les vannes seront baissées, le pont du barrage et les bielles des vannes n'auront à supporter qu'une fraction réduite de la pression. Pour ces vannes à béquilles, les bielles sont articulées d'une façon spéciale, permettant de réaliser successivement les mouvements de rotation et de glissement nécessaires, soit pour appuyer la vanne contre le heurtoir, soit pour l'en détacher au moment du relevage. La même chaîne actionne successivement les leviers et un seul treuil suffit pour la manœuvre. Cependant lorsque la chute est considérable, l'inventeur préfère employer deux treuils, un sur le pont supérieur pour lever ou abaisser les vannes, et un second sur le pont du barrage pour actionner les leviers des biel-

les. Les vannes de petites dimensions qui doivent être manœuvrées fréquemment peuvent être munies de contrepoids pour alléger le travail. Ce système présente tous les avantages des barrages à ponts supérieurs. En outre, le vannage ne présente pas de complications ; les manœuvres d'ouverture et de fermeture sont très simples et peuvent être exécutées rapidement, en employant au besoin un treuil à vapeur. Enfin, dans les rivières à fond mobile, les chasses créées par la descente des vannes balaient le radier et leur permettent de prendre leur place contre le heurtoir. On peut seulement objecter l'élévation considérable à laquelle on est obligé de placer le pont supérieur, 18m,32 pour une retenue de 4 mètres, 17m,85 pour une retenue de 5 mètres. (V. la note publiée par M. G. Richou dans le *Génie civil*, tome XVI, n° 12.)

Au dernier Congrès (Paris 1889) on a signalé les inconvénients de la forme déplorable des bateaux de navigation intérieure ; en général l'augmentation de capacité prime toute autre considération et les constructeurs négligent absolument la facilité de traction. Il est vrai que le plus souvent les biefs sont trop courts sur les canaux pour qu'un bateau à formes nautiques puisse trémater un bateau parallélipipède entre une écluse et la suivante, ce qui rendait inutile l'augmentation de vitesse. En outre, la traction est payée au tonneau, suivant un tarif réglé administrativement et quelle que soit la forme du bateau ; cet inconvénient du halage organisé a, du reste, été depuis longtemps signalé et on avait proposé, pour y remédier, d'inscrire sur le procès-verbal de jauge de chaque bateau un coefficient de traction mesuré expérimentalement et servant de base à la perception des droits de halage. C'est surtout au passage des écluses que la difficulté de mouvoir ces masses informes se fait principalement sentir, parce que la plus grande partie du temps que l'on y perd est absorbée par l'entrée du bateau dans le sas et par sa sortie. Il suffit de rappeler la composition du matériel de la batellerie en France pour donner une idée de la variété des types en circulation, et en même temps de l'importance croissante de ce matériel à mesure que les conditions de navigation sont améliorées.

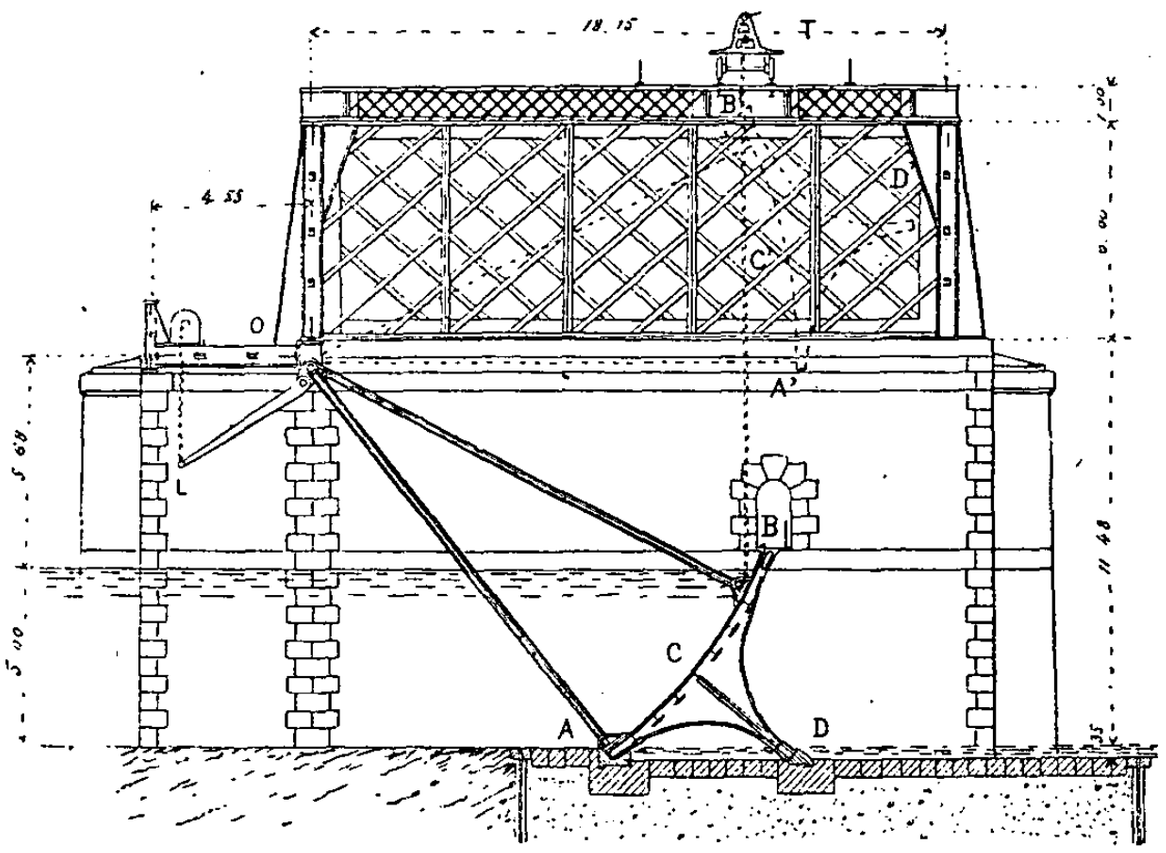


Fig. 690, — *Barrage à vannes articulées pour grandes retenues.*

Sur les rivières et les canaux des réseaux du Nord et de l'Est, on rencontre les types suivants :

	Longueur	Largeur	Tonnage
	mètres	mètres	tonnes
Besognes . .	50 à 64	7 à 9	600 à 700
Chalands . .	62	8	650
Marnois . . .	40 à 50	7.75 à 8	300 à 500
Picards . . .	34.50 à 38.50	6.30	335 à 375
Péniches. . .	34.50 à 38.50	5.00	250 à 300
Flûtes. . . .	34 à 38	5.10	250 à 300
Toues. . . .	30	5.00	200
Ardennais. .	30 à 35	5.50	80 à 120
Margotats. .	18 à 20	4.25 à 5.25	60 à 120

Les bateaux berrichons n'ont que 27m,50 de longueur sur 2m,50 de large et portent de 60 à 75 tonnes. On trouve encore sur le canal de la Somme des bélandres de 230 tonnes et des gribannes de 180 tonnes ; sur la Meuse, les bateaux du type Meusois (en bois et en fer) et les péniches flamandes, dont le tonnage varie entre 200 et 300 tonnes. La grande Saône est fréquentée par les péniches de l'Est et les bateaux des canaux du Centre portant de 150 à 300 tonnes, et par quelques grands bateaux de rivière de 250 à 300 tonnes. Sur le Rhône circulent des bateaux à vapeur de 120 à 135 mètres de long portant de 400 à 500 tonnes, et des bateaux ordinaires de 100 tonnes (25 mètres sur 4) et de 240 tonnes (48 mètres sur 9m,70). Les péniches de la Loire ont de 100 à 180 tonnes de jauge ; mais leur chargement habituel est de 75 à 150 tonnes. Sur la Garonne, on trouve des sapines de 80 à 120 tonnes, des contrillons de 50 à 100 tonnes et des gabarres de 16 à 40 tonnes ; sur le Tarn, des sapines de 80 à 120, des contrillons pontés de 50 à 100 et des sablères non pontées de 20 à 26 tonnes.

Enfin, depuis l'achèvement des travaux de canalisation entre Paris et Rouen, la batellerie s'organise pour profiter des conditions nouvelles de navigation qui lui sont assurées. On a déjà mis en service des chalands dont la longueur atteint jusqu'à 62m,70, la largeur 8m,10, et qui, avec un tirant d'eau à pleine charge de 2m,50 à 3 mètres portent de 920 à 1,000 tonnes.

Le Congrès de Vienne avait encore signalé, comme une conséquence des dépenses faites pour l'amélioration du réseau de navigation intérieure et de l'augmentation de valeur du matériel de la batellerie, l'établissement de ports fluviaux, de ports de refuge et de bassins d'hivernage. On peut donner comme exemples les installations du port de Pesth, sur le Danube, et celles du port de Francfort-sur-le-Mein. Ces dernières, qui ont coûté 5 millions de francs, comprennent entrepôts, halles de manutention, grues hydrauliques et éclairage électrique; la force motrice nécessaire est fournie par le barrage voisin. Du reste on ne manque jamais en Allemagne de raccorder les ports fluviaux avec les chemins de fer et de les aménager avec autant de soins que les ports maritimes, de façon que la voie fluviale et la voie ferrée se prêtent un mutuel appui. En France on n'a malheureusement presque rien fait sous ce rapport. — J. B.

Bibliographie: *Mémoires et documents sur le 2e Congrès de navigation intérieure* (*Annales des ponts et chaussées*, 1er semestre 1888); *Congrès international de l'utilisation des eaux fluviales en 1889*, compte-rendu, Paris, Lahure, in-4°.

NAVIRES DE GUERRE (V. ce mot dans le *Dictionnaire*). La description complète des différents types de navires de guerre actuellement employés demanderait un espace moins limité que celui dont nous pouvons disposer; aussi devons-nous, à notre grand regret, nous contenter d'esquisser rapidement les diverses unités dont se composent les forces navales d'une nation. Nous nous attacherons spécialement dans cette étude à ne citer qne les bâtiments les plus récemment construits tant en France qu'à l'étranger, et nous chercherons à montrer dans quelle voie les différentes marines recherchent le bâtiment qui jouera le rôle prépondérant dans les batailles navales de l'avenir. Nous remarquerons tout d'abord que les différents bâtiments appelés à jouer un rôle actif en temps de guerre peuvent être divisés en quatre groupes principaux:

1° Les bâtiments cuirassés;
2° Les croiseurs;
3° Les torpilleurs;
4° Les transports de troupe.

Nous ne nous appesantirons pas sur les transports de troupes qui, comme leur nom l'indique, ne serviraient que dans le cas où l'on voudrait tenter une opération sur les côtes ennemies et y amener en peu de temps un nombre assez considérable d'hommes; ces bâtiments ne pourraient naviguer seuls, ils devraient toujours être appuyés par des bâtiments de combat choisis parmi les trois premiers groupes, et les seules conditions qu'ils devraient remplir seraient d'avoir des dimensions convenables et une vitesse suffisante pour suivre sans fatigue les bâtiments chargés de les convoyer. Un grand nombre de navires de commerce, à défaut de transports spéciaux, suffiraient parfaitement pour ce genre d'opération. Examinons donc successivement les bâtiments des trois premiers groupes.

Cuirassés. Nous diviserons les cuirassés en quatre catégories: 1° cuirassés d'escadre; 2° cuirassés de croisière; 3° gardes-côtes cuirassés; 4° canonnières cuirassées.

Cuirassés d'escadre. A cette catégorie se rattachent les bâtiments les plus puissants de notre marine. En laissant de côté les cuirassés en bois, déjà anciens, *Océan*, *Suffren*, *Marengo*, etc., propres néanmoins à faire un bon service en escadre, mais dont le rôle en temps de guerre serait nécessairement restreint, nous pouvons citer parmi les navires en fer lancés depuis 1876, et qui forment les unités de combat désignées par les anglais sous le nom de « men of war », les suivants: *Redoutable*, *Dévastation*, *Amiral-Duperré*, *Amiral-Courbet*, *Amiral-Baudin* (fig. 691), *Formidable*, *Hoche*, *Neptune*, *Marceau*, *Magenta*.

A l'exception des trois derniers qui sont en achèvement à flot et qui ne tarderont pas à faire leurs essais, tous les autres sont en service actif. Ces bâtiments sont tous caractérisés par la présence à la ligne de flottaison d'une ceinture cuirassée d'environ 2 mètres de hauteur et d'une épaisseur variable de $0^m,35$ à $0^m,55$, destinée à les protéger contre les coups qui pourraient y produire une voie d'eau dangereuse. Les parties vitales du bâtiment, chaudières, machines, soutes à poudres et à munitions, etc., sont en outre recouvertes par un pont cuirassé d'une épaisseur variable de $0^m,06$ à $0^m,10$, placé au can supérieur de la cuirasse, et régnant d'un bout à l'autre du bateau.

La puissance défensive de ces différents bâtiments est complétée soit par un réduit cuirassé dans lequel sont placées les grosses pièces comme sur le *Courbet*, la *Dévastation* et le *Redoutable*, soit, comme sur tous les autres, par plusieurs tourelles cuirassées fixes ou mobiles, dans l'intérieur desquelles ces canons et leurs affûts se trouvent à l'abri des coups de l'ennemi.

Il est indispensable, en outre, d'assurer sans possibilité d'accident, le service des munitions de ces gros canons, dont les obus pèsent environ 600 kilogrammes et qui exigent à chaque coup deux gargousses du poids de 90 kilogrammes chacune environ. Aussi a-t-on été dans l'obligation de relier les tourelles, placées en barbette sur le pont supérieur, et rattachées au pont blindé par une série de consolidations très robustes, aux soutes placées, comme nous l'avons dit, en dessous du pont blindé, par des passages spéciaux, dits *passages de munitions*, blindés aussi, et renfermant des monte-charges hydrauliques destinés à assurer ce service.

Malgré l'épaisseur toujours croissante des cuirasses, les artilleurs n'ont pas tardé à trouver un canon capable de les traverser et, comme on ne peut augmenter l'épaisseur de la cuirasse dans des proportions suffisantes pour être complètement à l'abri d'une pénétration complète, sous peine d'arriver à des déplacements inadmissibles, on s'est arrêté à une certaine limite qui paraît être environ 60 centimètres d'acier, en escomptant que, sauf dans un cas tout à fait exceptionnel, le projectile n'arrivera pas contre la muraille sous l'incidence ou avec la vitesse conve-

nable pour la traverser entièrement. De plus, sur le *Formidable* et l'*Amiral-Baudin*, on a disposé au-dessus de la cuirasse une série de compartiments remplis de *cellulose* comprimée, destinés à s'opposer à l'envahissement de l'eau au-dessus du pont blindé dans le cas où une brèche serait ouverte dans les murailles. La cellulose, substance tirée de l'enveloppe des noix de coco, jouit de la propriété de se gonfler au contact de l'eau. Si donc un projectile traverse un compartiment rempli de cellulose, l'eau qui y pénètre la fait gonfler, et en quelques instants, la voie d'eau est suffisamment aveuglée, pour qu'avec les puissants moyens de pompage dont on dispose à bord, elle ne constitue qu'une avarie d'une importance secondaire. Le cofferdam présente l'inconvénient d'exiger une largeur assez considérable et d'occuper un espace qui, converti en soutes, permettrait d'avoir, par exemple, une quantité de charbon plus considérable et d'assurer ainsi au bâtiment un service à la mer plus prolongé, ce qui peut être de la plus haute importance ; aussi a-t-on renoncé à s'en servir sur les cuirassés les plus récents et ne l'emploie-t-on plus que sur les croiseurs, comme nous le verrons plus loin. Le cofferdam est alors remplacé, au moins dans les parties vitales du bâtiment, par des soutes à charbon, ne remplissant pas, à

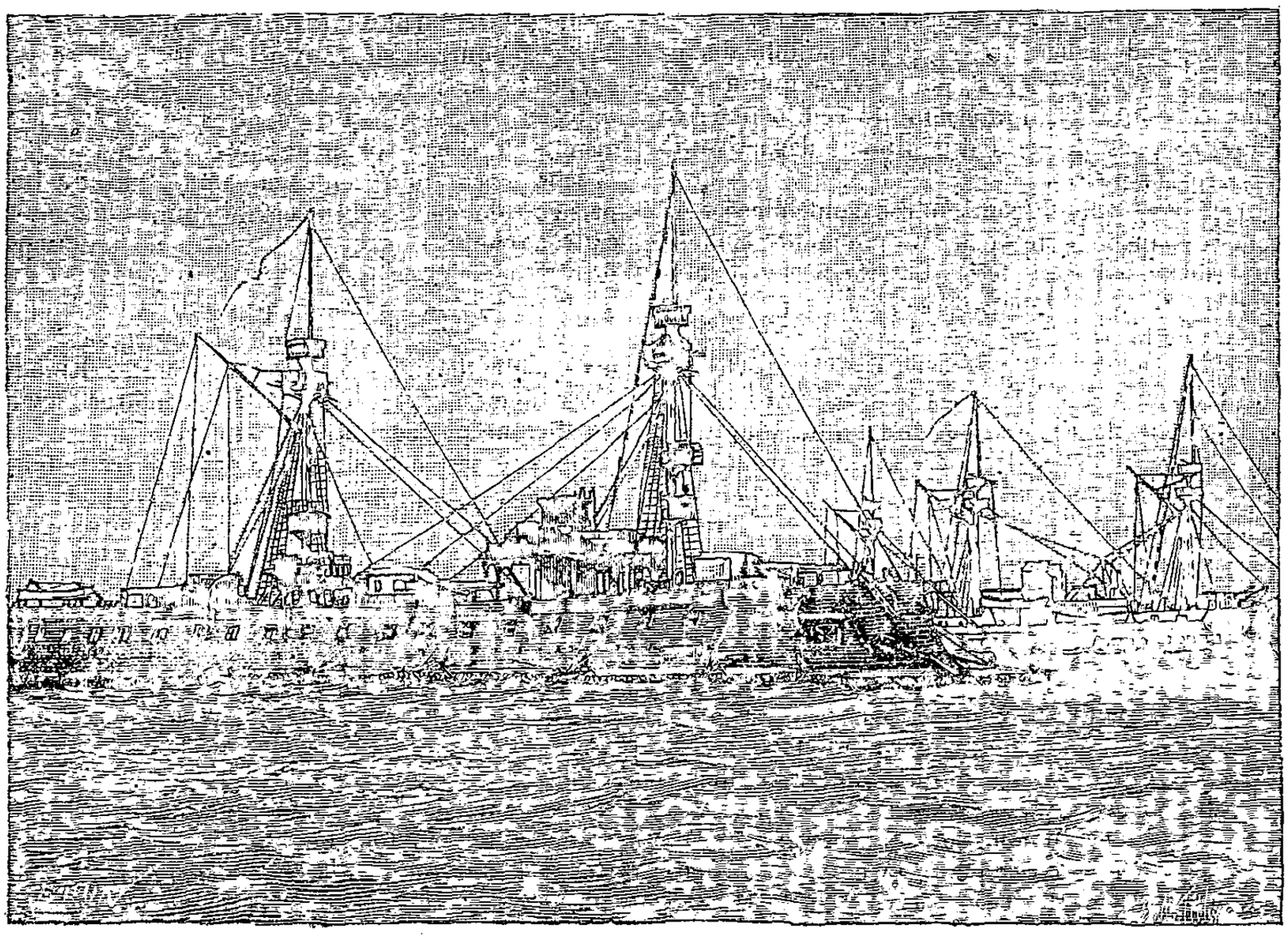


Fig. 691. — « *L'Amiral-Baudin* » *avec ses filets Bullivan à la mer et l'* « *Amiral-Courbet* » *ses filets relevés.*

la vérité, exactement le même but, mais pouvant néanmoins atténuer l'importance d'une voie d'eau, et ayant par ailleurs le mérite d'être d'une utilité incontestée. On a d'ailleurs cherché sur tous les bâtiments à localiser les voies d'eau par l'emploi de cloisons étanches, transversales et longitudinales, montant jusqu'au pont cuirassé et destinées à s'opposer à l'envahissement de l'eau dans les parties de navires autres que celle où la brèche a été pratiquée. Chacun des compartiments ainsi constitué doit être tel qu'en cas d'envahissement complet par l'eau de l'un d'eux, la sécurité du navire ne soit pas compromise et qu'il puisse encore continuer à gouverner. Ces conditions sont difficiles à remplir d'une façon absolue, parce que certains compartiments, tels que celui de la machine ou des chaufferies, ont des dimensions qu'il est impossible de réduire au delà d'une certaine limite. De plus, l'emploi de cloisons absolument étanches, c'est-à-dire n'ayant même pas de portes étanches, pour qu'on n'ait pas à craindre qu'elles se trouvent ouvertes au moment du danger, introduit une grande complication dans le service, en obligeant le personnel à remonter constamment au-dessus du pont quand il y a urgence à passer d'un compartiment dans l'autre. Cet inconvénient est tel que la plupart des cloisons sont percées de portes pour faciliter les communications. Les plus grandes précautions sont nécessaires pour que le fonctionnement de ces portes s'exécute toujours facilement.

Nous venons d'étudier la puissance défensive des cuirassés; disons maintenant quelques mots de leur puissance offensive. L'armement de ces bâtiments est généralement constitué par trois ou quatre pièces de très gros calibre, par une

quinzaine de pièces du calibre de 14 centimètres et par un grand nombre de petites pièces à tir rapide : canons-revolvers Hotchkiss, canons à tir rapide de 10 centimètres, etc.

Les gros canons sont actuellement logés, comme nous l'avons déjà dit, dans des tourelles barbettes cuirassées, destinées à protéger la pièce et les mécanismes de pointage en hauteur et en direction. Au-dessus de ces tourelles, on a généralement disposé des masques en tôle d'acier les recouvrant presque entièrement et assez épais pour mettre les servants à l'abri des balles et des projectiles de petit calibre de l'adversaire. On paraît avoir renoncé à placer tous les gros canons dans un réduit cuirassé unique, comme on l'a fait sur le *Redoutable*, la *Dévastation* et le *Courbet*, malgré les avantages qu'une telle disposition pourrait présenter, pour éviter qu'un seul obus éclatant dans l'intérieur du réduit n'arrive à mettre hors de combat la plupart des servants des grosses pièces.

Les pièces de 14 centimètres sont placées en général dans une batterie unique en-dessous du pont des gaillards. Cette batterie n'est pas cuirassée; elle n'est donc pas à l'abri des projectiles à la mélinite. Nous verrons plus loin comment on a cherché à parer à cette éventualité dans le cas des croiseurs blindés. Les petites pièces à tir rapide sont placées aux points les plus élevés du bâtiment; elles sont destinées à combattre les bateaux-torpilleurs sur lesquels elles peuvent lancer, en quelques minutes, un nombre considérable de projectiles. On en dispose généralement aux extrémités des passerelles de commandement et dans les hunes des nouveaux *mâts militaires*, qui, depuis la suppression de la voilure sur les cuirassés d'escadre, ont été disposées de manière à assurer commodément le service de ces engins. Les *mâts militaires* sont aujourd'hui formés par un tube en tôle d'acier, d'un diamètre suffisant pour qu'on ait pu y loger deux escaliers à vis permettant d'accéder facilement à la hune ou d'en descendre sans aucune gêne. L'échiffre des deux vis constitue un tube central servant de passage aux munitions pour les canons placés dans la hune. On dispose souvent deux hunes superposées; la hune inférieure contient les canons à tir rapide, la hune supérieure est garnie d'hommes armés de fusils à répétition pour couvrir de balles le pont des gaillards des bâtiments ennemis.

Outre leurs canons, les cuirassés sont également munis de tubes lance-torpilles, placés généralement au-dessous du pont de la batterie. Ces tubes, au nombre de 4 à 6, peuvent être disposés de différentes manières, suivant l'emplacement dont on dispose. La meilleure disposition paraît être deux à l'avant, deux à l'arrière et deux par le travers. Il peut être dangereux de placer un tube lance-torpilles exactement dans l'axe du bâtiment, à l'avant, car, si pour une raison ou pour une autre, la torpille venait à stopper à la sortie du tube, le bâtiment en continuant à marcher pourrait venir la heurter, ce qui constituerait pour lui un très grave péril. Les tubes peuvent être pointés comme les canons de façon à permettre de tirer dans la direction voulue. Les torpilles employées sont des torpilles auto-mobiles Whitehead.

Le cuirassé possède à bord un approvisionnement de torpilles proportionnel au nombre de tubes dont il est armé.

En dehors des canons et des tubes lance-torpilles, l'arme sans contredit la plus redoutable d'un cuirassé est son *éperon* formé par le prolongement à un mètre environ, au-dessous de l'eau, des plaques de cuirasse de l'extrême-avant, disposées en forme de biseau. Un bâtiment quelconque heurté par l'éperon d'un cuirassé doit être considéré comme un bâtiment perdu sans aucune ressource.

Malgré les armes puissantes qu'il possède, le cuirassé pourrait se trouver la nuit à la merci des surprises des torpilleurs, s'il n'avait pas les moyens d'éclairer fortement une zone assez grande dans son voisinage pour reconnaître l'approche de ces minuscules ennemis; aussi a-t-on pris soin de placer en un certain nombre de points convenablement choisis à bord, de puissants foyers électriques qui, réfléchis par des projecteurs du système Mangin, produisent une nappe lumineuse s'étendant autour du cuirassé à une distance suffisante pour rendre visibles les embarcations qui tenteraient d'y pénétrer avant qu'elles ne puissent être nuisibles.

Dans le cas même où un cuirassé serait obligé de croiser à petite allure près des côtes, pour bloquer un port, par exemple, et de se trouver ainsi constamment dans des parages fréquentés par les torpilleurs, il possède encore le moyen de se protéger contre le choc d'une torpille qui pourrait lui avoir été lancée par un torpilleur ayant échappé à sa vigilance. Ce moyen consiste dans l'emploi des filets Bullivant, sorte de réseau en mailles d'acier très solides, supportés à l'extrémité de tangons en fer, plongés dans l'eau à une certaine distance du bord et à une immersion convenable pour arrêter une torpille Whitehead dans sa marche et la faire ainsi éclater sans que l'explosion puisse causer d'avaries au bâtiment (V. fig. 691).

Le tableau de la page suivante complétera parfaitement les quelques renseignements généraux que nous avons pu donner sur les cuirassés d'escadre français, en permettant de juger d'un seul coup d'œil et comparativement leur puissance offensive et défensive.

Cuirassés de croisière. Tandis que les cuirassés d'escadre sont spécialement affectés aux opérations de guerre dans les mers européennes, les cuirassés de croisière sont surtout destinés à faire respecter le pavillon français dans les parages lointains. La disposition générale de ces bâtiments, tout en présentant de grandes analogies avec celle des cuirassés d'escadre, devra cependant en différer notablement à cause du but spécial qu'ils doivent atteindre. C'est ainsi que leurs dimensions pourront être un peu moindres. Au lieu des déplacements de 10,000 tonneaux et plus que présentent en général les cuirassés d'escadre, ils pourront n'avoir qu'environ 6,000 tonneaux de déplacement. La réduction des poids

Noms des bâtiments	Déplacement en tonneaux	Vitesse maximum en nœuds	Epaisseur de la cuirasse	Epaisseur du pont blindé	Grosse artillerie	Moyenne artillerie	Artillerie rapide
Redoutable . .	8.900	14.70	0m,35	0m,06	3 canons de 27 centimètres dans 3 tourelles, 1 à l'avant et 2 au milieu. 1 canon de 27 cent. sur le pont des gaillards à l'arrière. 4 canons de 27 cent. dans un réduit central.	6 pièces de 14 centimètres sur les gaillards.	20 canons-revolvers.
Dévastation. .	9.700	15.20	0.38	0.06	4 pièces de 32 centimètres dans un réduit central. 4 pièces de 27 cent. sur les gaillards, dont 2 dans l'axe à l'avant et à l'arrière et 2 par le travers.	6 pièces de 14 centimètres.	20 canons-revolvers.
Al. Duperré. .	10.500	14.30	0.55	0.06	4 pièces de 34 centimètres, dont 2 dans les tourelles dans l'axe et 2 autres dans des tourelles en encorbellement.	14 canons de 14 centimètres dans une batterie unique. 1 canon de 16 centimètres sur les gaillards.	18 canons-revolvers.
A. Courbet . .	9.700	15.50	0.40	0.06	4 pièces de 34 centimètres dans un réduit central. 4 pièces de 27 cent. sur le pont des gaillards, dont 2 dans l'axe à l'avant et à l'arrière et 2 par le travers.	6 pièces de 14 centimètres.	20 canons-revolvers.
A. Baudin. . .	11.400	15.00	0.55	0.08	3 pièces de 37 centimètres dans 3 tourelles dans l'axe du bâtiment.	12 canons de 14 centimètres dans une batterie unique.	16 canons-revolvers.
Formidable . .	11.500	16.00	0.55	0.08	3 pièces de 37 centimètres dans 3 tourelles dans l'axe du bâtiment.	12 canons de 14 centimètres dans une batterie unique.	13 canons-revolvers et 2 pièces de 47 millimètres.
Hoche.	10.600	16.20	0.45	0.08			
Neptune. . . .	10.600	»	0.45	0.08			
Marceau. . . .	10.600	»	0.45	0.08			
Magenta. . . .	10.600	»	0.45	0.10			

portera surtout sur l'épaisseur de la cuirasse qui ne dépassera guère 25 centimètres environ, et sur l'armement; les grosses pièces n'ayant pas, en général, un calibre supérieur à 24 centimètres.

D'un autre côté, ces bâtiments devront posséder des soutes leur permettant d'emmagasiner une quantité de charbon aussi considérable que possible pour tenir la mer pendant un temps très long sans avoir besoin de se ravitailler. Il sera nécessaire aussi de leur conserver leur voilure qui pourra leur être d'un grand secours en leur permettant de faire des économies de combustibles dans les longues traversées qu'ils auront à faire.

Nos meilleurs cuirassés de croisière, pour ne citer que les plus récents, sont: le *Turenne*, le *Bayard*, le *Vauban* et le *Duguesclin*.

Comme ces bâtiments tiennent généralement campagne dans des pays où il n'y a pas de formes de radoub, bien que construits en fer on les recouvre d'un double bordé en bois de teak revêtu d'un doublage en cuivre, comme les anciens bâtiments en bois. Cette disposition a pour but de diminuer la salissure de la carène et leur permet par conséquent de rester à la mer beaucoup plus longtemps qu'un navire en fer sans avoir besoin de nettoyage. La résistance à la marche des coques doublées en cuivre est d'ailleurs moindre que celle des coques en fer; ils bénéficient donc encore, de ce chef, sur les cuirassés sans doublage.

Comme sur les cuirassés d'escadre, la grosse artillerie est logée dans des tourelles blindées dont deux sont disposées dans l'axe, au milieu et à l'arrière et les deux autres placées en encorbellement de chaque bord à l'avant.

Un certain nombre de pièces de 14 centimètres sont disposées dans une batterie unique non cuirassée, en dessous du pont des gaillards. De plus, une pièce de 19 centimètres, placée sous la teugue, permet de tirer exactement en chasse par un sabord s'ouvrant à l'avant du bâtiment.

De nombreux canons à tir rapide sont disposés sur les points les plus élevés de ces navires qui possèdent également des tubes lance-torpilles et leur approvisionnement en engins de cette nature.

Nous résumerons ainsi les qualités défensives et offensives des quatre cuirassés de croisière: *Turenne*, *Bayard*, *Vauban* et *Duguesclin :*

Déplacement, environ 6,000 tonneaux.

Vitesse maximum, environ 14 nœuds.

Epaisseur de la cuirasse, 25 centimètres.

Grosse artillerie : 4 pièces de 24 centimètres dont 2 placées dans des tourelles, au milieu et à l'arrière et 2 en encorbellement vers l'avant.

Moyenne artillerie : 6 pièces de 14 centimètres dans une batterie unique, 1 pièce de 19 centimètres à l'avant sous la teugue.

Artillerie rapide: 12 canons-revolvers et 2 canons de débarquement de 65 millimètres.

Gardes-côtes cuirassés. En principe, les gardes-côtes cuirassés ont pour but de protéger l'entrée des ports, d'éloigner les bâtiments ennemis des villes libres qu'ils pourraient bombarder ; en un mot, leur rôle devrait se borner, au moins en théorie, à courir le long des côtes pour en défendre les approches. Ainsi compris, ce rôle exige un certain nombre de qualités que nous allons chercher à énumérer. En premier lieu, en quelque point qu'ils se trouvent, les gardes-côtes doivent pouvoir, s'ils sont surpris par des forces supérieures, chercher un refuge dans la moindre crique et souvent au milieu des rochers ; il leur faut donc un tirant d'eau assez faible pour s'approcher des côtes autant que possible et se dérober ainsi à la poursuite de l'ennemi. Mais en même temps, tout en battant en retraite, ils doivent pouvoir soutenir un combat contre leurs adversaires, et protégés par les rochers au milieu desquels ils sont retirés, pouvoir les cribler de projectiles. Il faut donc les munir d'une artillerie puissante pour obliger l'ennemi à se maintenir à une grande distance et les protéger contre les coups qui pourraient les atteindre, c'est-à-dire les entourer d'une ceinture cuirassée analogue à celles que nous avons déjà décrites. Il sera bon aussi de leur donner une faible hauteur au-dessus de l'eau pour qu'il puisse plus facilement se dissimuler à tous les regards.

On voit de suite qu'au fur et à mesure des progrès de l'artillerie, on s'est trouvé forcé pour remplir ce programme, d'augmenter l'épaisseur de la cuirasse et le calibre des gros canons. Le résultat immédiat de ces modifications, nécessaires pour conserver à ces bâtiments une puissance offensive et défensive suffisante, a été de forcer à augmenter leur déplacement dans des proportions considérables et par conséquent aussi leur tirant d'eau pour ne pas leur donner une longueur et une largeur trop grandes. On a été ainsi amené, par la logique des choses, à faire des gardes-côtes cuirassés des bâtiments aussi fortement armés et aussi bien protégés que les plus puissants cuirassés d'escadre, dont ils ne diffèrent plus aujourd'hui que par quelques dispositions générales.

Parlons d'abord des gardes-côtes construits les premiers, et qui sont par conséquent les plus petits et les moins bien armés ; d'une part : la *Tempête*, le *Vengeur* et le *Tonnant*; et de l'autre, le *Tonnerre*, le *Fulminant* et le *Furieux*. Ces bâtiments sont peut-être ceux qui répondent le mieux aux diverses qualités exigées d'un garde-côtes ; leur déplacement varie de 4,500 tonneaux environ pour les trois premiers à 5,500 pour les trois autres ; l'épaisseur de leur cuirasse atteint jusqu'à 50 centimètres sur le *Furieux* pour ne pas descendre au-dessous de 30 centimètres sur la *Tempête*; ils ont un pont blindé de 5 à 8 centimètres, et sont très ras sur l'eau, car leurs œuvres-mortes s'arrêtent pour ainsi dire au can supérieur de la cuirasse, c'est-à-dire à leur pont blindé. On a tout simplement disposé au milieu du bâtiment une superstructure très légère aussi étroite que possible pour ne pas gêner le tir des pièces et surmontée d'une grande plate-forme de commandement analogue à une terrasse et désignée par les Anglais sous le nom de *Hurricane deck*, parce que c'est le seul endroit du bâtiment où l'on puisse s'aventurer sans danger quand il navigue par un temps un peu dur. C'est là, d'ailleurs, un des grands reproches adressés à ce genre de navires très ras sur l'eau et qui sont mangés par la mer dès que celle-ci est un peu forte ; mais il faut considérer aussi que ce peu de hauteur au-dessus de l'eau constituait aux yeux de ceux qui en préconisèrent l'emploi, un de leurs principaux avantages : celui de les rendre facilement invisibles, ce qui est parfaitement exact. Malheureusement, par suite des progrès énormes accomplis dans ces quinze dernières années dans les constructions navales, ces bâtiments se trouvent aujourd'hui dans un état d'infériorité sensible, surtout au point de vue de la vitesse, sur les constructions actuelles. Néanmoins, en temps de guerre, ils pourraient fournir encore d'excellents services à la condition de ne pas leur demander plus qu'ils ne peuvent donner. L'inconvénient que nous signalions plus haut du trop peu de hauteur au-dessus de la flottaison, inconvénient très grave, puisqu'il empêche toute manœuvre sur le pont par grosse mer, a été trouvé tellement sérieux, qu'il a fait renoncer à ce genre de bâtiment, et que sur les nouveaux gardes-côtes: *Terrible*, *Indomptable*, *Requin*, *Caïman*, on a mieux aimé sacrifier l'invisibilité, pour avoir un navire qui ne soit plus constamment submergé, et obtenir pour l'équipage et les officiers des logements plus sains et plus confortables.

Sur ce dernier type, on a donc disposé au-dessus du pont blindé une superstructure prolongeant les formes des œuvres vives et s'élevant à une hauteur suffisante, en laissant seulement à l'avant et à l'arrière le pont des gaillards complètement découvert pour permettre un tir facile des grosses pièces en chasse et en retraite. Ces derniers navires ont un déplacement de 7,200 tonneaux environ, l'épaisseur de la ceinture cuirassée atteint 50 centimètres, et le pont en acier a 8 centimètres. Leur vitesse varie de 14 ,5 à 15 nœuds. Ils sont armés de deux grosses pièces de 42 centimètres, disposées dans deux tourelles cuirassées fixes, l'une à l'avant, l'autre à l'arrière. Ces tourelles ne diffèrent en rien de celles des cuirassés d'escadre. Des canons à tir rapide, disposés sur les points élevés du bâtiment et dans les hunes

des mâts militaires complètent avec 4 tubes lance-torpilles, leur puissance offensive.

Sur les bâtiments du type *Furieux*, l'armement comprend : sur le *Furieux*, 2 pièces de 34 centimètres logées dans deux tourelles barbettes cuirassées aux extrémités du navire ; sur le *Fulminant* et le *Tonnerre*, 2 pièces de 27 centimètres placées dans une même tourelle fermée, située à l'avant du navire. Un certain nombre de canons à tir rapide servent sur chacun d'eux de protection contre les bateaux-torpilleurs.

Les bâtiments du type *Tempête* ont reçu : le *Tonnant* et le *Vengeur*, deux pièces de 34 centimètres dans des tourelles cuirassées à l'avant et à l'arrière ; la *Tempête*, 2 pièces de 27 centimètres dans une seule tourelle tournante fermée à l'a-

Noms des bâtiments	Déplacement en tonneaux environ	Vitesse maximum en nœuds	Epaisseur de la cuirasse	Epaisseur du pont blindé	Grosse artillerie	Artillerie rapide
Terrible. . . .	7.200	14.50	0.50	0.08	2 canons de 42 centimètres dans des tourelles barbettes à l'avant et à l'arrière.	Canons à tir rapide de 47 millimètres. Canons-revolvers Hotchkiss.
Indomptable. .	7.200	14.90	0.50	0.08	2 canons de 42 centimètres dans des tourelles barbettes à l'avant et à l'arrière.	Canons à tir rapide de 47 millimètres. Canons-revolvers Hotchkiss.
Requin.	7.200	14.20	0.50	0.08	2 canons de 42 centimètres dans des tourelles barbettes à l'avant et à l'arrière.	Canons à tir rapide de 47 millimètres. Canons-revolvers Hotchkiss.
Caïman	7.300	15.00	0.50	0.08	2 canons de 42 centimètres dans des tourelles barbettes à l'avant et à l'arrière.	Canons à tir rapide de 47 millimètres. Canons-revolvers Hotchkiss.
Tonnerre . . .	5.600	14.00	0.33	0.05	2 pièces de 27 centimètres dans une seule tourelle fermée mobile à l'avant.	Canons-revolvers Hotchkiss.
Fulminant. . .	5.600	13.70	0.33	0.05	2 pièces de 27 centimètres dans une seule tourelle fermée mobile à l'avant.	Canons-revolvers Hotchkiss.
Furieux. . . .	5.600	14.00	0.50	0.08	2 pièces de 34 centimètres dans des tourelles à l'avant et à l'arrière.	Canons-revolvers Hotchkiss.
Tempête. . . .	4.500	10.25	0.30	0.05	2 pièces de 27 centimètres dans une seule tourelle fermée mobile à l'avant.	Canons-revolvers Hotchkiss.
Vengeur. . . .	4.500	10.90	0.35	0.05	2 pièces de 34 centimètres dans 2 tourelles barbettes à l'avant et à l'arrière.	Canons-revolvers Hotchkiss.
Tonnant. . . .	4.500	11.50	0.37	0.08	2 pièces de 34 centimètres dans 2 tourelles barbettes à l'avant et à l'arrière.	Canons-revolvers Hotchkiss.
Tréhouart. . .	Prévue 6.600	Prévue »	Prévue 0.46	Prévue 0.08	2 canons de 34 centimètres dans des tourelles fermées mobiles.	Canons à tir rapide de divers modèles. Canons-revolvers Hotchkiss.
Bouvines . . .	Prévue 6.600	Prévue »	Prévue 0.46	Prévue 0.08	2 canons de 34 centimètres dans des tourelles fermées mobiles.	Canons à tir rapide de divers modèles. Canons-revolvers Hotchkiss.
Jemmapes. . .	Prévue 6.600	Prévue »	Prévue 0.46	Prévue 0.08	2 canons de 34 centimètres dans des tourelles fermées mobiles.	Canons à tir rapide de divers modèles. Canons-revolvers Hotchkiss.
Valmy.	Prévue 6.600	Prévue »	Prévue 0.46	Prévue 0.08	2 canons de 34 centimètres dans des tourelles fermées mobiles.	Canons à tir rapide de divers modèles. Canons-revolvers Hotchkiss.

vant. Quelques pièces à tir rapide complètent leur armement.

Nous n'avons encore rien dit des derniers gardes-côtes qui viennent d'être mis en chantier ou commandés et qui porteront les noms suivants : *Tréhouart*, *Bouvines*, *Jemmapes*, *Valmy*. Ces bâtiments, avec un déplacement d'environ 6,600 tonneaux, auront une ceinture cuirassée de près de 50 centimètres avec un pont blindé de 8 centimètres, ils seront armés de pièces de 34 centimètres disposées dans des tourelles fermées mobiles à l'avant et à l'arrière du bâteau et d'un grand nombre de pièces à tir rapide ; en un mot, ils recevront tous les perfectionnements les plus modernes, de sorte qu'ils constitueront des unités de combat qui pourront très bien tenir leur rôle dans une escadre en temps de guerre.

Le tableau de la page 1127 résume ce que nous avons dit sur les gardes-côtes.

Canonnières cuirassées. Ces bâtiments peuvent être considérés comme des réductions de gardes-côtes ; ils possèdent deux machines, deux hélices, une ceinture cuirassée et sont armés d'un seul canon de gros calibre placé dans une tourelle barbette cuirassée. Le déplacement du plus gros d'entre eux ne dépasse pas 1,700 tonneaux. Leur rôle serait forcément plus restreint que celui des gardes-côtes : et ils seraient utiles surtout à l'embouchure des rivières ou dans des parages où les fonds trop élevés empêchent l'accès des grands bâtiments. Nous n'insisterons pas sur cette classe de bâtiments, dont le type semble aujourd'hui être complètement abandonné.

La première classe comprend : l'*Achéron*, le *Cocyte*, le *Phlégeton* et le *Styx* ; la seconde classe, la *Fusée*, la *Mitraille*, la *Grenade* et la *Flamme*.

Les premières portent un canon de 27 centimètres, les secondes un canon de 24 centimètres.

COMPARAISON ENTRE LES NAVIRES CUIRASSÉS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS. *Marine anglaise*. La première nation dont nous ayons à nous occuper au point de vue de la puissance maritime est sans contredit l'Angleterre qui consacre chaque année à sa flotte de guerre un budget très considérable. Nous adopterons pour la classification des bâtiments celle du *Navy List*, en faisant toutefois remarquer que dans la même classe, nous trouverons des bâtiments dont les dispositions générales seront sensiblement différentes.

Navires à tourelles fermées et mobiles. Turret-Ships. Quoique portant un nom différent, ces navires ont une certaine analogie avec nos gardes-côtes cuirassés. Tous sont assez bas sur l'eau, portent 2 ou 4 gros canons logés dans des tourelles tournantes, possèdent une artillerie moyenne très peu considérable et un nombre assez grand de petits canons à tir rapide.

La plupart d'entre eux ne possèdent, outre leur tourelle cuirassée, qu'un réduit central cuirassé ; la ceinture cuirassée ne règne que sur le tiers ou la moitié de la longueur de la flottaison dans la partie centrale, les extrémités n'étant défendues que par le pont blindé qui va de bout en bout. Ce non cuirassement des extrémités donne à ces navires, surtout depuis l'emploi des obus à la mélinite, une infériorité très réelle sur ceux dans lesquels la ceinture cuirassée règne sur toute la longueur. Il faut remarqner aussi que contrairement à ce qui existe sur nos gardes-côtes, les grosses pièces sont très souvent disposées dans deux tourelles placées en quinconce à la partie centrale du bâtiment au-dessus du réduit cuirassé. Des superstructures légères s'élèvent dans la partie centrale à l'avant et à l'arrière et contiennent une partie des logements ; elles sont surmontées d'une vaste plate-forme *Hurricanedeck*, dont nous avons déjà parlé.

Le choix de l'emplacement des gros canons dans la partie centrale présente l'avantage sérieux de les mettre à l'abri des lames quand le bâtiment navigue par mer de l'avant ; il permet en outre le tir en extrême chasse ou en retraite extrême avec toutes les grosses pièces dont on dispose ; nous ferons cependant remarquer que ce second avantage est peut-être un peu illusoire, car dès que les bâtiments ne courront plus exactement l'un sur l'autre, les pièces d'un bord seront immobilisées par la présence de la superstructure de l'avant ou de l'arrière. De plus, les canons d'une des tourelles ne peuvent servir dans la direction de l'autre et même jusqu'à une certaine distance des parois de celles-ci.

On voit donc que dans la plupart des cas, ces navires ne pourront faire usage que d'une seule de leurs tourelles et qu'ils perdront ainsi la moitié des avantages que pourraient leur procurer leur formidable armement. Donc, sauf le cas d'*extrême* chasse ou d'*extrême* retraite, ces navires sont égaux et quelquefois inférieurs à ceux dans lesquels les tourelles suffisamment protégées contre la mer, sont disposées à l'avant et à l'arrière dans l'axe. Aussi, dans leurs constructions les plus récentes, les Anglais semblent employer exclusivement cette dernière disposition qui a toujours été celle des navires français.

La vitesse des premiers navires à tourelles variait entre 13 nœuds et 15^{n},5. Aujourd'hui on exige d'eux une vitesse comprise entre 16^{n},5 et 17^{n},5. Il est absolument indispensable d'indiquer ici la manière dont on procède en France et en Angleterre aux essais de vitesse des navires qui arment pour la première fois.

En France, les essais ne sont exécutés que quand le bâtiment est entièrement achevé, possède tout son armement et tous ses approvisionnements. La vitesse relevée est donc celle que le navire, à part l'usure inévitable des machines et des chaudières, conservera pendant toute sa carrière. En Angleterre, au contraire, le bâtiment fait presque toujours ses essais dès que la machine est complètement montée à bord, de sorte que le plus souvent, il lui manque la majeure partie de son armement et de ses approvisionnements. Les navires se trouvant par ce fait moins chargés et par conséquent moins immergés, réalisent des vitesses supérieures à celles qu'ils auront en service courant. Cette courte digression permettra d'apprécier plus exactement la puissance relative de nos bâtiments et de ceux des Anglais. Elle expliquera suffisamment pourquoi,

en général, les navires anglais paraissent supérieurs aux nôtres au point de vue de la vitesse au moment de leurs essais ; et comment, une fois en service, et lorsqu'il arrive qu'un de nos bateaux fait la même route qu'un anglais, ce dernier est assez souvent gagné de vitesse.

Pour éviter des redites fastidieuses, nous croyons pouvoir nous dispenser de donner même une courte description des divers bâtiments de cette classe, et nous pensons que le tableau suivant permettra de se rendre suffisamment compte de leurs dispositions générales.

Noms des bâtiments	Date de l'achèvement	Vitesse en nœuds	Cuirassement	Artillerie de gros calibre	Moyenne artillerie	Artillerie rapide
Monarch. . . .	1869	15.00	Ceinture cuirassée complète de 15 à 18 centimètres. Réduit cuirassé de 12 cent. 2 tourelles cuirassées de 20 à 25 cent.	2 canons de 30 centimètr. 5 se chargeant par la bouche dans chaque tourelle.	2 canons de 12 tonnes. 1 canon de 6 ton. 5 se chargeant par la bouche.	5 canons à tir rapide. 15 mitrailleuses. 2 canons de débarquement.
Dévastation. .	1873	14.00	Ceinture cuirassée complète de 30 cent. 5 à 25 cent. 5. 2 tourelles cuirassées à 35 centimètres à l'avant et à l'arrière.	2 canons de 25 cent. 5 se chargeant par la culasse dans chaque tourelle.	»	14 canons à tir rapide. 4 mitrailleuses. 2 canons de débarquement.
Thunderer. . .	1877	13.50				
Dreadnought .	1875	14.00	Ceinture cuirassée complète de 40 centimètres. Réduit cuirassé. 2 tourelles cuirassées à 40 cent. à l'avant et à l'arrière.	2 canons de 32 centimètres se chargeant par la bouche dans chaque tourelle.	»	6 canons à tir rapide. 16 mitrailleuses. 2 canons de débarquement.
Neptune. . . .	1878	14.00	Ceinture cuirassée complète de 30 centimètres. Réduit cuir. à 25 c. 2 tourell. cuirassées à 30 c. au milieu dans l'axe.	2 canons de 32 centimètres se chargeant par la bouche dans chaque tourelle.	2 canons de 23 cent. se chargeant par la bouche dans un réduit cuirassé sous la teugue.	14 canons à tir rapide. 10 mitrailleuses. 2 canons de débarquement.
Inflexible . . .	1881	14.00	Ceinture cuirassée ne régnant que sur le 1/3 de la longueur. Réduit cuirassé à 60 cent. 2 tourelles cuirassées à 45 cent.	2 canons de 40 cent. 5 et de 80 tonneaux se chargeant par la bouche dans chaque tourelle.	8 canons de 11 c. 5 se chargeant par la culasse.	5 canons à tir rapide. 15 mitrailleuses. 2 canons de débarquement.
Conqueror. . .	1882	15.50	Ceinture complète de 25 c. sauf à l'extrême arrière où il n'y a qu'un pont cuirassé. Réduit central cuirassé à 25 cent. 1 tourelle cuirassée à 30 cent. à l'avant.	2 canons de 30 cent. 5 se chargeant par la culasse dans la tourelle unique.	4 canons de 15 centimètres.	12 canons à tir rapide. 6 mitrailleuses. 2 canons de débarquement.
Hero.	1887	15.50				
Ajax.	1883	13.2	Ceinture cuirassée à 45 centimètres sur le 1/3 de la longueur. Réduit cuirassé 2 tourelles cuirassées à 40 cent. en quinconce au milieu.	2 canons de 32 centimètres se chargeant par la bouche dans chaque tourelle.	2 canons de 15 centimètres.	6 canons à tir rapide. 13 mitrailleuses. 2 canons de débarquement.
Agamemnon. .	1883	13.2				
Colossus. . . .	1886	15.5	Ceinture cuirassée à 45 centimètres sur le 1/3 de la longueur. Réduit cuirassé à 30 cent. avec 2 tourelles en quinconce. Pont cuirassé de bout en bout.	2 canons de 30 cent. 5 se chargeant par la culasse dans chaque tourelle.	4 canons de 15 centimètres.	4 canons à tir rapide. 15 mitrailleuses. 4 canons de débarquement.
Edimburgh . .	1886	15.5				
Trafalgar. . .	1887	16.5	Ceinture cuirassée à 50 centimètres sur les 2/3 de la longueur. Batterie centrale cuirassée à 45 cent. 2 tourelles cuirassées à 45 cent. dans l'axe à l'avant et à l'arrière.	2 canons de 67 tonneaux se chargeant par la culasse dans chaque tourelle.	6 canons de 12 centimètres à tir rapide.	8 canons de 6 livres. 9 canons de 3 livres. 4 mitrailleuses. 2 canons de débarquement.
Nile.	1888	16.5				
Victoria. . . . (ancien Renown)	1889	Prévue 16.75	Ceinture cuirassée à 45 centimètres sur le 1/2 de la longueur. Traverse cuirassée pour protéger la batterie. 1 tourelle cuirassée à 45 cent. à l'avant.	2 canons de 110 tonneaux se chargeant par la culasse dans la tourelle. 1 canon de 25 cent. 4 à l'arrière.	12 canons de 15 centimètres.	21 canons à tir rapide. 8 mitrailleuses. 2 canons de débarquement.
Sans pareil . .	1889	16.75				
Hood.	En chantier	Prévue 17.5	Ceinture, réduit et batterie cuirassés à 45 centimètres sur les 2/3 de la longueur. 2 tourelles cuirassées à l'avant et à l'arrière.	2 canons de 67 tonneaux se chargeant par la culasse dans chaque tourelle.	10 canons de 15 centimètres à tir rapide dans la batterie.	18 canons à tir rapide. 8 mitrailleuses. 2 canons de débarquement.

Navires à tourelles barbettes. Les bâtiments de cette classe correspondent assez exactement comme armement à nos cuirassés d'escadre dont ils diffèrent cependant beaucoup comme protection.

On peut les diviser en deux catégories : 1° Les cuirassés du type *Collingwood* qui sont outre ce bateau : le *Howe*, le *Rodney*, l'*Anson* et le *Camperdown*. Le *Benbow* rentre dans ce type comme disposition générale, mais il en diffère par l'armement.

2° Les cuirassés du type *Royal Sovereign* qui porteront les noms suivants : *Ramillies*, *Renown*, *Repulse*, *Resolution*, *Revenge*, *Royal Oak* et *Royal Sovereign*.

Type Collingwood. Ces navires possèdent une ceinture cuirassée à 45 centimètres ne régnant que dans la partie centrale sur une longueur égale à peu près au 1/3 de la longueur totale du bateau ; la batterie n'est pas cuirassée, mais deux traverses cuirassées la protègent sur l'avant et l'arrière contre les coups d'enfilade ; deux tourelles blindées fixes sont placées à l'avant et à l'arrière, dans l'axe, et renferment chacune 2 canons de 67 tonneaux se chargeant par la culasse. tégés par une traverse. Deux tourelles barbettes à l'avant et à l'arrière contiendront chacune 2 canons de 67 tonneaux. 18 canons à tir rapide de moindre calibre que les précédents seront répartis en différents endroits, et il y aura de plus 8 mitrailleuses et 2 canons de débarquement.

Comme on le voit, les bâtiments du type *Collingwood* sont tout à fait analogues à nos cuirassés d'escadre les plus récents tels que le *Hoche* (fig. 693) ; ils en diffèrent surtout par la puissance défensive ; la protection de la batterie n'existe pas sur les bâtiments français, mais en revanche la ceinture cuirassée règne de bout en bout, ce qui peut être d'une très grande efficacité surtout avec les obus à la mélinite ; le manque total de protection à l'avant sur les bâtiments anglais, sauf cependant le pont blindé qui dans cette partie s'incline beaucoup peut constituer un très grave péril ; si l'avant se trouve endommagé par un certain nombre de coups de pièces de petit calibre, à la hauteur de la flottaison, par suite de la vitesse l'eau pénétrera facilement dans tous les compartiments de l'avant, alourdira le bâtiment

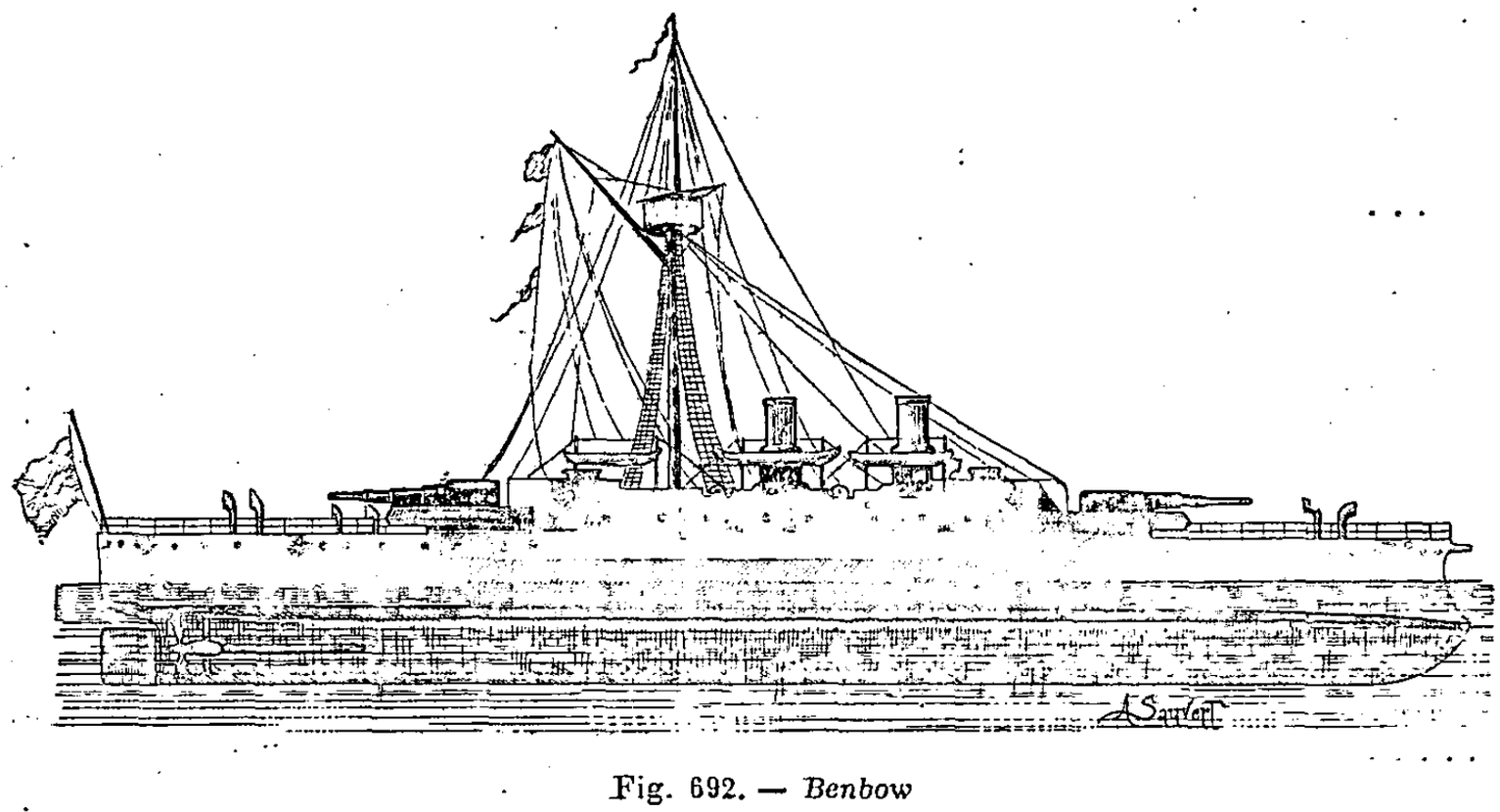


Fig. 692. — *Benbow*

et l'empêchera sans aucun doute de poursuivre sa route. Ce danger est évité, au moins en partie, sur les bâtiments français. La lame produite par la marche pourrait seule remplir d'eau les compartiments de l'avant et seulement au-dessus de la cuirasse si les œuvres mortes étaient endommagées par quelques coups de pièces de petit calibre.

Les navires du type *Royal Sovereign* correspondent aux bâtiments analogues qui viennent d'être mis en chantier en France et qui sont : le *Lazare Carnot*, le *Jemmapes*, le *Valmy*. Les différences que nous signalions entre les cuirassés d'escadre actuels français et ceux du type *Collingwood* subsistent également entre le type *Royal Sovereign* et le type *Valmy*. On remarquera cependant que sur les *Royal Sovereign*, les Anglais ont protégé les 2/3 de la longueur par la ceinture cuirassée, qui ne règne que sur 1/3 de la longueur sur les *Collingwood*. Nous avons indiqué les raisons qui nous font préférer la manière française consistant à protéger de bout en bout. Les Anglais semblent avoir une tendance marquée à y arriver.

6 pièces de 15 centimètres sont placées dans la batterie. Le nombre des canons à tir rapide varie de 15 à 19 ; celui des mitrailleuses de 7 à 11. Avec les mêmes dispositions générales, le *Benbow* (fig. 692) ne possède que 2 canons de 110 tonneaux : 1 dans chaque tourelle, mais il a 10 canons de 15 dans sa batterie ; 15 canons à tir rapide et 6 mitrailleuses.

Ces bâtiments ont un déplacement d'environ 10,000 tonneaux et une vitesse de 16n,75.

Type Royal Sovereign. Ces navires viennent d'être mis en chantier ; ils auront un déplacement de 14,000 tonneaux environ, une vitesse de 17n,5, la ceinture cuirassée à 45 centimètres environ s'étendra sur les 2/3 de la longueur. Des traverses cuirassées protégeront une batterie centrale couverte comprenant 4 canons à tir rapide de 15 centimètres. 6 autres canons à tir rapide du même calibre formeront batterie des gaillards au milieu du navire et seront également pro-

Cuirassés à batterie (Broadside ship). Dans cette classe peuvent se ranger un certain nombre de bâtiments construits de 1860 à 1870, qui étaient très remarquables pour leur époque, mais qui sont aujourd'hui complètement démodés et qui exigeraient des dépenses considérables si l'on voulait les transformer. Avec un déplacement plus considérable, ils représentaient les anciennes frégates cuirassées françaises du type *Héroïne*; ils étaient armés d'un grand nombre de canons du calibre de 23 centimètres environ, placés dans une batterie cuirassée unique et de 2 canons de chasse et de retraite. L'épaisseur de la cuirasse n'était que de 12 centimètres environ. Ces bâtiments portent les noms suivants :

Achilles, Agincourt, Black Prince, Hector, Minotaur, Northumberland, Warrior.

Cuirassés à batterie centrale. Ces cuirassés sont presque tous également assez vieux ; ils comportent un réduit central cuirassé comprenant deux étages de feux superposés ; ils ont une ceinture cuirassée qui règne sur toute leur longueur, et sont armés d'un nombre assez considérable de canons d'un calibre un peu fort. Ils portent les noms suivants : *Audacious, Bellerophon, Hercules, Invincible, Iron Duke, Penelope, Sultan, Swiftsure, Triumph, Téméraire, Superbe, Orion, Belleisle, Alexandra.* Les cinq derniers sont plus récents que les autres et ont été achevés de 1877 à 1882 ; ils peuvent donc être considérés comme ayant une valeur sérieuse ; quant aux autres, ils doivent avoir beaucoup perdu de leurs qualités.

Gardes-côtes cuirassés. Nous arrivons enfin à la catégorie des bâtiments désignés officiellement sous le nom de *gardes-côtes*, par les Anglais. Ces navires ressemblent absolument à ceux du type français *Tonnerre* et *Fulminant* ou *Tempête* et *Vengeur*. Il est donc inutile d'en donner la description ; nous nous contenterons de citer leurs noms en distinguant cependant les navires à une seule tourelle et les navires à deux tourelles.

Gardes-côtes à une seule tourelle. Glatton, Hotspur, Rupert.

Gardes-côtes à deux tourelles : Cyclops, Gorgon, Hecate, Hydra, Prince-Albert, Scorpion, Wivern, l'Abyssinia, le *Cerberus* et le *Magdala*, sont de cette même classe, mais affectés au service des colonies.

Tous ces bâtiments ont été construits avant 1874. Chaque tourelle mobile renferme 2 canons de 25 à 30 centimètres, l'armement est complété par quelques pièces à tir rapide et quelques mitrailleuses.

L'étude succincte que nous venons de faire des navires cuirassés anglais permettra à chacun de se rendre compte, assez exactement, de la puissance de nos forces navales comparées à celles des Anglais.

Marine italienne. Depuis quelques années, les Italiens cherchent à fonder une marine puissante capable de protéger tout leur littoral. Dans cette vue, ils ont construit un certain nombre de très gros navires armés de pièces de canon du plus fort calibre. Seulement, pour arriver à ce but et en même temps pour donner à ces bâtiments une grande vitesse, ils ont été obligés de sacrifier en grande partie la puissance défensive et d'exagérer encore le système de décuirassement des extrémités dont nous avons indiqué les désavantages en parlant des navires du type *Collingwood* et *Royal-Sovereign.*

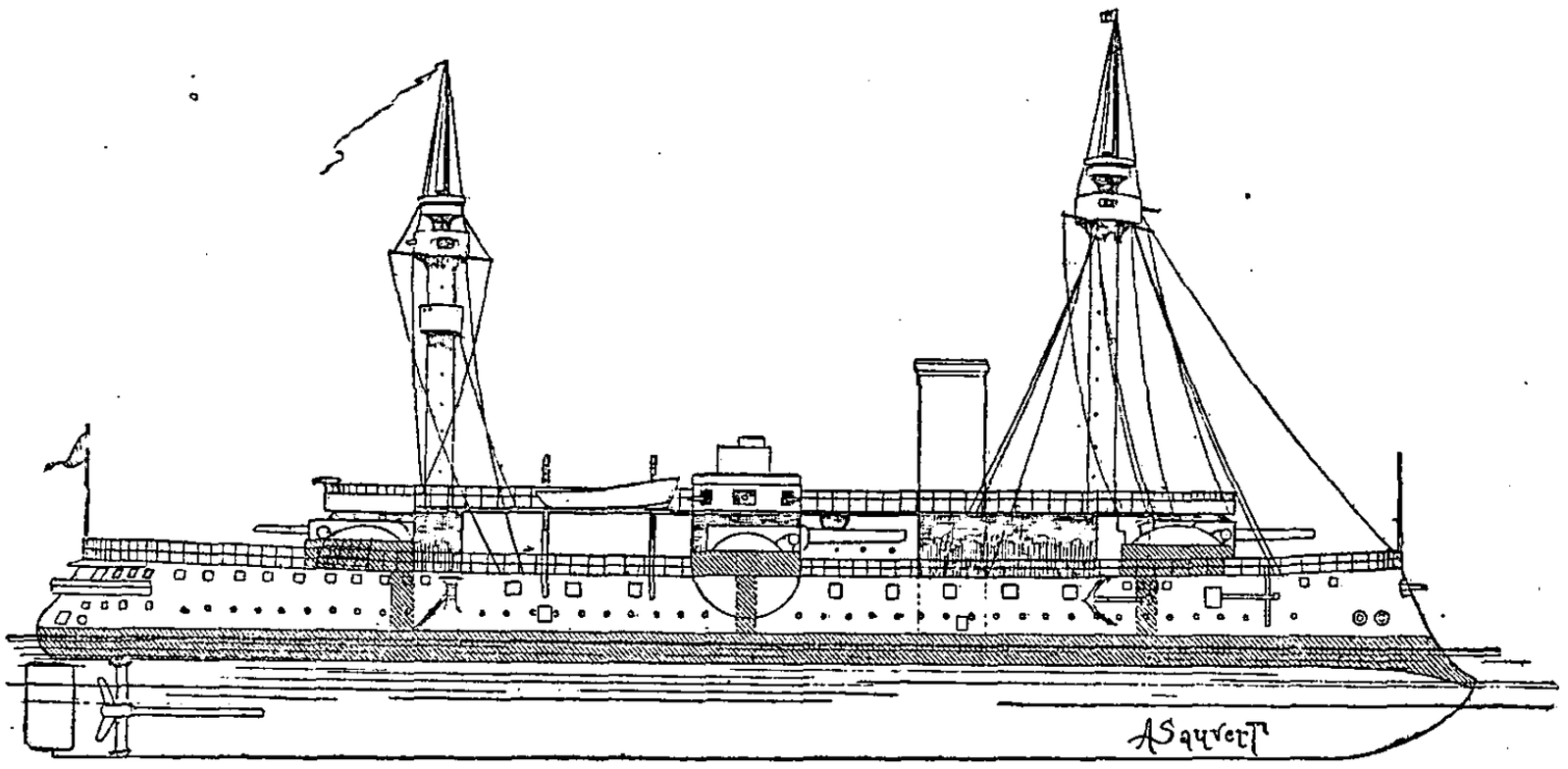


Fig. 693. — *Hoche*

Les principaux navires italiens construits dans ces dernières années sont du type à tourelles mobiles ou du type à tourelles barbettes.

Parmi les *turret ships* italiens, nous citerons d'abord l'*Affondatore*, dont la construction remonte à 1865, qui n'a qu'un déplacement d'environ 4,500 tonneaux et une faible vitesse, 12 nœuds, à peine. Armé de 2 canons de 25 centimètres, système Armstrong, et de 4 canons de 12 centimètres, ce bateau est cuirassé de bout en bout à 12 centimètres seulement, il est donc tout à fait incapable de lutter contre les cuirassés modernes.

Le *Duilio* et le *Dandolo* beaucoup plus récents, remontant à 1878 et 1876, ont 11,000 tonneaux de déplacement et une vitesse de 15n,5 environ ; ils ne sont cuirassés qu'à la partie centrale sur le 1/3 de leur longueur environ. L'épaisseur de la cuirasse atteint 50 centimètres. Les tourelles tournantes placées au-dessus d'un réduit central cuirassé sont disposées dans l'axe du bâtiment ; elles sont cuirassées à 45 centimètres et contiennent chacune 2 canons de 100 tonnes, système Armstrong ; ces navires possèdent, en outre, 3 canons de 12 centimètres, 12 mitrailleuses et 2 canons de débarquement.

A la classe des *barbette ships* se rattachent l'*Andrea-Doria*, le *Francesco Morosini* et le *Ruggiero di Lauria*, achevés tous les trois vers 1885, ayant un déplacement de 11,000 tonneaux, une vitesse de 16 nœuds pour les deux premiers, de

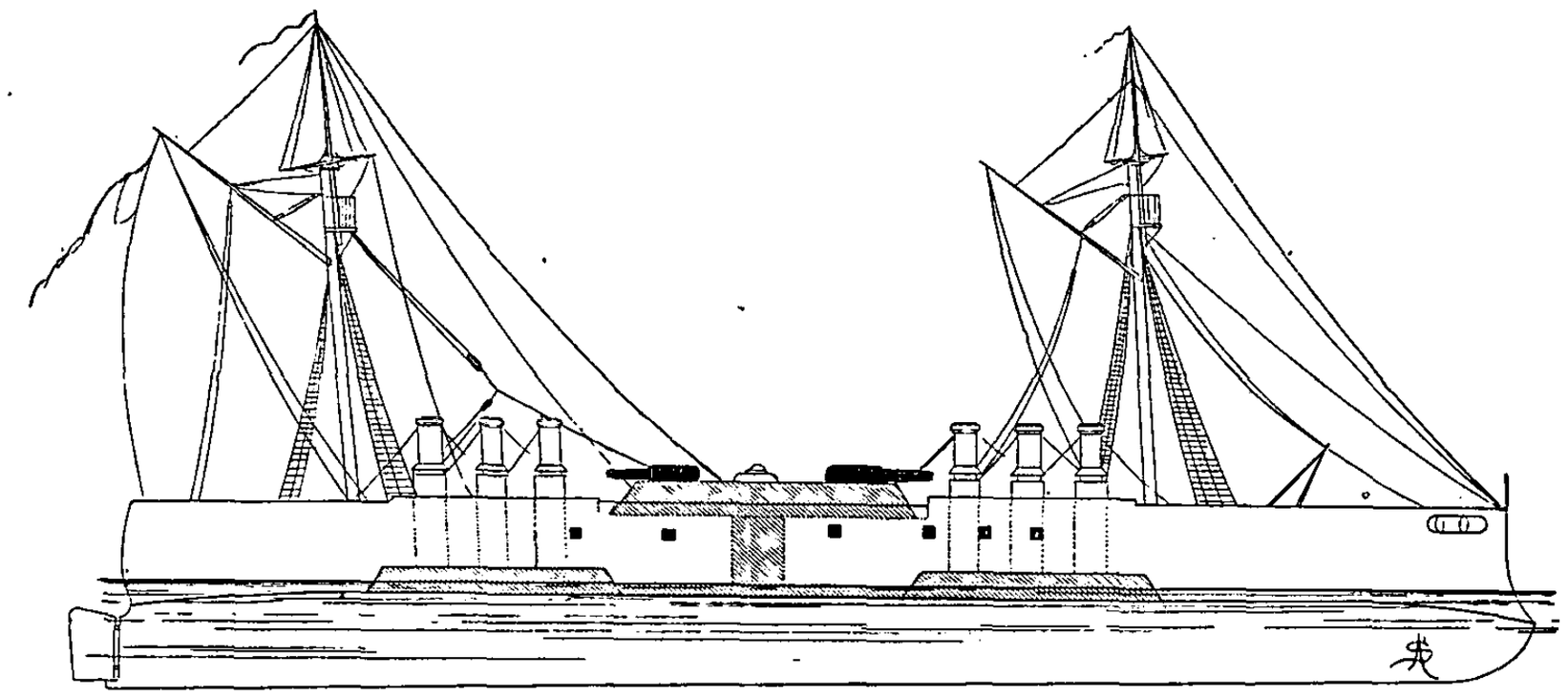


Fig. 694. — *L' « Italia » et le « Lepanto ».*

15n,5 pour le dernier. Cuirassés à 45 centimètres sur le 1/3 de leur longueur environ, dans la partie centrale, ils portent deux tourelles en quinconce et cuirassées également à 45 centimètres. Ces tourelles contiennent chacune 2 canons de 43 centimètres et 105 tonneaux, système Armstrong ; deux canons de 15 centimètres constituent l'artillerie moyenne ; 14 mitrailleuses, l'artillerie rapide.

Sur l'*Italia* et le *Lepanto* (fig. 694 et 695), la ceinture cuirassée n'existe pour ainsi dire plus, sinon pour constituer une protection aux deux chaufferies ; ses gros canons sont placés dans une redoute ovale, au centre du bâtiment, sur chaque bord ; il y a ainsi de chaque côté 2 canons de 43 centimètres, système Armstrong.

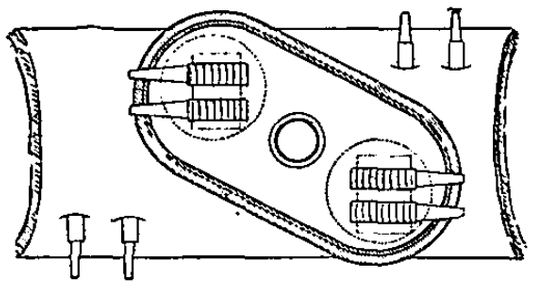


Fig. 695. — *Plan du réduit central cuirassé.*

Ces deux bâtiments ont près de 14,000 tonneaux de déplacement et une vitesse de 18 nœuds.

Enfin, dans la même classe, on peut ranger le dernier bâtiment construit, le ***Re Umberto*** ainsi que la *Sicilia* et la *Sardegna*, qui sont encore en chantier. Ces bâtiments auront environ 13,500 tonneaux de déplacement, une vitesse comprise entre 18 et 19 nœuds ; ils porteront 4 canons de 34 centimètres et de 67 tonneaux, système Armstrong, placés dans des tourelles barbettes en quinconce. On peut dire que l'idée qui a guidé les constructeurs italiens a été d'avoir les navires les plus fortement armés et possédant la plus grande vitesse. A la condition de ne pas être forcé d'accepter une lutte, ces bâtiments ont en effet une puissance formidable, mais ils pourraient être gravement en danger, dans le cas d'une rencontre avec un cuirassé armé d'un assez grand nombre de canons de moyen calibre, qui pourraient cribler de projectiles toutes leurs œuvres mortes et même la plus grande partie de leur surface, dans le voisinage de la flottaison.

Marine allemande. Les Allemands, après avoir longtemps négligé leur marine pour s'occuper presque exclusivement de leur armée de terre, semblent, depuis quelques années, porter sérieusement leur attention de ce côté.

Dans la classe des *Broadside ships* analogue à nos anciennes frégates cuirassées, nous trouvons quelques navires qui remontent à 1867 et 1868 et qui sont le *Friedrich Carl* et le *Konig Wilhelm* ; le premier ayant un déplacement de 6,000 tonneaux, une vitesse de 13n,5, armé de 16 canons de 21 centimètres, et le second de 9,500 tonneaux, ayant une vitesse de 14n,7, armé de 18 canons de 24 centimètres, 4 canons de 21 centimètres et 6 canons de 15 centimètres. Le cuirassement qui règne de bout en bout varie de 13 à 20 centimètres.

A côté de ces bâtiments, nous pouvons ranger les navires à réduit central contenant les gros canons. Ils sont également cuirassés de bout en bout.

Le *Kronprinz*, de cette classe, de 5,600 tonneaux, a filé 14n,30, il est cuirassé à 13 centimè-

tres seulement, mais il date de 1867. Il est armé de 16 canons de 21 centimètres.

Le *Hansa*, de 1872, est en bois et n'a que 3,600 tonneaux de déplacement ; il n'a filé que 12 nœuds et porte 8 canons de 21 centimètres ; il est cuirassé à 15 centimètres.

Le *Kaiser* et le *Deutschland*, de 7,700 tonneaux, cuirassés à 25 centimètres, ont filé 14n,5 ; ils sont armés de 8 canons de 26 centimètres ; 1 canon de 21 centimètres, 2 canons de 15 centimètres ; ils datent de 1874.

Comme navires à tourelles, l'Allemagne possède le *Friedrich der Grosse* (fig. 696 et 697), de 6,800 tonneaux cuirassé à 23 centimètres, ayant filé 14 nœuds, armé de 4 canons de 26 centimètres Krupp et de 2 canons de 17 centimètres et le *Preussen*, de même puissance.

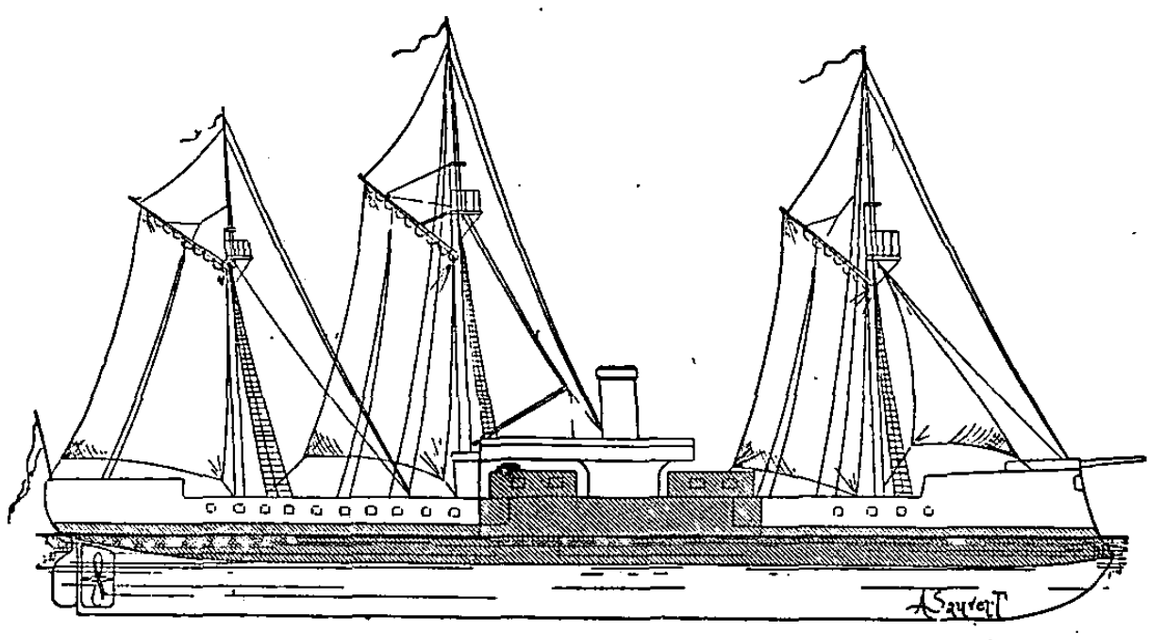


Fig. 696. — *Le « Friedrich » et le « Preussen ».*

Les derniers bâtiments sont du type des *barbettes ships* : l'*Oldenburg*, le *Baden*, le *Bayern*, la *Sachsen* et le *Wurtemberg*, lancés de 1876 à 1878, ont 7,400 tonneaux de déplacement, ils possèdent 6 canons de 26 centimètres Krupp et ont filé 14 nœuds ; ils sont cuirassés à 40 centimètres, probablement dans les parties centrales seulemont. Les tourelles barbettes ne sont cuirassées qu'à 25 centimètres.

Les Allemands viennent de mettre en chantier quatre gros cuirassés en acier de 10,000 tonneaux devant filer 18 nœuds ; ils seront vraisemblablement cuirassés à 35 centimètres dans la partie centrale seulement, les tourelles possédant la même protection, seront probablement au nombre de trois, contenant chacune 1 canon de 28 centimètres ; ils possèderont, de plus, 8 canons de 15 centimètres et 14 canons à tir rapide.

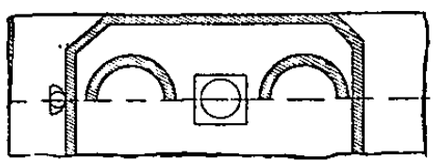


Fig. 697. — *Plan de réduit central cuirassé.*

En outre de ces bâtiments qui ont tous un tonnage assez considérable, les Allemands possèdent un certain nombre de canonnières cuirassées à 20 centimètres, possédant 1 seul canon de 30c/m50, et 2 canons revolvers, ne déplaçant que 11,100 tonneaux et n'ayant guère qu'une vitesse de 9 nœuds. Ce sont : le *Basilick*, *Biene*, *Caméleon*, *Crocodil*, *Hummel*, *Mücke*, *Natter*, *Salamandre*, *Scorpion*, *Viper*, *Wespe*. Ces navires ne sont destinés qu'à garder l'embouchure des fleuves où, grâce à leur faible tirant, ils peuvent échapper aux atteintes des bâtiments plus fortement armés.

En terminant ce court aperçu des forces navales des principales marines européennes, au point de vue des navires cuirassés, nous devons dire que, surtout pour l'Allemagne, les chiffres donnés sont un peu sujets à caution, parce que souvent les renseignements font totalement défaut, sur un certain nombre de bâtiments.

Croiseurs. *France.* Les croiseurs sont des bâtiments destinés à inquiéter et même à arrêter complètement, en temps de guerre, le commerce de l'ennemi. Ils peuvent aussi ravager les côtes en bombardant les villes ouvertes ; ils ont donc la plus grande importance, puisqu'en empêchant tous les approvisionnements d'arriver dans les ports, ils peuvent ainsi paralyser les efforts de la défense et être d'un secours utile et précieux à l'armée de terre.

La France possède un grand nombre de croiseurs en bois : 1° Trois croiseurs à batterie : *Aréthuse*, *Naïade* et *Dubourdieu*, lancés de 1881 à 1885, ayant un déplacement d'environ 3,400 tonneaux, une vitesse de 14 nœuds à 15,5, armés de 4 canons de 16 centimètres, de 22 canons de 14 centimètres et de 8 canons revolvers.

2° Huit croiseurs de première classe : *D'Estaing*, *Forfait*, *Lapérouse*, *Magon*, *Primauguet*, *Nielly*, *Rolland*, *Villars*, lancés de 1877 à 1882, d'un déplacement de 2,300 tonneaux, d'une vitesse variant de 14 à 15 nœuds, armés de 15 canons de 14 centimètres sur le pont des gaillards et 6 à 10 canons revolvers.

3° Douze croiseurs de deuxième classe : *Champlain*, *Châteaurenault*, *Decrès*, *Desaix*, *Dupetit-Thouars*, *Fabert*, *Infernet*, *Laclocheterie*, *Sané*, *Seignelay*, *Eclaireur*, *Rigault de Genouilly*, d'un déplacement de 1,600 à 2,000 tonneaux, d'une vitesse de 14 nœuds environ, armés de 6 à 10 canons de 14 centimètres et de quelques canons revolvers.

4° Douze croiseurs de troisième classe : *Beautemps-Beaupré*, *Bourayne*, *d'Estrées*, *Duchaffaut*, *Hugon*, *Hirondelle*, *Kerguelen*, *Linois*, *Segond*, *Talisman*, *Vaudreuil*, *Volta*, d'un déplacement de 1,000 à 1,300 tonneaux, d'une vitesse de 11 à 13 nœuds, armés de 3 à 6 canons de 14 centimètres et de quelques canons revolvers.

Tous ces bâtiments ont certainement aujourd'hui une valeur militaire assez faible étant donnée surtout leur faible vitesse comparée à celle d'un grand nombre de bâtiments de commerce, mais en temps de guerre, ils pourraient rendre

encore d'excellents services pour assurer la défense de nos colonies, car les navires que l'ennemi pourrait y envoyer seraient probablement d'une puissance tout à fait comparable à la leur.

D'ailleurs, en thèse générale, on peut dire que la valeur militaire de tous les croiseurs non cuirassés a singulièrement diminué depuis l'adoption des obus à la mélinite. Pour éviter les ravages épouvantables que causerait l'éclatement, dans une batterie, d'un seul de ces projectiles, on n'a qu'une seule ressource, c'est de les forcer à éclater à l'extérieur du bâtiment, autrement dit, cuirasser entièrement ce dernier. Le cuirassement du pont à la hauteur de la flottaison n'est plus suffisant ; un croiseur n'est complètement protégé que si sa batterie tout entière est à l'abri de la pénétration de tous les projectiles à la mélinite. Nous verrons plus loin quels sont, en France, les navires qui remplissent ces conditions.

Parmi les croiseurs à batterie en fer doublés en bois, nous citerons en premier lieu le *Duquesne*

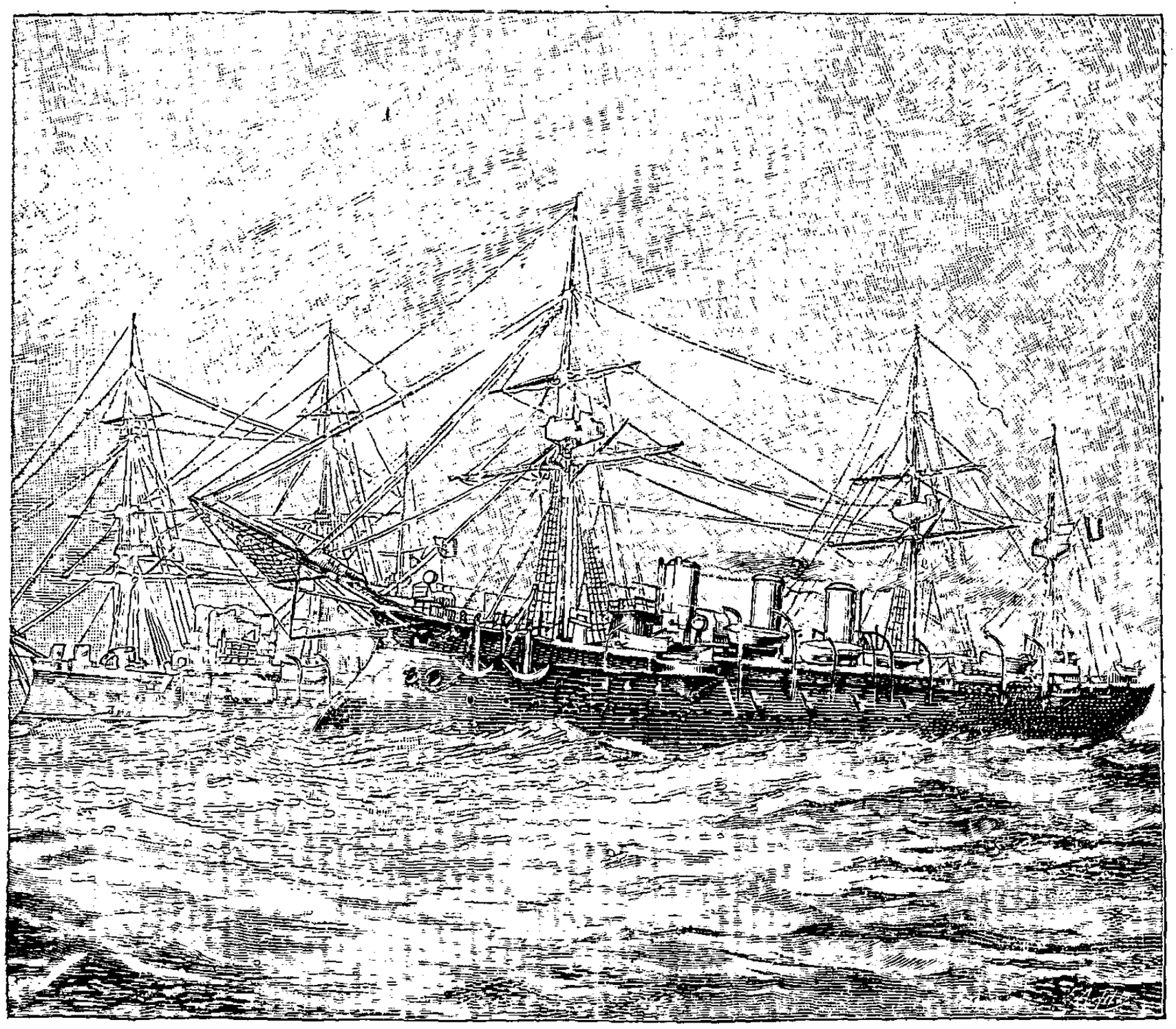


Fig. 698. — *La « Cécille » et le « Tage ».*

et le *Tourville* lancés en 1876, d'un déplacement de 5,500 tonneaux environ, ayant filé aux essais près de 17 nœuds, armés, le premier, de 7 canons de 19 centimètres, de 14 canons de 14 centimètres et de 8 canons-revolvers ; le second, de 7 canons de 16 centimètres, de 14 canons de 14 centimètres et du même nombre de canons-revolvers. Ces bâtiments ont malheureusement des machines déjà anciennes et ne possèdent pas de pont blindé ; leur puissance d'action est donc limitée.

Le *Duguay-Trouin*, croiseur de 1re classe, sans batterie en fer et en bois date de la même époque. D'un déplacement de 3,400 tonneaux, ayant donné 16 nœuds environ aux essais, ce bâtiment est armé de 5 canons de 19 centimètres et de 5 canons de 14 centimètres, il n'a pas non plus de pont blindé.

Dans les bâtiments plus récents se place en première ligne le *Sfax*, lancé en 1884, également doublé en bois, d'un déplacement de 4,500 tonneaux, ayant filé 16n,3/4, armé de 6 canons de 16 centimètres, 10 canons de 14 centimètres, 3 canons à tir rapide et 5 canons-revolvers. Le pont blindé de ce bâtiment a une épaisseur de 5 centimètres. Un cofferdam règne en outre dans toute la longueur à la hauteur de la flottaison. C'est donc le premier de nos croiseurs à batterie ayant une protection sérieuse contre les ravages des projectiles dans ses œuvres vives.

A côté du *Sfax*, viennent se ranger deux bâti-

ments qui viennent de terminer leurs essais de recette : la *Cécille* et le *Tage* (fig. 698, qui avec le même armement que le *Sfax*, mais un déplacement plus considérable, de 5,800 tonneaux pour le premier et de 7,000 tonneaux pour le second, ont obtenu une vitesse de 19 nœuds.

Au *Duguay-Trouin*, se rattachent l'*Alger* (fig. 699, le *Jean-Bart* et l'*Isly*, tous les trois en acier ayant un pont blindé de 6 centimètres, un déplacement de 4,200 tonneaux et devant réaliser une vitesse de 19 nœuds. Ces bâtiments ne sont pas achevés ; ils seront armés de 4 canons de 16 centimètres, de 6 canons de 14 centimètres, de 4 canons à tir rapide et de 6 canons-revolvers.

Parmi ces croiseurs de 1re classe, nous rangerons les croiseurs cuirassés suivants qui ont été mis assez récemment en chantier et qui sont activement pressés. Ce sont : le *Dupuy-de-Lôme*, le *Bruix*, le *Charner*, le *Latouche-Tréville*, le *Chanzy*.

Ces bâtiments ont été étudiés pour être à l'abri des projectiles à la mélinite ; aussi a-t-on recouvert toute leur surface de plaques d'acier d'une épaisseur de 10 centimètres ; ils ont de plus un pont blindé à 8 centimètres. Le premier de ces bâtiments aura un déplacement de 6,300 tonneaux environ, les autres de 4,800 tonneaux. Leur armement n'est pas encore fixé.

Le seul croiseur récent de 2me classe complètement achevé est le *Davout*, qui va faire incessamment ses premiers essais. D'un déplacement de 3,000 tonneaux environ, ce bâtiment qui doit filer 20 nœuds a un pont blindé de 6 centimètres et est armé de 4 canons de 16 centimètres, de 4 canons à tir rapide et de 6 canons-revolvers.

Le *Suchet*, de la même classe, est en construction et pourra, par conséquent, bénéficier des légers changements qui auront été reconnus utiles à ce type après les essais du *Davout*.

Les croiseurs de 3me classe comprennent en

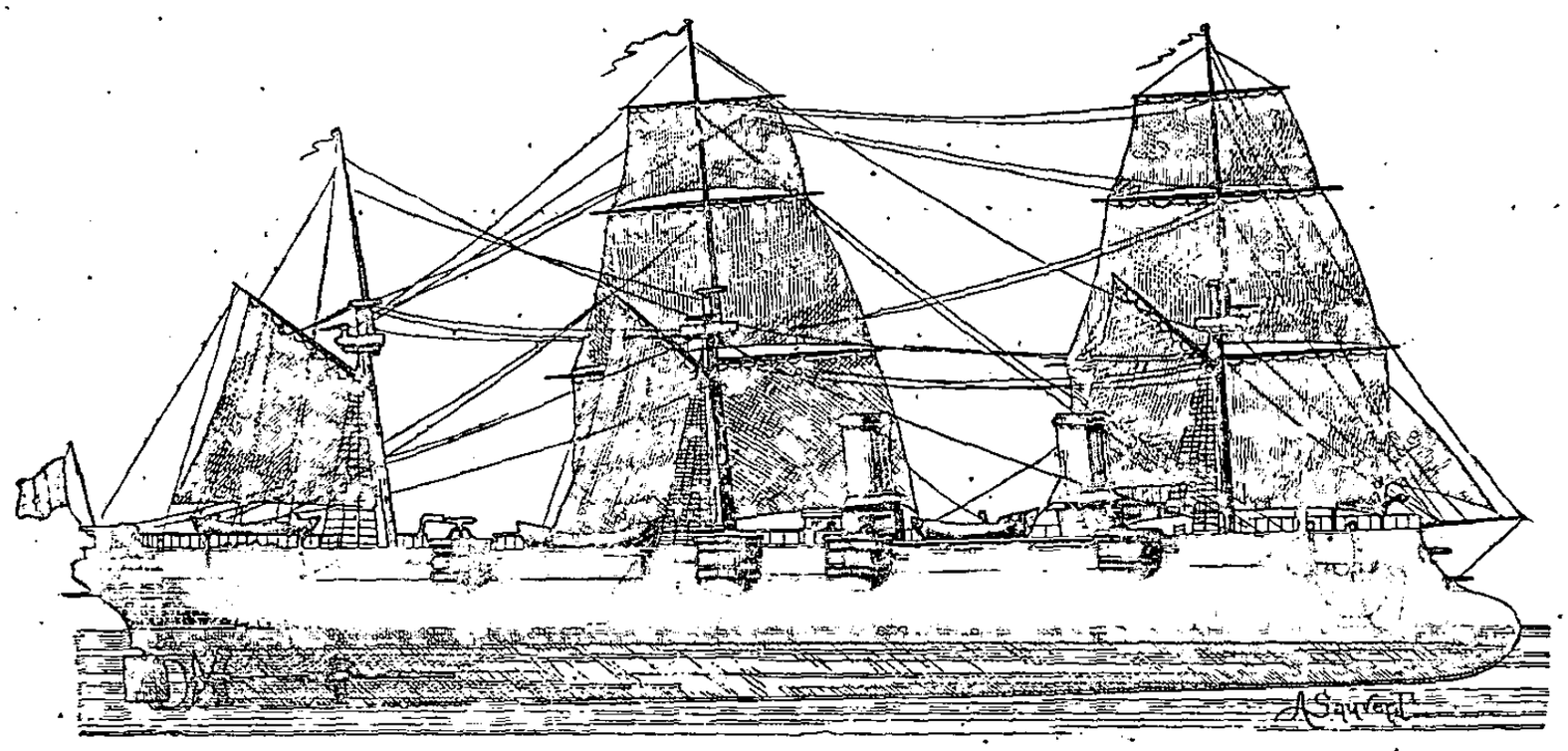


Fig. 699. — *Alger*.

première ligne le *Milan*, de 1,550 tonneaux, ayant un pont blindé à 5 centimètres, armé de 4 canons de 10 centimètres et de 8 canons-revolvers, ayant filé 18n,5 aux essais.

Puis viennent le *Forbin*, le *Surcouf*, le *Coëtlogon*, le *Lalande*, le *Troude*, le *Cosmao*, d'un déplacement de 1,900 tonneaux environ, ayant un pont blindé à 5 centimètres, armés de 2 canons de 14 centimètres, de 3 canons à tir rapide et de 4 canons revolvers. Ces bâtiments sont tous terminés ou vont terminer leurs essais ; ils auront une vitesse comprise entre 19n,5 et 20 nœuds.

Tous les croiseurs, il semble presque inutile de le dire, sont armés d'un certain nombre de tubes lance-torpilles et d'un approvisionnement convenable en engins de cette nature.

Six bâtiments d'un déplacement moindre que les précédents sont destinés à servir d'éclaireurs d'escadre ou de croiseurs torpilleurs. Ce sont : le *Vautour*, le *Faucon*, l'*Epervier*, le *Condor*, le *Wattignies*, le *Fleurus*. Les quatre premiers sont achevés, ils ont 1,280 tonneaux de déplacement, une vitesse variant de 17 à 18 nœuds, un pont blindé à 4 centimètres. Ils sont armés de 5 canons de 10 centimètres, de 6 canons-revolvers et possèdent 5 tubes lance-torpilles.

Les deux derniers avec un déplacement un peu supérieur, 1,300 tonneaux, auront le même pont blindé, une vitesse de 18 nœuds, ils seront armés de 5 canons de 10 centimètres, de 2 canons de 6 centimètres et de 4 canons à tir rapide.

Angleterre. L'Angleterre est la nation qui possède le plus de croiseurs ; elle en a d'ailleurs le plus grand besoin pour protéger ses côtes et ses nombreux navires de commerce.

Nous citerons d'abord les croiseurs à ceinture cuirassée (armoured cruisers) et parmi ceux-ci l'*Impérieuse* et le *Warspite* lancés en 1886, ayant un déplacement de 8,400 tonneaux, une vitesse de 16n,75, possédant 4 canons de 23 centimètres placés dans 4 tourelles cuirassées à 20 centimètres disposées en croix, à l'avant, à l'arrière et par le travers, 6 canons de 15 centimètres sur le pont des gaillards, 8 canons à tir rapide, 10 mitrailleuses et 3 canons de débarquement. La puissance défensive consiste en une ceinture cuirassée de 25 centimètres d'épaisseur, n'occupant que le 1/3 environ de la longueur dans la partie centrale, où elle n'a

d'ailleurs qu'une faible hauteur, et en un pont cuirassé à 8 centimètres environ s'étendant sur toute la longueur, mais s'abaissant fortement aux extrémités en-dessous de la flottaison.

L'*Aurora*, *Australia*, *Galatea*, *Immortalité*, *Narcissus*, *Orlando*, *Undaunted* sont des bâtiments également à ceinture cuirassée de faible hauteur, d'une épaisseur de 25 centimètres ayant un pont blindé de 5 à 6 centimètres régnant de bout en bout et s'abaissant aux extrémités. D'un déplacement de 5,600 tonneaux, devant filer 18n,5, ces bâtiments portent 2 canons de 23 centimètres, 1 en chasse, l'autre en retraite, 10 canons de 15 centimètres sur le pont des gaillards, 16 canons à tir rapide, 7 mitrailleuses et 3 canons de débarquement.

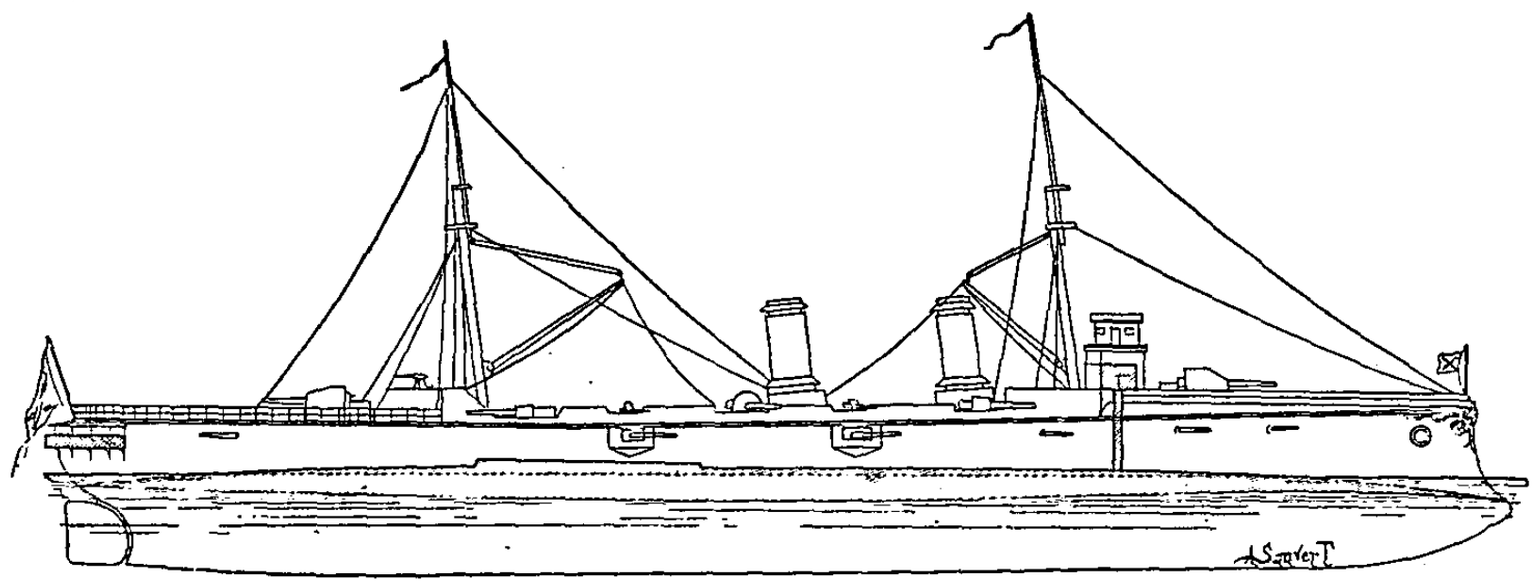


Fig. 700. — *Blake et Blenheim.*

Trois vieux bâtiments transformés le *Nelson*, le *Northampton* et le *Shannon* sont également rangés dans cette même classe.

Parmi les croiseurs de 1re classe ayant seulement un pont cuirassé (protected cruiser), il convient de citer d'abord le *Blake* et le *Blenheim* (fig. 700), dont le premier seul est lancé. Ces bâtiments auront 9,000 tonneaux de déplacement ; ils devront filer 22 nœuds ; ils seront armés de 2 canons de 23 centimètres, en chasse et en retraite, de 10 canons de 15 centimètres en deux batteries superposées, de 16 canons de trois livres à tir rapide, de 8 mitrailleuses et de 2 canons de débarquement.

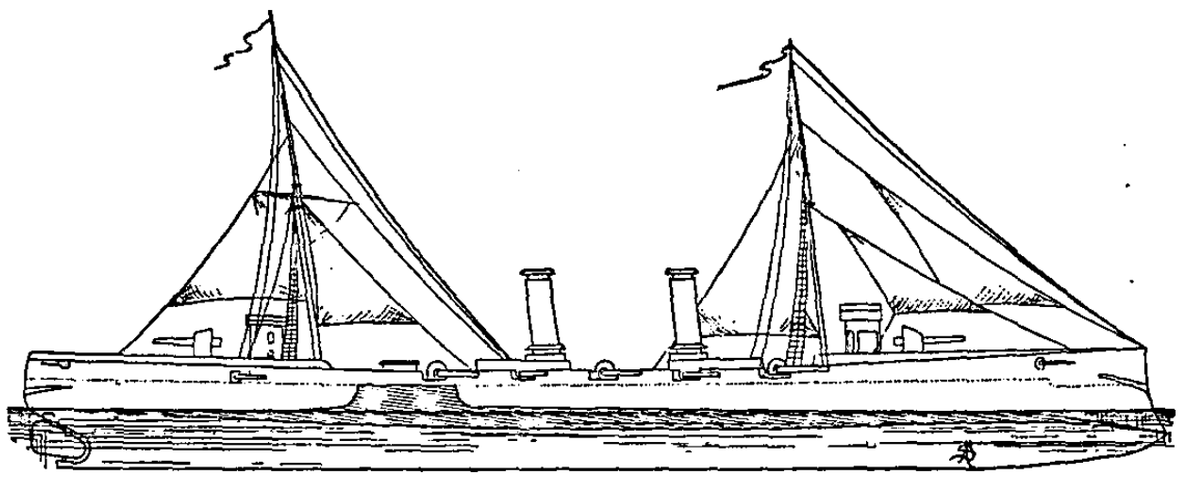


Fig. 701. — *Type Apollo.*

Dans la même classe, mais d'un déplacement moindre se placent les navires suivants : *Centaur*, *Crescent*, *Edgar*, *Endymion*, *Gibraltar*, *Grafton*, *Hawke*, *Saint-George*, *Theseus*. Ces bâtiments qui viennent d'être mis en chantier, auront 9,500 tonneaux environ de déplacement, une vitesse de 19n,75. Ils seront armés de 2 canons de 23 centimètres en chasse et en retraite, de 10 canons de 15 centimètres à tir rapide en deux batteries, de 12 canons de 6 livres, de 4 canons de 3 livres et de mitrailleuses.

A côté de cette classe, viennent se ranger les croiseurs protégés de seconde classe type *Apollo* (fig. 701), qui sont : *Aeolus*, *Andromache*, *Apollo*, *Astrea*, *Bonaventure*, *Brilliant*, *Cambrian*, *Intrépide*, *Infatigable*, *Iphigenia*, *Melampus*, *Naiad*, *Pique*, *Rainbow*, *Retribution*, *Latona*. *Sappho*, *Scylla*, *Sirius*, *Spartan*, *Sybille*, *Terpsichore*, *Thetis*, *Tribune*. Ces navires qui viennent d'être mis en chantier auront un déplacement variant de 3,600 à 4,000 tonneaux, une vitesse de 19n,75 à 19n,5, ils seront armés de 2 canons de 15 centimètres à tir rapide à l'avant et à l'arrière, de 6 canons de 11 centimètres et de 9 autres, de 4 mitrailleuses et d'un canon de débarquement. Leur puissance défensive consistera en un pont blindé présentant un ressaut pour couvrir les machines qui seront verticales.

Le type *Mersey*, lancé vers 1885 et qui comprend la *Mersey*, la *Severn*, le *Forth* et la *Thames*, a 4,000 tonneaux de déplacement, une vitesse de 18 nœuds, un pont blindé courant de bout en bout, et possède comme armement, 2 canons de 20 centimètres en chasse et en retraite, 10 canons de 15 centimètres sur les gaillards, 5 canons à tir rapide, 9 mitrailleuses et 2 canons de débarquement.

Le type *Melpomène* comprend les navires suivants : *Marathon*, *Melpomène*, *Magicienne*, *Medusa* et *Medea*, les trois premiers en acier recouvert de bois et doublés en cuivre, les deux autres non doublés, d'un déplacement de 2,900 tonneaux environ, protégés de bout en bout par un pont blindé, ayant une vitesse de 20 nœuds ; ces navires sont armés de 6 canons de 15 centimètres, 6

de 11 centimètres à tir rapide, 3 mitrailleuses et 1 canon de débarquement.

8 autres croiseurs de deuxième classe, ceux du type *Pallas* ont un pont blindé de bout en bout, mais un déplacement de 2,600 tonneaux seulement, une vitesse de 19 nœuds et un armement comprenant 8 canons de 11 centimètres à tir rapide, 8 canons de 8 centimètres à tir rapide, 4 mitrailleuses et 1 canon de débarquement. Une partie de ces derniers bâtiments sont affectés spécialement au service de l'Australie. Parmi les croiseurs de seconde classe, construits déjà depuis plusieurs années, se trouvent ceux qui ne sont défendus que par un pont blindé ne recouvrant qu'une partie de leur longueur. Ces bâtiments, tels que l'*Amphion*, l'*Arethusa*, le *Leander*, le *Phaeton*, ont 4,300 tonneaux de déplacement, une vitesse de 17 nœuds, ils sont armés de 10 canons de 15 centimètres, de 16 mitrailleuses et de 2 canons de débarquement.

Outre ce nombre déjà considérable de croiseurs de première et de seconde classe, l'Angleterre possède un très grand nombre de croiseurs de troisième classe, dont quelques-uns possèdent un pont en partie cuirassé. Les plus importants parmi ces bâtiments sont ceux du type *Scout*, non cuirassés, mais armés de 4 canons de 12c,5, 8 canons de 3 livres à tir rapide, d'un grand nombre de tubes lance-torpilles, ayant une vitesse de 17 nœuds et pouvant jouer le rôle de croiseurs-torpilleurs.

Italie. L'Italie possède ou a en construction une dizaine de croiseurs à pont blindé, d'une vitesse de 20 nœuds environ, de 2,500 à 3,000 tonneaux de déplacement, armés de deux canons de 25 centimètres et de 6 canons de 15 centimètres, comme le *Giovanni Bausan*; ou de 6 canons de 15 centimètres et de 9 canons à tir rapide comme le *Dogali*. Elle possède en outre 7 croiseurs-torpilleurs de 740 tonneaux, armés de 6 canons de 6 livres et de 2 de 8 centimètres à tir rapide, ayant une vitesse de 20 nœuds.

On peut joindre à cette force navale un bélier l'*Etna*, ayant à peu près le même armement que le *Giovanni Bausan* et quelques mouches d'escadre, dans le genre des croiseurs-torpilleurs.

Allemagne. L'Allemagne vient de mettre en chantier 5 croiseurs à pont blindé de 5,500 tonneaux environ de déplacement, d'une vitesse de 20 nœuds, qui seront armés de 2 canons de 24 centimètres et de 8 canons de 15 centimètres à tir rapide. Elle possède, en outre, l'*Irène*, la *Prinzess Wilhelm* de 4,300 tonneaux, ayant un pont blindé, une vitesse de 18 nœuds, armés de 14 canons de 15 centimètres. La *Germania*, du même type, est en construction.

On peut citer en outre quelques éclaireurs d'escadre de 1,200 à 1,400 tonneaux, ayant une vitesse de 16 à 19 nœuds, possédant un certain nombre de canons de 8 à 12 centimètres, mais n'ayant pas de protection.

Quelques frégates cuirassées, le *Bismarck*, le *Blücher*, le *Gneisenau*, le *Leipzig*, le *Moltke*, le *Prinz Adalbert*, le *Stein*, sont en fer et en bois, ont de 3,000 à 4,000 tonneaux de déplacement, une vitesse de 13n,5 à 15 nœuds, ils sont armés de 12 canons de 17 centimètres ou de 16 canons de 15 et de canons-revolvers.

Quelques bâtiments de moindre importance n'ont que des vitesses atteignant 11 nœuds au maximum.

Contre-torpilleurs et torpilleurs. *France.* Le nom de ces bâtiments indique suffisamment leur destination sans que nous ayons besoin d'insister.

Les contre-torpilleurs destinés à flanquer les escadres et à donner la chasse aux torpilleurs ennemis qui tenteraient d'en approcher, sont, en France, la *Bombe*, la *Couleuvrine*, la *Lance*, la *Dragonne*, la *Flèche*, la *Dague*, la *Sainte-Barbe* et la *Flamme*. Ces bâtiments, d'un déplacement de 320 tonneaux environ, ayant une vitesse de 16 nœuds, ont, comme armement, 3 canons à tir rapide et 3 canons-revolvers. Le *Lévrier* et le *Léger* du même type ne sont pas encore terminés.

En outre des contre-torpilleurs, la France possède un certain nombre de torpilleurs dont quelques-uns, comme le *Coureur*, atteignent jusqu'à 120 tonneaux de déplacement et une vitesse de 20 à 23n,5. Nous renvoyons pour plus de détail sur ces bâtiments soit au *Dictionnaire*, soit aux nombreux livres spéciaux qui ont paru dans ces dernières années sur cette question.

L'Angleterre, l'Italie et l'Allemagne ont fait de grands efforts pour posséder une nombreuse flottille de torpilleurs ; mais il reste aussi difficile de se prononcer pour la construction à outrance des torpilleurs, ou pour celle des grands bâtiments ; il semble cependant résulter de l'étude que nous venons de faire, que, bien loin d'abandonner les cuirassés, les différentes nations que nous avons passées en revue cherchent, au contraire, à étendre leur puissance d'action. On a pu remarquer également avec quelle ardeur on s'était lancé dans la construction des croiseurs rapides à protection assez faible au début, puis plus fortement protégés à mesure que l'emploi des explosifs, tel que la mélinite tendait à se généraliser. On peut donc dire, que, sans négliger la construction des torpilleurs, dont le rôle devra, croyons-nous, dans la grande majorité des cas, se borner à protéger les côtes, il faut persévérer dans la construction des bâtiments de forts déplacements, cuirassés et croiseurs rapides, car, quels que soient l'entraînement et la bravoure des hommes, il serait impossible de les soumettre aux fatigues énormes d'une campagne un peu longue à bord d'un bâtiment de petit tonnage comme un torpilleur, sans risquer de les voir arriver au combat privés d'une partie de leurs moyens d'action.

D'un autre côté, le système qui consisterait à remplacer l'équipage au bout de quelques jours, semble bien difficile à appliquer dans la pratique, si l'on veut avoir sous la main des hommes connaissant à fond toutes les ressources de leur bâtiment.

Les torpilleurs semblent donc, comme nous le disions plus haut, devoir se tenir constamment

près des côtes, non seulement pour pouvoir au besoin s'y réfugier en cas de trop gros temps, mais aussi pour pouvoir s'y ravitailler facilement, et surtout pour permettre d'accorder de temps en temps à l'équipage un repos bien mérité dans une crique ou un port bien à l'abri des flots.

* * **NICARAGUA.** République de l'Amérique centrale, entre le Pacifique et la mer des Antilles ; pays très chaud, humide et peu sain, riche de produits agricoles, surtout en prairies ; l'élevage du bétail et des chevaux y est très prospère ; le littoral est presque uniquement habité, l'intérieur étant constitué par deux grands lacs et une chaîne volcanique ; cet Etat n'a guère d'autre présent et d'autre avenir que le transit actuel entre les deux mers, et l'espérance de profiter du voisinage du canal de Panama, ou même de voir un canal particulier utiliser le cours de la rivière Saint Jean et les lacs, projet qui jouit d'une faveur spéciale aux Etats-Unis et qui fut mis en avant par un Français, Belly.

La superficie du Nicaragua est d'environ 150,000 kilomètres carrés, la population de 260,000 habitants, sur lesquels un millier de blancs seulement ; beaucoup de mulâtres et de métis indiens. La capitale est Managua (9,000 habitants) et la ville la plus importante, Léon, 34,000 habitants, autrefois capitale.

Les recettes ont atteint, au dernier budget connu (1885), en pesos de 4 francs, 3,084,000 pesos ; les dépenses, 4,200,000 pesos ; la dette est importante, eu égard à la situation budgétaire, 2,800,000 dollars, tant intérieure qu'extérieure.

Les principaux articles d'exportation sont : la gomme élastique, le café, le bois jaune du Brésil, l'indigo, les peaux, le bétail, les bois, un peu d'or et d'argent des mines de Choutales, de Matagalpa et de la Nouvelle-Ségovie.

Le mouvement de navigation a été de 150 navires pour 170,008 tonneaux. 159 kilomètres de chemins de fer sont en exploitation.

Le Nicaragua, avec le Salvador et Costo-Rica, s'est opposé énergiquement au projet d'union des Etats de l'Amérique centrale, que le Guatemala voulait lui imposer, avec l'appui du Honduras.

Nicaragua à l'Exposition de 1889.

Le Nicaragua, comme toutes les républiques américaines, a participé officiellement à l'Exposition. M. Joseph Médina, ministre du Nicaragua, était commissaire général, et M. Gaston Ménier, le manufacturier bien connu, commissaire délégué. C'est celui-ci qui a dirigé les travaux, L'architecte du très coquet pavillon en bois qui abritait les produits du Nicaragua était M. Sauvestre, architecte de la tour Eiffel, style Renaissance de fantaisie, avec toit en tuiles écaillées émaillées et terre cuite. De grandes lucarnes, d'un dessin original, et des épis découpés donnaient à l'ensemble une physionomie pittoresque du plus heureux effet. A l'intérieur, un grand salon et deux pièces latérales. Dans le compartiment principal, le plan en relief, très curieux, du canal projeté du Nicaragua, fait, à Washington, par un sculpteur français. Ce modèle, de 9 mètres de long, était une des curiosités de l'Exposition. Puis l'envoi de la maison Ménier, qui possède au Nicaragua d'énormes plantations de cacao ; des plans encore et des échantillons, ceux-ci fort beaux ; à côté, les bois de teinture qui fournissent les extraits de la maison française Chesnay, laquelle possède là-bas plusieurs usines importantes. Après ces deux expositions, qui étaient les deux clous du pavillon nicaraguen, on pouvait admirer de nombreux échantillons de café, de bois, de caoutchouc, des poteries anciennes, des plantes rares et des oiseaux aux plumages multicolores, enfin de jolis ouvrages en vannerie.

Çà et là des piliers ornés d'étoffes indigènes, des hamacs en fibres de *pita*, des oiseaux empaillés, des reptiles, de monstrueux coléoptères, un fémur de mammouths, et une liane énorme avec des nids d'*oro-pendola*, des minerais d'or, des kaolins, enfin quelques armes, ustensiles, bijoux et idoles des anciennes tribus sauvages qui peuplaient les bords du lac de Nicaragua.

De beaux meubles en marqueterie garnissaient le pavillon, notamment un bureau qui a été offert au Président de la République française.

Sur de grands panneaux en bois précieux étaient peints les portraits de tous les présidents de cette République qui semblaient assister ainsi à la manifestation réellement intéressante d'un développement qui est leur œuvre.

NICKEL (Acier de). Quelques essais, tentés il y a près de dix ans, en vue d'associer le nickel aux aciers pour modifier leurs propriétés mécaniques, n'avaient donné que de médiocres résultats. Ces expériences ont été reprises récemment avec plus de succès, en France et en Angleterre.

A l'article Acier, on trouvera les résultats d'épreuves obtenues en Angleterre ; ces chiffres montrent que l'addition de 1 à 3 0/0 de nickel à un acier moyennement carburé accroît notablement la résistance de cet acier à la rupture sous un effort de traction, tandis que l'allongement se trouve peu diminué. En outre, les aciers-nickel résistent mieux que les aciers ordinaires aux divers agents d'altération et, notamment, à l'eau de mer.

Les usines du Creusot ont fabriqué des plaques de blindage en acier contenant de 3 à 3,5 pour cent de nickel. Ces plaques, essayées aux Etats-Unis d'Amérique, au polygone d'Annapolis, concurremment avec une plaque en acier simplement carburé et une plaque compound (fer et acier), se sont mieux comportées que leurs rivales. Voici un extrait du procès-verbal dressé par les soins de la commission de l'artillerie de marine américaine :

1° On a tiré sur chacune des plaques, et dans les angles, 4 coups avec un canon rayé de 150 millimètres placé à $8^{m},50$ du centre de la plaque. Le canon, qui se chargeait par la culasse, était monté sur un affût à pivot central. La charge employée était de $20^{k},15$ de poudre donnant au projectile une vitesse au choc de $632^{m},40$ par seconde. Les projectiles étaient des obus de rupture Holtzer, ramenés au poids normal de 45 kilogrammes 30 (100 livres américaines) ;

2° On a tiré, au centre de chaque plaque, un coup avec un canon rayé de 200 millimètres, placé à $9^{m},14$ des plaques.

La charge de poudre était de $38^{k},50$. La vitesse au choc $563^{m},90$ par seconde. Les projectiles de rupture Firth pesaient $95^{k},13$.

En résumé, dit le rapport, la plaque compound a été perforée par tous les projectiles et sa couverte d'acier détruite. Deux des projectiles ont complètement traversé la plaque et le matelas.

Les deux plaques d'acier ont retenu tous les projectiles, la plaque d'acier présentant une résistance légèrement plus grande que la plaque acier-nickel ; mais la première a été sérieusement fendue par le projectile de 200 millimètres,

tandis que la seconde demeura sans fente. La commission, par conséquent, place les 3 plaques essayées dans l'ordre de *mérite relatif* suivant : 1° acier-nickel; 2° tout acier; 3° compound.

A la suite de ces expériences, exécutées en septembre 1890, et comme conséquence de la victoire de l'acier-nickel, le ministère de la marine américaine a commandé à MM. Carnegie, Philipps et Compagnie, de Pittsburgh, quelques plaques d'acier-nickel qui seront comparées aux plaques françaises du Creusot.

Le secrétaire d'Etat a prescrit aussi de faire submerger simultanément dans la mer quelques plaques acier-nickel et quelques plaques tout acier, afin d'apprécier la résistance comparative de ces plaques aux altérations produites par l'eau de mer. — L. C.

* **NITROBENZINE.** — V. BENZINE.

NIVELLEMENT. Nous avons déjà dit (V. *Dictionnaire*, NIVELLEMENT) que l'altitude d'un lieu était la portion de verticale comprise entre ce lieu et une surface de niveau servant de comparaison qui est ordinairement la surface des mers. On pourrait choisir toute autre surface de niveau, pourvu qu'elle fût bien définie; dans tous les cas, le choix de cette surface, qui a reçu le nom de *zéro fondamental pour le nivellement*, est d'une grande importance pratique. Malheureusement, la définition de ce zéro fondamental n'est pas aussi facile qu'il semble au premier abord. Il paraît tout simple de choisir la surface des mers, mais l'agitation de la mer et les oscillations continuelles de la marée rendent assez difficiles à préciser le *niveau moyen de la mer*. Frappés de cette difficulté, certains géodésiens ont proposé de définir le zéro fondamental en choisissant un point particulier dans les continents. Des géologues ont affirmé que certains terrains, tels que ceux des environs de Paris ou de Bourges, où les tremblements de terre sont très rares, présentent une grande fixité qui les rend très favorables à la définition d'un zéro absolu. Cependant, si ces terrains ne subissent pas, comme certains granits, des affaissements et des soulèvements rapides ou des oscillations, il semble téméraire d'affirmer qu'ils se maintiennent invariablement au même niveau pendant une longue suite de temps. L'écorce terrestre ne paraît pas dans un état de stabilité très considérable. L'observation des montagnes a permis de reconnaître que certains clochers, visibles d'un point donné, devenaient invisibles dans l'espace d'une génération, et inversement. On remarque sur le sol des environs de Lille et d'une grande partie de la France, un abaissement continuel de $0^m,60$ à $0^m,80$ par siècle.

Aussi, quoique le zéro continental conserve encore des partisans, la plupart des géodésiens se sont ralliés au zéro de la surface des mers, et la détermination du niveau moyen de la mer s'est imposée avec d'autant plus d'urgence que les procédés de nivellement devenaient plus précis. Heureusement, les difficultés qui résultent de l'agitation de l'eau ne sont pas insurmontables. Le phénomène des marées a été étudié par les plus grands géomètres; il est aujourd'hui connu dans tous ses détails : les oscillations de la mer peuvent être calculées par des formules qui sont en parfait accord avec une longue suite d'observations, et qui permettent d'effectuer les corrections nécessaires pour passer du niveau observé au niveau moyen. Les tempêtes apportent une nouvelle cause d'erreurs qui ne peuvent être calculées mathématiquement, mais qui, agissant indifféremment dans les deux sens, s'éliminent d'elles-mêmes dans la moyenne d'une longue suite d'observations. On comprendra, cependant, que le choix de la station où se feront les observations n'est pas indifférent. Quoi qu'on puisse éliminer les influences perturbatrices ou calculer leurs effets, cette élimination et ces corrections ne seront pas rigoureusement exactes, et il y a intérêt à diminuer le plus possible les causes d'erreur. Il convient donc de choisir une station où les marées soient aussi faibles, et les tempêtes aussi rares que possible. Enfin, il faut éviter le voisinage des eaux douces qui, par leur faible densité, amènent une surélévation anormale de la mer. C'est en s'inspirant de toutes ces considérations que le Comité du nivellement général de France, pour donner une base aux travaux de nivellement de haute précision qui sont en cours depuis 1884, a fait créer l'observatoire marégraphique de Marseille, dont nous avons déjà parlé au mot MARÉGRAPHE. Aucune station ne pouvait être mieux choisie sur tout le littoral de la France. Nous avons indiqué, au mot MARÉGRAPHE, par quelles opérations très simples la détermination du niveau moyen était effectuée dans cet observatoire. La comparaison de ce niveau avec les cotes des différents points de repère du continent fournira une base certaine aux études géologiques relatives à l'affaissement et au soulèvement des terrains. — M. F.

NOIR. *T. de teint.* Nous nous plaçons ici exclusivement au point de vue des colorants noirs, en commençant par quelques remarques sur les *nigrosines* et les *nigrisines* qui peuvent se rattacher au noir et en jouer souvent le rôle dans des nuances composées.

Les *nigrosines*, encore peu connues, sont d'après Woolf des indulines phénylées obtenues en chauffant 1 partie d'induline avec 2 parties d'aniline et un peu d'acide acétique. Il y aurait dégagement d'ammoniaque et formation d'une induline triphénylée, $C^{18}H^{12}(C^6H^5)^3Az^3$, ce qui est peu probable. Suivant d'autres les nigrosines seraient isomères des indulines et la plus simple serait représentée en formule brute par $C^{18}H^{15}Az^3$; d'autres, enfin, admettraient la même constitution pour les indulines et les nigrosines et ne feraient d'autre distinction que celle du mode de préparation, consistant dans l'emploi de molécule nitrée comme nitrobenzine pour obtenir la nigrosine (1).

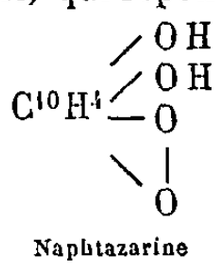
(1) M. K. Oehler (Offenbach-sur-Mein) a transformé l'induline soluble à l'alcool en un colorant soluble à l'eau et facilement applicable sur coton, en chauffant à 150-200° l'induline à l'alcool avec de la paraphénylène-diamine. La base du colorant aurait pour formule

$C^{56}H^{27}Az^5$ dérivée de l'azophénine $C^{50}H^{24}Az^4$.

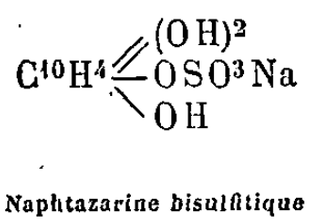
La *dioxime* de la maison Léonhardt est une nitrodioxynaphtaline qui ne donne pas de noir mais un brun jaunâtre.

La *nigrisine* qui diffère si peu, pour le nom, des colorants précédents en diffère complètement pour sa nature et sa préparation. De création toute récente, par la maison Poirrier, de Saint-Denis, elle faisait son apparition à l'Exposition de 1889. Elle est obtenue par l'ébullition prolongée du chlorhydrate de paranitrosodiméthylaniline avec de l'alcool dilué. Quelle est la composition de ce colorant? Il est probablement un dérivé de la tétraméthyldiamidophénazine.

Noir d'alizarine. Cette dénomination est tout à fait inexacte, ce colorant se rattachant à la naphtaline et non à l'anthracène. C'est la combinaison bisulfitique de la naphtazarine ou dioxynaphtoquinone, qui répond à l'un des schémas :



Naphtazarine



Naphtazarine bisulfitique

En chauffant vers 200° on fait dissoudre complètement la binitronaphtaline dans l'acide sulfurique et on réduit cette binitronaphtaline bisulfonique en ajoutant de la grenaille de zinc

$$C^{10}H^4(AzO^2)^2(SO^3H)^2 + 3H^2 + 2H^2O$$

Binitronaphtaline bisulfonique

$$= C^{10}H^4(O^2)(OH)^2 + SO^4(AzH^4)^2 + SO^4H^2$$

Naphtazarine

Cette naphtazarine, découverte par Roussin, en 1881, avait été prise par lui pour l'alizarine, et le grand chimiste Dumas avait annoncé à l'Académie des sciences la synthèse industrielle de l'alizarine. Cette naphtazarine purifiée par un traitement, le carbonate de soude, puis par un autre à l'acide suivi de lavage, est dissoute sous forme de pâte dans du bisulfite de soude à 38-40° Baumé en maintenant le mélange durant deux jours environ à la température de 60°. C'est cette dissolution qui est vendue sous le nom de *noir d'alizarine*.

Le *noir diamant* est un nouveau colorant qui s'applique sur laine après mordançage avec le bichromate et l'acide oxalique.

Noirs azoïques. 1° *Noir pour laine*. Ce colorant se produit par l'action du diazo d'amidoazobenzol disulfonique sur la paratolyl-β-naphtylamine

$$C^6H^4<{}^{SO^3Na}_{Az=Az-C^6H^3}<{}^{SO^3Na}_{Az=AzCl} + C^6H^4<{}^{AzH.C^{10}H^7}_{CH^3}$$

$$= HCl + C^6H^4<{}^{SO^3Na}_{\underset{\alpha}{Az=Az}-C^6H^3}<{}^{SO^3Na}_{Az=Az-C^{10}H^6-\underset{(4)}{AzH}-C^6H^4-\underset{(1)}{CH^3}} \quad (\beta)$$

D'autres chimistes rattachent la paratolyl-β-naphtylamine par le groupe phénylène plutôt que par le groupe naphtylène.

2° *Noir azoïque ou noir bleu.* Ce produit s'obtient en formant d'abord le diazo de l'amido azo-α-naphtyl-β-naphtylamine sulfonique et en faisant réagir sur le diazo amido le sel R ou β-naphtol disulfonate R

$$C^{10}H^6<{}^{SO^3Na}_{\beta Az=Az-C^{10}H^6}$$

$$-\alpha Az=Az-C^{10}H^4<{}^{OH\,\beta}_{(SO^3Na)^2}$$

3° *Noir de naphtol.* En combinant le même sel R avec le diazo de l'amido azonaphtaline bisulfonique formé avec l'α-naphtylamine :

$$C^{10}H^5<{}^{(SO^3Na)^2}_{\alpha Az=Az-C^{10}H^6}$$

$$-\omega Az=Az-C^{10}H^4<{}^{OH\,\beta}_{(SO^3Na)^2}$$

4° *Noir diamine* RO. La manufacture lyonnaise de matières colorantes vient d'ajouter à la série des noirs tétrazoïques le *noir diamine* RO qui se rattache au groupe des couleurs de la benzidine.

5° *Noir de primuline.* Ces noirs de Guinon, Picard et Jay, de Saint-Pons (Rhône), sont produits avec fonds de primuline et trois nuances superposées sur fibres par trois diazotations successives suivies chacune de la réaction avec un développeur convenablement choisi. Ce noir serait donc un dérivé trisazoïque en même temps qu'un dérivé thionique. La polychromine B permet d'arriver plus vite et plus économiquement à la production d'un noir et l'on n'aurait qu'un disazo ou un dérivé tétrazoïque.

Noir Monnet, de La Plaine. Il s'obtient par une oxydation ménagée d'un mélange de paraphénylène diamine et d'aniline. Il a beaucoup d'analogie avec le noir d'aniline et comme lui se forme sur la fibre même; il a l'avantage de ne pas décharger au frottement.

Noir d'aniline. L'aniline forme-t-elle un ou plusieurs *noirs?* et quelle est leur constitution? Telle est la question posée par M. Emile Roussel, depuis plusieurs années, comme question de concours à la Société industrielle du Nord de la France. En attendant une solution définitive, nous exprimerons les diverses opinions des chimistes. L'analyse élémentaire a donné pour formule la plus simple C^6H^5Az, mais ce qui est évident et qui est admis par tous c'est que la vraie formule est un polymère de C^6H^5Az représenté par $(C^6H^5Az)^n$. La valeur qui doit être attribuée à *n* dans cette formule dépend du poids moléculaire et jusqu'à ce jour il n'a pas été possible de le déterminer, le noir d'aniline chimiquement pur ou l'un de ses sels, parfaitement cristallisé, n'ayant pu encore être obtenu avec certitude. D'après les analyses faites sur divers noirs produits par la réaction sur l'aniline de divers oxydants : vanadate d'ammoniaque, sulfate de cuivre, chlorate de potasse, M. Kayser admet pour la formule de ces noirs $(C^6H^5Az)^2$ ce qui ferait de ce noir d'aniline un isomère de l'azobenzol $C^6H^5Az=AzC^6H^5$. M. Nietzki admet que le noir d'aniline est représenté par $C^{18}H^{15}Az^3$ ou $(C^6H^5Az)^3$. Le noir serait alors isomérique avec le *bleu d'azodiphényle* et

avec la *violaniline*. L'étude de la base du noir électrolytique de Goppelsrœder a conduit ce chimiste à la formule $C^{24}H^{20}Az^4$ ou $(C^6H^5Az)^4$. Enfin l'étude du dérivé phénylé de la base du noir porterait plutôt à admettre pour la formule $C^{30}H^{25}Az^5$ ou $(C^6H^5Az)^5$.

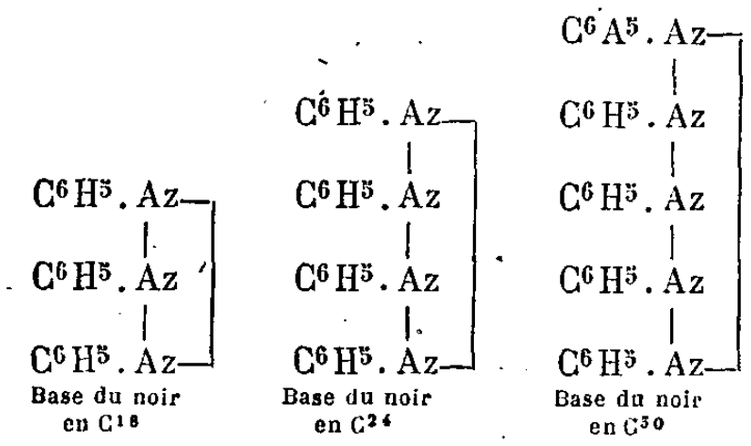
La question reste donc encore indécise, mais les deux dernières formules en C^{24} et en C^{30} sont celles qui réunissent le plus grand nombre de suffrages. Elles rendent compte aussi des produits qui résultent du dédoublement du noir d'aniline sous l'influence de l'hydrogène naissant; on obtient la diamidodiphénylamine et la paraphénylène diamine. Les équations suivantes traduisent ces réactions avec l'hydrogène naissant :

$$(A)\ C^{24}H^{20}Az^4 + 2H^2 = AzH(C^6H^4.AzH^2)^2 + AzH(C^6H^5)^2$$

$$(B)\ C^{24}H^{20}Az^4 + 4H^2 = 2C^6H^4(AzH^2)^2 + 2C^6H^6$$

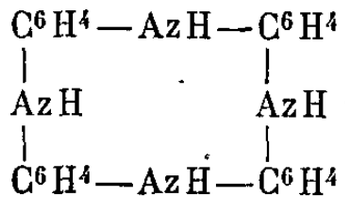
$$(C)\ C^{30}H^{25}Az^5 + 3H^2 = AzH(C^6H^4.AzH^2)^2 + C^6H^4(AzH^2)^2 + (C^6H^5)^2$$

Quelques auteurs ont représenté la base du noir d'aniline par les schémas suivants dans lesquels les restes des molécules d'aniline se saturent par les azotes :

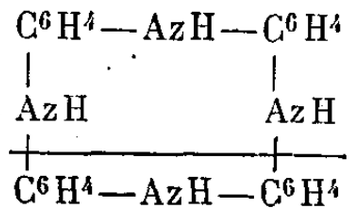


Base du noir en C^{18} — Base du noir en C^{24} — Base du noir en C^{30}

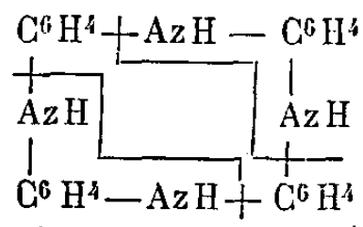
Goppelsrœder propose un schéma du noir d'aniline dans lequel les azotes et les carbones se saturent réciproquement :



Base du noir d'aniline



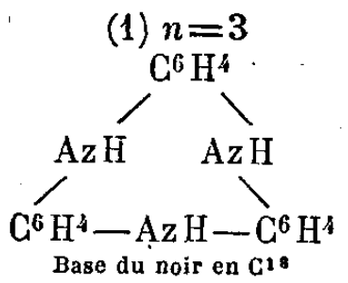
Ligne de rupture suivant l'équation (A) avec $2H^2$



Lignes de rupture suivant l'équation (B) avec $4H^2$

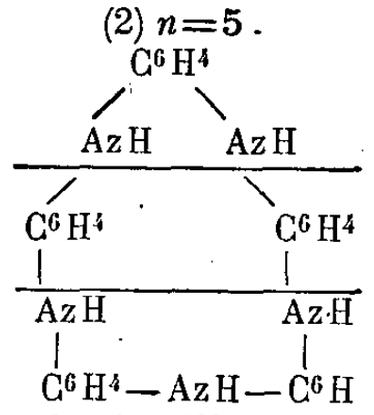
En admettant les formules en C^{18} ou en C^{30} on pourrait avoir :

(1) $n=3$



Base du noir en C^{18}

(2) $n=5$.



Base du noir en C^{30} avec les lignes de rupture suivant l'équation (C)

Telle est l'obscurité qui enveloppe encore la formule de constitution et même la formule brute du noir d'aniline. Dans ces conditions il n'est pas possible de déterminer sûrement l'équation chimique de formation du noir d'aniline. On a pourtant proposé le dosage moléculaire suivant qui nous ramènerait au noir de Goppelsrœder :

$$12\underset{\text{Chlorhydrate d'aniline}}{C^6H^5.AzH^2.HCl} + 4\underset{\text{Chlorate de potasse}}{ClO^3K} = 3\underset{\text{Noir d'aniline}}{C^{24}H^{20}Az^4.HCl} + 4KCl + 12H^2O + 9HCl$$

Cette équation ne nous donne que le résultat brut et final de la réaction oxydante sur l'aniline. On peut tenter de se faire une idée des transformations successives qui s'accomplissent, ou des phases intermédiaires par lesquelles l'expérience elle-même montre que l'on passe dans la formation sur fibre du noir d'aniline. Ces phases diverses seraient avec des quantités successivement croissantes d'oxygène : l'hydrazobenzol, et un dérivé, l'éméraldine, la nigraniline, le noir d'aniline relativement inverdissable.

Les équations suivantes traduiraient ces transformations successives :

$$\left.\begin{matrix}C^6H^5.AzH^2\\C^6H^5.AzH^2\end{matrix}\right\} + O = \left.\begin{matrix}C^6H^5.AzH\\C^6H^5.AzH\end{matrix}\right\} + H^2O$$

2 molécules d'aniline — 1 molécule d'hydrazobenzol

$$\left.\begin{matrix}C^6H^5.AzH\\C^6H^5.AzH\\C^6H^5.AzH\\C^6H^5.AzH\end{matrix}\right\} + O = \left.\begin{matrix}C^6H^5.AzH\\C^6H^5.Az\\C^6H^5.Az\\C^6H^5.AzH\end{matrix}\right\} + H^2O$$

2 molécules d'hydrazobenzol — 1 molécule de bihydrazobenzol

$$\left.\begin{matrix}C^6H^5.AzH & HAz.C^6H^5\\C^6H^5.Az & Az.C^6H^5\\C^6H^5.Az & Az.C^6H^5\\C^6H^5.AzH & HAz.C^6H^5\end{matrix}\right\} + O = \left.\begin{matrix}C^6H^5.AzH & HAz.C^6H^5\\C^6H^5.Az & Az.C^6H^5\\C^6H^5.Az & Az.C^6H^5\\C^6H^5.Az & Az.C^6H^5\end{matrix}\right\} + H^2O$$

2 molécules de bihydrazobenzol — 1 molécule d'éméraldine

$$\left.\begin{matrix}C^6H^5.AzH & HAz.C^6H^5\\C^6H^5.Az & Az.C^6H^5\\C^6H^5.Az & Az.C^6H^5\\C^6H^5.Az & Az.C^6H^5\end{matrix}\right\} + O = \left.\begin{matrix}C^6H^5.Az & Az.C^6H^5\\C^6H^5.Az & Az.C^6H^5\\C^6H^5.Az & Az.C^6H^5\\C^6H^5.Az & Az.C^6H^5\end{matrix}\right\} + H^2O$$

1 molécule d'éméraldine — 1 molécule de nigraniline ou noir verdissable

$$\begin{matrix} C^6H^5.Az > \\ C^6H^5.Az > \\ C^6H^5.Az > \\ C^6H^5.Az > \end{matrix} \begin{matrix} - \\ \\ \\ - \end{matrix} < \begin{matrix} Az.C^6H^5 \\ Az.C^6H^5 \\ Az.C^6H^5 \\ Az.C^6H^5 \end{matrix} + O^2 = \begin{matrix} C^6H^5.Az > \\ C^6H^5.Az > \\ C^6H^5.Az > \\ C^6H^5.Az > \end{matrix} O + O < \begin{matrix} Az.C^6H^5 \\ Az.C^6H^5 \\ Az.C^6H^5 \\ Az.C^6H^5 \end{matrix}$$

1 molécule de noir verdissable — *2 molécules de noir inverdissable ou vrai noir d'aniline*

C'est ainsi que l'on s'expliquerait ces teintes vertes plus ou moins foncées par lesquelles on passe avant d'arriver au noir et la nécessité d'une suroxydation, se faisant tout d'un trait avec les oxydations précédentes ou constituant une opération distincte, pour transformer le premier noir obtenu verdissable en un noir relativement inverdissable.

Pour la teinture en noir d'aniline et les procédés Grawitz, V. TEINTURE.

* **NORD** (Chemin de fer du). Indépendamment des renseignements complémentaires, donnés pour l'Est et le Midi, et destinés à mettre la statistique au courant, nous avons cru devoir ajouter, pour la Compagnie du Nord, une situation complète des lignes d'intérêt général ou d'intérêt local de cette région, concédées, en exploitation ou à construire. En effet, cette Compagnie a inauguré un régime dont le but est de tirer de la loi du 11 juin 1880 tous les résultats qu'on était en droit d'en attendre : dans un grand nombre de départements, cette loi est restée sans application à cause de l'insuffisance des moyens d'actions, à cause de la suspicion plus ou moins légitime que l'on pouvait concevoir à l'égard des demandeurs en concession ; beaucoup de conseils généraux, tardivement éclairés par les mésaventures passées hésitaient, non sans motif, à engager leur garantie sur des bases chancelantes ; beaucoup d'entrepreneurs, effrayés par les exigences des cahiers des charges qu'on prétendait leur imposer et par la sévérité des conditions financières de la concession, renonçaient à poursuivre la réalisation de projets dont l'exécution eût cependant profité au développement de la richesse de la contrée.

En prêtant à ces derniers l'appui moral de son concours, la Compagnie du Nord a permis aux départements qu'elle dessert, de compléter leur réseau par un grand nombre de petites lignes à voie étroite, appropriées au trafic modeste qu'il s'agissait de recueillir, et venant, comme des affluents, déverser ce trafic à certaines gares de ses propres lignes. Le système que cette Compagnie a appliqué, soit avec la Société générale des chemins de fer économiques, soit avec les chemins de fer du Cambrésis, soit avec d'autres petites sociétés, consiste : 1° à leur consentir des avances pécuniaires, gagées par la garantie départementale et par les recettes nettes de l'exploitation, et permettant au concessionnaire de la ligne de se procurer à un taux raisonnable, le capital nécessaire à la construction de la ligne ; 2° à s'intéresser à l'entreprise en participant à la souscription du capital-actions ; 3° à favoriser le développement du trafic en accordant à la petite ligne une subvention par tête de voyageur amené ; 4° enfin, en facilitant le service d'exploitation de la petite ligne par un ensemble de mesures relatives, soit à la communauté des gares, soit à l'usage de certains trains communs à quatre rails, etc.

On compte déjà, dans la région du Nord, 340 kilomètres à voie étroite et l'on en construit à peu près autant ; ce sera le véritable réseau cantonal, et loin d'en souffrir, les recettes de la grande ligne ne pourront qu'en être améliorées, tandis que ses dépenses d'exploitation tendront plutôt à diminuer. L'exemple est donc à suivre et c'est à ce titre qu'il convenait de le signaler aux lecteurs du *Dictionnaire*.

Principaux renseignements techniques. Au 31 décembre 1886, le réseau d'intérêt général de la Compagnie du Nord comptait 3,492k,5, dont 1,808k,8 à double voie et 1,683k,7 à une voie unique.

A la même époque, les conditions techniques d'établissement du réseau étaient les suivantes :

La longueur kilométrique de voie en alignement droit était de 66,4 0/0 de la longueur totale, la longueur en courbes égales ou supérieures à 500 mètres de rayon était de 31,4 0/0 et celle des courbes inférieures à 500 mètres de 2,2 0/0 seulement ; le rayon minimum des courbes était de 275 mètres. En ce qui concerne le profil des voies, 25,5 0/0 seulement de la longueur totale était en palier, 42,8 0/0 en déclivités inférieures ou égales à 0,005 millimètres par mètre, et 31 0/0 en déclivités supérieures à 0,005 millimètres par mètre. Enfin, 427 kilomètres avaient une déclivité comprise entre 0,010 et 0,020 millimètres par mètre.

Les passages à niveau étaient au nombre de 3,230, le

Désignation des véhicules		Totaux partiels	Totaux génér.	Moyenne par kilomètre exploité
Matériel des trains de voyageurs — Locomotives	à roues indépendantes	24		
	à deux essieux couplés	446		
	à trois essieux couplés	477		
	de gare à trois essieux couplés	114	1.596	0.44
	à quatre essieux couplés	535		
Voitures	de cérémonie	2		
	salons	9		
	de 1re classe	756		
	mixtes	143	3.063	0.85
	mixtes-tramways	54		
	de 2e classe	858		
	de 3e classe	1.241		
Vag. et trucks	vagons à bagages	1.246		
	trucks à équipages	48		
	vagons écuries	208		
	— à lait	50	1.663	0.46
	— poste	61		
	— à fruits	50		
Vagons à marchandises	à 12 tonnes	1.025		
	à bois et de raccordement	1.533		
	à pierres	1.150		
	à bestiaux	1.750		
	fermés	7.956		
	à poissons	90		
	plates-formes	4.139		
	tombereaux	19.354		
	à marchandises à faîtage	4.870		
	à coke	2.150		
	plats, 10 et 15 tonnes pour transport de rails	1.040	45.800	12.74
	spéciaux pour transport de chaudières, gros tubes, dames jeannes ; 20 tonnes plaques tournantes et engrenages	45		
	à deux trains	19		
	à sable	625		
	de secours	53		
	citerne	1		
	Total général		52.122	

nombre des passages sous rails pour routes ou chemins était de 990, celui des passages sur rails de 458 : 98 viaducs pour la traversée des cours d'eau avaient une longueur de plus de 20 mètres, formant un développement total de 5,716m,94; le nombre des aqueducs ou ponceaux présentant une largeur égale ou inférieure à 5 mètres était de 3,762, d'un développement total de 6,653m,30; les viaducs de plus de 10 mètres de hauteur moyenne étaient au nombre de 14 formant une longueur totale de 2,519m,08, dont le prix de construction a été de 2,329 fr. par mètre courant; enfin, les souterrains, au nombre de 16, avaient un développement de 9,343m,84 et ont coûté environ 970 francs par mètre courant.

Au point de vue de l'exploitation, il y a lieu de signaler qu'au 31 décembre 1889, 971k,5 de lignes à voie double et 4k,5 à voie unique étaient munies du block-system et que tout l'ensemble du réseau était déjà pourvu de cloches électriques d'annonce.

L'effectif du matériel roulant de la Compagnie du Nord, au 31 décembre 1889, est donné par le tableau de la page 1142.

Principaux résultats statistiques de l'exploitation pendant l'année 1889. Résultats comparés de l'exploitation des années 1888 et 1889 :

La gare de Paris a fait à elle seule, pendant l'année 1889, une recette (impôt déduit) de 22,644,713 fr. 26 présentant un supplément de recettes de 5,724,926 fr. 04 sur l'année précédente (16,919,787 fr. 22 en 1888); viennent ensuite : Jeumont, avec une recette de 11 millions 313,387 fr. 59; Dunkerque, avec 6,188,928 fr. 76; Lens, avec 5,955,721 fr. 40, et la gare de La Chapelle, avec 5,677,060 fr. 46. 31 gares suivent avec un trafic annuel variant de 5 millions à 1 million de francs de produits; les 181 gares suivantes accusent encore une recette supérieure à 100,000 francs; enfin, il faut descendre jusqu'à la 561e gare pour trouver un trafic inférieur à 10,000 francs sur un total de 663 gares ouvertes pendant tout le courant de l'année 1889.

Les profits résultant pour l'Etat, de l'exploitation du chemin de fer du Nord se sont élevés, pendant l'année 1889, à 40,001,528 fr. 68, soit 28,011,356 fr. 97 d'impôts, et 11,990,171 fr. 17 provenant des transports gratuits ou à prix réduits faits par la Compagnie au bénéfice de l'Etat.

Le bilan de la Compagnie du chemin de fer du Nord, au 31 décembre 1889 peut se résumer ainsi :

Actif.

Compte de premier établissement . .	1.361.316.489 31
Domaine de la Compagnie.	18.614.831 »
Caisse et portefeuille.	34.477.734 37
Débiteurs divers.	14.981.788 07
Total de l'actif	1.429.390.842 75

Passif.

Actions	231.875.000 »
Emprunts.	1.083.703.930 »
Capitalisations	8.000.000 »
Réserves.	25.097.442 76
Cautionnements.	7.452.752 51
Intérêts, dividendes et amortissements.	50.692.480 21
Créditeurs divers.	22.569.237 27
Total du passif.	1.429.390.842 75

Notons enfin que le total des dépenses de premier établissement faites au 31 décembre 1889 s'élevait à 1,275,145,491 fr. 05.

Désignation des articles		1888	1889	Différence en faveur de 1889
Longrs des lignes exploitées	Lignes à double voie. .	1.837 k.	1.854 k.	+ 17 k.
	Lignes à voie unique. .	1.753	1.739 (A)	— 14 (A)
Longueur totale exploitée.		3.590 k.	3.593 k.	+ 3 k.
Longueur moyenne exploitée		3.522	3.591	+ 69
Nombre de stations		648 s.	652 s.	+ 4 s.
Recettes totales. Ensemble des lignes exploitées (impôt déduit)	Voyageurs.	50.023.623 f. 67	61.346.856 f. 65	+ 11.323.232 f. 98
	Grande vitesse.. . . .	12.608.991 68	12.696.962 98	+ 87.971 30
	Petite vitesse	106.451.004 74	113.297.258 59	+ 6.846.253 85
	Produits divers de l'administration centrale.	2.286.796 26	3.944.169 05	+ 1.657.272 79
Totaux.		171.370.416 35	191.285.247 27	+ 19.914.830 92
Dépenses totales.		77.780.090 43	91.846.729 85	+ 14.066.639 42
Excédent net.		93.590.325 92	99.538.517 42	+ 5.848.191 50
Recette kilométrique.		48.657 fr.	53.268 fr.	+ 4.611 fr.
Dépense kilométrique.		22.084 fr.	25.521 fr.	+ 3.437 fr.
Rapport de la dépense à la recette		45 0/0	48 0/0	+ 3 0/0
Parcours kilométrique des trains.		38.071.305 k.	41.365.010 k.	+ 3.293.705 k.
Recette par train kilométrique		4 f. 50	4 f. 62	+ 0 f. 12
Dépense par train kilométrique.		2 04	2 22	+ 0 18
Produit par train kilométrique		2 46	2 40	— 0 06
Nombre de voyageurs transportés.		30.586.252 v.	33.453.232 v.	+ 2.866.980 v.
Nombre de voyag. transportés à 1 kilomètre		1.146.522.948	1.378.446.556	+ 231.923.608
Parcours moyen d'un voyageur.		37 k.	41 k.	+ 4 k.
Produit moyen d'un voyageur.		1 f. 64	1 f. 83	+ 0 f. 19
Nombre de tonnes transportées.		20.377.442 t.	22.209.293 t.	+ 1.831.851 t.
Nombre de tonnes transportées à 1 kilom..		2.099.680.521	2.255.666.015	+ 155.985.494
Parcours moyen d'une tonne.		103 k.	101 k.	— 2 k.
Produit moyen d'une tonne.		5 f. 07	4 f. 93	— 0 f. 14

(A) Cette différence provient du fait de la pose de la seconde voie sur la ligne d'Ermont à Valmondois (longueur 14 kilomètres).

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1890, DES LIGNES SECONDAIRES D'INTÉRÊT GÉNÉRAL ET DES LIGNES D'INTÉRÊT LOCAL, A VOIE NORMALE OU A VOIE ÉTROITE COMPRISES ENTRE OU RATTACHÉES AUX LIGNES DU RÉSEAU DE LA COMPAGNIE DU NORD.

I. *Lignes en exploitation.*

Désignation des Compagnies ou des concessionnaires	Désignation des lignes	Départements traversés	Longueurs	Dates de la mise en exploitation	Nombre de stations ouvertes par lignes	Noms de gares de contact ou de transbordement situées sur les lignes du réseau du Nord	Nombre moyen par jour de trains de voyag. circulant dans chaq. sens	Observations
A. LIGNES D'INTÉRÊT GÉNÉRAL.								
Compagnie des mines d'Anzin	Somain à Anzin et à la frontière (Somain à Péruvelz)	Nord	37 k.	1er juin et 9 août 1874 (A).	11 s.	Somain et Fresnes	7 t.	(A) La section de Somain à Anzin était ouverte au service des mines dès l'année 1848
Compagnie des glaces de St-Gobain	Chauny à Saint-Gobain	Aisne	15	2 janvier 1861	4	Chauny	3	(B) A partir du service d'été 1891, tous les trains de cette ligne seront en relation directe avec Paris.
Compagnie Belge de la Flandre occidentale	Hazebrouck à la frontière (Hazebrouck à Ypres)	Nord	15	10 juin 1870	2	Hazebrouck	5	
Chemin de fer d'Enghien à Montmorency	Enghien à Montmorency	Seine-et-Oise	3	1er juillet 1866	2	Enghien	25 (B)	
Totaux pour les lignes d'intérêt général			70 k.		29 s.		40 t.	
B. CHEMINS DE FER INDUSTRIELS OUVERTS AU SERVICE DES VOYAGEURS ET DES MARCHANDISES.								
Comp. des mines de Carvin	Carvin (ville) à Libercourt	Pas-de-Calais	5 k.	11 avril 1864	»	Carvin (ville), Libercourt	5 t.	
Comp. des mines de Lens	Vendin-le-Vieil à Violaines	Pas-de-Calais	10	29 juillet 1883	3 s.	Pont-à-Vendin, Violaines	4	
Totaux pour les chemins industriels			15 k.		3 s.		9 t.	
C. LIGNES D'INTÉRÊT LOCAL. — a) *Lignes à voie normale.*								
Comp. du chemin de fer d'Achiet à Bapaume	Achiet à Bapaume et à Marcoing	Nord et Pas-de-Calais	31 k.	10 mars 1878 (C)	9 s.	Achiet, Marcoing	5 t.	(C) La section d'Achiet à Bapaume était ouverte dès le 8 mai 1871.
Comp. du chemin de fer de St-Quentin à Guise	St-Quentin à Guise	Aisne	40	15 avril et 2 octobre 1874	13	Saint-Quentin	5	
Comp. du chemin de fer de Boisleux à Marquion	Boisleux à Marquion	Pas-de-Calais	26	21 janvier et 1er juin 1878, 5 juin 1880	8	Boisleux	4	
Comp. du ch. de fer de Vélu-Bertincourt à St-Quentin	Vélu-Bertincourt à Saint-Quentin	Aisne, Pas-de-Calais, Somme	52	14 octobre 1879, 1er février et 25 avril 1880	14	Epehy, Roisel et Saint-Quentin	6	
Comp. du ch. de fer de Crécy-sur-Serre à La Fère	Dercy-Mortiers à Versigny	Aisne	21	1er juillet et 1er décembre 1878, 20 septembre 1879	8	Dercy-Mortiers, Versigny et Pouilly-sur-Serre	4	
Totaux pour les lignes à voie normale			170 k.		52 s.		24 t.	
b) *Lignes à voie étroite.*								
Société générale des chemins de fer économiques	Valmondois à Epiais-Rhus	Seine-et-Oise. Réseau de la Somme.	13 k.	14 juin 1886	8 s.	Valmondois	5 t.	(D) La Société des chemins de fer économiques exploite la section de Noyelles à St-Valéry (gare), avec une moyenne de huit trains par jour dans chaque sens.
	Albert à Ham		75	28 mars et 28 octobre 1889	21	Albert, Péronne-Fl., Ham	4	
	Offoy à Ercheu		19	14 juillet 1890	7	Nesle	2	
	Albert à Montdidier		53	20 juin et 25 octobre 1889	16	Albert, Rosières, Montdidier	2	
	Doullens à Albert (sect. de Doullens à Beauquesne)		13	12 février 1889	2	Doullens, Gézaincourt (H)	2	
	Noyelles au Crotoy		7	1er juillet 1887	2	Noyelles	2	
	St-Valéry à Cayeux (D)		12	6 septembre 1887	3	St-Valéry (gare), Noyelles	3	
A reporter			192 k.		59 s.		20 t.	

I. *Lignes en exploitation* (Suite).

Désignation des Compagnies ou des concessionnaires	Désignation des lignes	Départements traversés	Longueurs	Dates de la mise en exploitation	Nombre de stations ouvertes par lignes	Noms de gares de contact ou de transbordement situées sur les lignes du réseau du Nord	Nombre moyen par jour de trains de voyag. circulant dans chaq. sens	Observations
	Report.		192 k.		59 s.		20 t.	
Compagnie du chemin de fer d'Anvin à Calais.	Anvin à Saint-Pierre-les-Calais	Pas-de-Calais. . .	94	1881-1882.	28	Anvin, Lumbres et Calais-les-Fontinettes.	8	
Compagnie du chemin de fer de Hermes à Beaumont. . .	Hermes à Beaumont-Persan.	Oise et Seine-et-O.	31	22 septemb. et 1er décemb. 1879, 10 mai 1880. . . .	10	Hermes, Beaumont-Persan.	4	
Société des chemins de fer du Cambrésis.	Denain au Catelet (sect. de Caudry (Cambrésis) au Catelet-Gouy. .	Aisne et Nord. . .	24	1887-1888.	8	Caudry (Nord).	3	
	Totaux pour les lignes à voie étroite.		341 k.		105 s.		35 t.	
	Totaux pour les lignes à voie normale		170		52		24	
	Totaux pour les lignes d'intérêt local.		511 k.		157 s.		59 t.	

II. *Lignes d'intérêt local concédées et déclarées d'utilité publique, en construction ou à construire.*

Désignation des Compagnies ou des concessionnaires	Désignation des lignes	Départements traversés	Longueurs	Date de la promulgation de la loi d'utilité publique	Nombre de stations prévues	Noms des gares de contact ou de transbordement situées sur le réseau du Nord où se rattacheront les lignes projetées	Observations
Société générale des chemins de fer économiques.	Epiais-Rhus à Marines.	Seine et Oise. . .	9 k.	1er août 1887.	3 s.		
	Abbeville à Dompierre-s.-Authie.	Réseau de la Somme.	31	17 janvier 1885.	8	Abbeville.	
	Amiens à Beaucamps-le-Vieux . .		48	17 janvier 1885.	9	Saint-Roch (près Amiens).	
	Doullens à Albert (section de Beauquesne à Albert).		29	17 janvier 1885.	9	Albert.	
	Noyelles à Forest-l'Abbaye		11	23 juillet 1889	3	Noyelles.	
Société des chemins de fer du Cambrésis.	Denain au Câtelet (section de Denain à Caudry-Cambrésis) . . .	Nord.	25	26 septembre 1882.	10	Denain, Saint-Aubert.	
Ancienne Comp. d'Estrées-St-Denis à Grandvilliers (A), M. Lambert, concessionn.	Saint-Quentin au Câtelet.	Aisne.	26	28 juillet 1885	6	Saint-Quentin.	
	Estrées-St-Denis à Froissy . . .	Oise.	43	4 août 1883	13	Estrées-St-Denis, St-Just.	(A) Par une loi en date du 23 juillet 1889, M. Lambert, ingénieur, à Paris, est substitué à l'ancienne Compagnie d'Estrées-St-Denis à Grandvilliers.
M. Lambert, ingénieur, à Paris, concessionnaire	Aire à Fruges, par ou près Thérouanne	Pas-de-Calais. . .	30	15 décembre 1889	9	Aire.	
	Rimeux-Gournay à Berck par ou près Montreuil-s.-Mer et Verton	Pas-de-Calais . . .	57	15 décembre 1889	16	Montreuil-s.-Mer, Verton.	
Comp. des ch. de fer économ. du Nord (rés. du Pas-d.-Cal.)	Lens à Frévent.	Pas-de-Calais . . .	54	12 août 1890	20	Lens, Aubigny, Frévent.	
	Totaux pour les lignes d'intérêt local.		363 k.		106 s.		

O

***OBOCK.** — V. Colonies françaises.

***ORANGÉS.** Pour les orangés *composés* (V. *Dictionnaire* et *Supplément*, Jaune, Rouge et Teinture). Pour les orangés *directs* (V. *Dictionnaire*, Orange). Nous n'aurons sur les colorants de cette nuance que quelques remarques.

La *chrysoïdine* est longuement décrite à *Colorantes* (Matières) (V. ce mot au *Dictionnaire*), la *tropéoline* O est la *chrysoïne*, nommée aussi jaune d'or, jaune T et jaune de *résorcine*, tandis que l'orangé III est la *tropéoline D* souvent confondue avec l'*hélianthine* et la *méthylorange*, ces deux derniers noms étant pour tous les chimistes de l'orange de diméthylaniline, la tropéoline D ou orangé 3 étant pour quelques chimistes l'azonitrobenzol-β naphtoldisulfonate de sodium

$$C^6H^4 < \begin{matrix} AzO^2 \\ Az=Az-C^{10}H^4 < \begin{matrix} (OH)\,\beta \\ (SO^3Na)^2 \end{matrix} \end{matrix}$$

la *tropéoline* Y est un colorant plutôt jaune que orange, formé en faisant réagir le diazo de l'acide sulfanilique et le phénol, l'*orange* G est obtenu avec le diazo de l'acide sulfanilique et le naphtol monosulfonate; l'*orangé jaune* avec le diazo benzol et le sel J, ce qui donne les deux formules isomériques

$$C^6H^4 < \begin{matrix} SO^3Na \\ Az=Az-C^{10}H^5 < \begin{matrix} OH \\ SO^3Na \end{matrix} \end{matrix}$$

et

$$C^6H^5Az=Az-C^{10}H^4 < \begin{matrix} OH\,(\beta) \\ (SO^3Na)^2 \end{matrix}$$

l'*orangé* I ou orangé de naphtol n° 1 ou tropéoline OOO n° 2 et l'*orangé* II ou orangé de naphtol n° 2 ou tropéoline OOO n° 1 ou mandarine ou chrysorcine ont été découverts par Roussin en 1875, et sont obtenus tous deux avec le même diazo de l'acide sulfanilique et les deux naphtols α et β en prenant α pour l'orangé I et β pour l'orangé II ; la *tropéoline* OO est l'orangé IV ou jaune de diphénylamine ; la *tropéoline* OOOO, souvent confondue avec la *roccelline* (V. Rouge), ou tel écarlate ou orselline est, à proprement parler, l'*azococcine* G, elle est formée avec le diazobenzol et le naphtol mono sulfonate de sodium NW.

L'*orangé d'anthracène* est le diamidoanthraquinone; l'*orangé d'alizarine* est la monitroalizarine, dont on connaît deux isomères, la nitroalizarine anglaise ou de Perkin et la nitroalizarine française ou de Rosenstiehl, cette dernière a sa molécule nitrée en position consécutive avec les deux oxhydryles et se prête à la fabrication du bleu d'anthracène et à la reproduction, par oxydation, de la purpurine naturelle ; l'*orangé d'aniline* ou orangé Victoria est le jaune anglais ou jaune Victoria (V. Jaune) ; l'*orangé* R ou orangé T est l'homologue immédiatement supérieur de l'orangé II et est obtenu avec le β-naphtol et le diazo de l'acide ortho ou paratoluidine sulfonique ; l'*orangé* NI s'obtient avec le même diazo et la diphénylamine au lieu du β-naphtol ; l'*orangé* RR est l'homologue supérieur de l'orangé R et s'obtient de la même manière en remplaçant le diazo de la toluidine sulfonée par le diazo de la xylidine sulfonée ; l'*orangé de crocéine* est un mélange de jaune et d'écarlate de crocéine, le jaune de crocéine étant du β-naphtol-β-sulfonate de sodium mononitré et l'écarlate de crocéine étant un tétrazo obtenu avec le diazo de l'amidoazobenzolsulfonique et le β-naphtol monosulfonate de sodium ; l'*orangé de Hepp* est l'isomère de l'orangé IV en remplaçant l'acide sulfanilique ordinaire ou para par l'acide métasulfanilique ; l'*orangé mikado* s'obtient par l'acide paranitrotoluénesulfonique et l'acide pyrogallique ou gallique ou tannique ; l'*orangé ou jaune d'Orient* est la binitrofluorescéine ; l'*orangé de salicyle* est le dérivé binitré comme le jaune de salicyle est le dérivé mononitré du sel de sodium de l'acide salicylique monobromé.

Parmi ces nombreux orangés les plus importants sont l'orangé I, l'orangé II, l'orangé IV formés avec le diazo de l'acide parasulfanilique

$$C^6H^4 < \begin{matrix} SO^3H\,(1) \\ AzH^2\,(4) \end{matrix}.$$

Cet acide est d'abord dissous dans la soude et devient sulfanilate de soude

$$C^6H^4 < \begin{matrix} SO^3Na \\ AzH^2 \end{matrix},$$

par la diazotation on a d'après l'équation chimique

$$C^6H^4 < \begin{matrix} SO^3Na \\ AzH^2. \end{matrix} + HCl + AzO^2H$$

Sulfanilate de sodium

$$= C^6H^4 \begin{matrix} SO^3 \\ \diagup \quad \diagdown \\ Az = Az \end{matrix} + 2H^2O + NaCl$$

Diazo de l'acide sulfanilique

en ajoutant le développeur, l'α-naphtol par exemple, on a :

$$C^6H^4 \begin{matrix} SO^3 \\ \diagup \quad \diagdown \\ Az = Az \end{matrix} + C^{10}H^7.ONa$$

$$= C^6H^4 < \begin{matrix} SO^3Na \\ Az = Az — C^{10}H^6.O^2H \end{matrix} \text{ (orangé I)}$$

Cette théorie de la diazotation de l'acide sulfanilique et de la condensation du diazo avec les phénols s'applique aux autres amines sulfoniques comme l'acide naphtionique, l'acide sulfotoluique

$$CH^3 — C^6H^3 < \begin{matrix} SO^3H \\ AzH^2 \end{matrix},$$

l'acide sulfoxylidique

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} > C^6H^2 < \begin{matrix} SO^3H \\ AzH^2 \end{matrix}.$$

Pour l'emploi de ces colorants, V. *Dictionnaire* et *Supplément*, TEINTURE. — V.

• * **ORGUES ÉLECTRO-PNEUMATIQUES.** L'idée de l'emploi de l'électricité pour remplacer le mécanisme ordinaire des orgues n'est pas nouvelle et paraît remonter, d'après l'abbé Ply, au siècle dernier, mais les premiers essais n'ont été faits à Paris qu'en 1867, à l'église Saint-Augustin, par l'anglais Barker, le célèbre inventeur du levier pneumatique. Ces essais n'ont pas donné de bons résultats et n'amenèrent pas un progrès ni même un changement dans la facture des orgues.

Dans ces dernières années, MM. Schmœle et Mols, de Philadelphie, ont résolu le problème au moyen d'un système électro-pneumatique, basé sur l'association de l'électricité et de l'air comprimé comme agents dynamiques. Ce système a été importé en France et perfectionné par la maison Merklin, de Paris, qui l'applique avec succès depuis plusieurs années et qui en a fait des installations dans un grand nombre d'églises.

Comme force électro-motrice, on emploie une batterie de quelques éléments dont la durée peut être de plusieurs années, et dont la dépense d'entretien est insignifiante.

On peut résumer en quelques mots les avantages que comporte la manœuvre électro-pneumatique des orgues au point de vue de la musique d'église. Le même organiste, jouant au clavier de l'orgue du chœur, peut faire parler les grandes orgues de la tribune, alternativement ou simultanément ; de même, il peut en jouant au clavier de l'orgue de la tribune, actionner l'orgue du chœur. S'il y avait trois ou quatre claviers et trois ou quatre orgues, au lieu de deux, l'organiste pourrait de l'un quelconque des claviers commander à tous les instruments à sa guise. Ajoutons que le prix d'installation du nouveau système est sensiblement le même, pour de grands instruments, que celui du système essentiellement mécanique.

On peut se rendre compte sommairement de la supériorité du système électro-pneumatique sur la transmission mécanique, en se rappelant que le fonctionnement de l'orgue se divise en deux parties distinctes : d'abord la manœuvre de la soufflerie, qui consiste à envoyer de l'air dans les tuyaux, et ensuite le jeu de l'organiste. Celui-ci, au moyen des touches du clavier et du pédalier, actionne les notes des gammes de l'orgue. Au moyen des boutons de registres, il actionne les jeux, c'est-à-dire les divers instruments de musique imités par l'orgue, soit ensemble, soit séparément.

Dans l'ancien système, entièrement mécanique, la manœuvre est forcément limitée à de courtes distances, par la raison que la main ou le doigt de l'organiste est d'une puissance très faible. Dans le système électro-pneumatique, l'organiste n'a d'autre effort à exercer que de basculer la note comme pour le piano, puisque la transmission se fait à toute distance sans effort, en franchissant ou en contournant les obstacles au moyen du fil électrique.

C'est grâce à l'instantanéité de la communication et à la souplesse du mode de transmission du nouveau système qu'on a pu installer en 1889, à l'église Sainte-Clotilde, de Paris, un orgue de chœur ; ce qui était impossible auparavant à cause de l'exiguité de l'emplacement. Dans cette église, l'installation comporte quatre parties : le clavier est dans les stalles du chœur, la soufflerie est derrière le maître-autel, et les jeux, séparés en deux groupes, sont placés à droite et à gauche de l'autel, au-dessus des grilles d'entrée du chœur.

D'autres dispositions se présentent fréquemment : par exemple, dans une église, un orgue de chœur ou de tribune existe et l'on veut compléter l'installation par un second instrument. L'orgue existant est-il construit d'après l'ancien système et veut-on lui adjoindre un nouvel orgue en n'employant qu'un seul organiste? Rien n'est plus simple : on construit le second orgue d'après le système électrique, et l'on modifie de telle sorte la console du premier orgue, que cette console serve à donner le mouvement à l'orgue ancien au moyen des transmissions mécaniques habituelles et au nouveau à l'aide des transmissions électro-pneumatiques. Ce cas s'est présenté à l'église de Saint-Jacques-du-Haut-Pas, à Paris, où les anciennes orgues ont été transformées. La console des orgues du chœur a été transformée de manière à donner le mouvement aux trois instruments à la fois ou isolément au gré de l'organiste. L'orgue de tribune a également sa

console spéciale pour les cas où cet instrument est appelé à fonctionner seul.

Se trouve-t-on en présence d'un instrument construit avec le système du mécanisme ordinaire, mais dont la composition est trouvée incomplète et est restée limitée à cause du défaut d'espace ? Le nouveau système offre la solution désirée. On conserve les parties existantes telles qu'elles, et l'on établit les nouvelles avec les transmissions électriques qui exigent peu de place. Telle a été la transformation de l'orgue de Saint-Bonaventure à Lyon, dans lequel se rencontre l'alliance des trois systèmes de facture : sur un premier clavier est le mécanisme ordinaire, sur un deuxième l'application du système pneumatique, et sur le troisième les transmissions électro-pneumatiques.

L'Exposition universelle de 1889 a fourni l'occasion d'une remarquable installation de ces grandioses instruments dans lesquels l'application du système électro-pneumatique à l'orgue est l'un des plus grands progrès accomplis dans la facture moderne. — L.-A. B.

****ORTHOCRROMATISME.** Ce mot, dérivé du grec, ορθος, droit, χρομος, couleur, sert à désigner un ensemble de procédés photographiques ayant pour objet le redressement des valeurs relatives à chacune des couleurs, ou mieux, la correction de l'effet inexact produit par les plaques ou couches sensibles *ordinaires*.

Les sels d'argent sensibles à la lumière sont : le chlorure, l'iodure et le bromure d'argent. Mais tous ces sels ne sont pas également sensibles aux rayons diversement colorés. Ils sont rapidement influencés par les violets et bleus, moins vite par les verts et jaunes, et avec beaucoup plus de lenteur par les orangés et rouges.

D'où il résulte qu'une couche de bromure d'argent, exposée à l'action des rayons des diverses couleurs ci-dessus désignées, ne reproduira pas, après le développement, des effets de luminosité semblables à ceux que perçoit l'œil en présence du même objet polychrome.

Les violets et bleus ont agi avec une trop grande activité par rapport aux verts, jaunes, orangés et rouges qui ont produit une action moins marquée ou nulle.

Pour corriger cette cause d'erreur, qui traduit par des parties d'ombre les endroits éclairés ou lumineux d'un tableau, on a recours à l'orthochromatisme.

Grâce à ce moyen, l'action des bleus et violets est tempérée, la sensibilité de la couche aux autres couleurs est augmentée et, finalement, on arrive, par la photographie, à un résultat analogue à celui qu'obtient un dessinateur quand il interprète en grisaille une œuvre polychrome.

Le principe de l'orthochromatisme (on a aussi désigné cette méthode par des mots équivalents d'isochromatisme et d'orthoscopie) repose sur la propriété qu'ont les sels haloïdes d'argent d'être surtout impressionnés plus activement par les rayons colorés qu'ils absorbent. Si, par exemple, on examine au spectroscope une matière colorante et qu'on s'aperçoive qu'elle absorbe les rayons jaunes du spectre solaire, il paraît probable que cette matière employée à teindre la couche sensible lui donnera la propriété d'absorber les rayons jaunes plus que ne le fait une plaque ordinaire et, en ce cas, les rayons jaunes produiront sur la plaque teinte un effet plus ou moins orthochromatique par rapport aux rayons de cette couleur : la plaque (ou couche sensible) aura été sensibilisée pour le jaune. On peut procéder de même pour le rouge. Quant aux rayons bleus et violets, doués d'un pouvoir actinique puissant, il est inutile de chercher à accroître la force de leur action, il faut, au contraire, chercher à la diminuer. On y arrive en interposant, entre la couche sensible et les rayons réfléchis, un milieu coloré en jaune, soit un écran pelliculaire ou une glace jaunes. Les couleurs jaune et jaune-orange ont la propriété d'éteindre les bleus. Il résulte naturellement de l'interposition d'un milieu de cette couleur que les bleus n'agissent qu'avec plus de modération, tandis que sont devenus plus actifs les jaunes, verts et rouges, et ainsi se trouve corrigée, redressée la gamme des tons.

Les principales substances ou matières colorantes dont il est fait actuellement usage dans les préparations orthochromatiques sont des couleurs extraites du goudron de houille. Les éosines, la cyanine, le méthyle violet, la rhodamine, le vert malachite, etc.

On les emploie à des doses infinitésimales, 1 pour 10,000. Il suffit qu'une plaque ordinaire soit plongée dans une dissolution aqueuse d'une de ces couleurs, à raison de 1 gramme de la couleur pour 10 litres d'eau, pour lui donner la propriété orthochromatique. L'éosine, l'érythrosine, la rhodamine sont plus spécialement propres à la sensibilisation pour le jaune, tandis que pour le rouge, on fait usage de la cyanine, du méthyle violet et du vert malachite.

La chlorophylle (matière verte des feuilles) est aussi un excellent sensibilisateur pour le rouge.

On peut employer ces matières colorantes de deux façons, soit en plongeant les couches sensibles dans un bain formé d'une dissolution de la couleur, soit en mettant la couleur dans le collodion ou l'émulsion servant à préparer les plaques sensibles. Les photographes, malheureusement, ne font pas encore un usage constant de ce moyen plus parfait d'arriver à un rendu aussi complet que possible, mais ce n'est là qu'une question de temps, un jour viendra où il n'existera plus de préparations photographiques sensibles qui ne soient orthochromatiques, sauf pour les cas où il n'y a à reproduire que des objets monochromes ou bien noirs et blancs.

Il serait trop long d'entrer ici dans le détail des préparations, mais on le trouvera dans des publications spéciales, notamment dans le *Traité de Vogel*, ayant pour titre : *De la photographie des objets colorés, avec leurs valeurs réelles ;* dans le *Manuel pratique d'orthochromatisme*, de M. Léon Vidal (librairie Gauthier-Villars). — V. Photographie pour des détails complémentaires. — L. V.

OUDINÉ (EUGÈNE-ANDRÉ). Sculpteur et graveur en médailles, était né à Paris, en 1810. Il fut d'abord élève de Galle, puis d'Ingres et de Petitot; il remporta, en 1831, le grand prix de Rome. Au Salon de 1837, il envoya le *Gladiateur blessé*, puis *la Vierge et l'Enfant Jésus*, le *Général Espagne*, marbre pour l'Hôtel des Invalides (1842), la *Charité* (1843), actuellement au musée du Puy; une *Vierge avec l'Enfant*, pour l'église Saint-Gervais (1845); la *Reine Berthe*, pour le jardin du Luxembourg; *Psyché*, marbre, au musée du Hâvre; *Bethsabée*, pour le Louvre; d'autres *Vierges* encore, pour l'église de Tournemire, pour l'église Saint-Ambroise et pour Saint-Eustache; *Ave Maria*, bas-relief en marbre (1859); un *Gladiateur* (1865); le *Bonheur vrai* (1868). En outre, sculpteur chargé de commandes officielles, Oudiné a encore donné : *Louis VIII*, au musée de Versailles; les *Quatre Evangélistes*, pour Saint-Gervais; *la Loi, la Sécurité et la Justice*, à l'Hôtel du Timbre; le *Baptême de Clovis* et le *Martyre de Sainte-Valère*, à l'église Sainte-Clotilde; *Buffon*, au Louvre; *Saint-Landry*, à la tour de Saint-Germain-l'Auxerrois; *Daphnis et Hébé*, aux Tuileries (1866); nous pouvons encore citer un grand nombre de bustes, notamment ceux de Galle son beau-père et son maître; de Thomas, du duc de Richelieu, de Boissieu, Perségol, Hippolyte Flandrin, Pillaut, etc. Artiste épris de l'antiquité, Oudiné a donné à ses figures et à ses draperies une pureté de lignes inspirée des Grecs; ses œuvres dénotent une grande élévation de pensée et un sentiment parfait de l'idéal.

Mais où nous trouvons Oudiné incomparable et en pleine possession de son talent, c'est dans la gravure en médailles. Nombreux furent les coins officiels qu'il exécuta au cours de sa longue carrière et il nous est difficile de faire un choix. Rappelons, cependant, parmi les plus connues et les meilleures, tout d'abord les monnaies de la République de 1848; puis l'*Amnistie*, deux médailles commémoratives du *duc d'Orléans*, une autre de la colonne de Boulogne, le général *Boinot, Dumont d'Urville*, *Cérès* (1845), *Berthollet*, la médaille de la Société des architectes (1848), les médailles commémoratives de la République (1850), du Deux décembre (1851), de l'inauguration du tombeau de Napoléon Ier (1853), de l'Exposition universelle (1855), de l'avénement de Napoléon III, de la cathédrale de Marseille (1859), de l'annexion de la Savoie à la France, du voyage de leurs Majestés à Reims, des préliminaires de Villafranca (1863), de l'*Apothéose de Napoléon Ier*, d'après le plafond d'Ingres (1870), puis encore des médailles pour la Compagnie l'Universelle, la Société des naufrages, le Ministère de l'Agriculture, le Conseil municipal de Paris, etc. Dans le même genre, on lui doit quatre médaillons, notamment Lacave-Laplagne, Horace Vernet, Bugeaud, le prince Napoléon, Gatteaux, son fils, Ingres, le général Poncelet, Mignet, etc.

Médaillé en 1837, 1848, 1839, 1843, 1855 (Exposition universelle, 1re classe). Oudiné était chevalier de la Légion d'honneur depuis 1857.

OUEST (Chemins de fer de l'). *Principaux renseignements statistiques.* Le 31 décembre 1886, les conditions d'établissement de la voie du réseau de l'Ouest étaient les suivantes :

Longueur du réseau.

Lignes à simple voie.	2.856k,2
Lignes à double voie.	1.509k,1
Longueur totale du réseau. . . .	4.365k,3

Tracé en plan de la voie.

	Longueurs	Proportions
	kilomètres	p. 100
Voies en alignement droit. . .	2.627.1	60.1
Voies en courbes de 500 mèt. de rayon et au-dessus . . .	1.589.3	36.5
Voies en courbes inférieures. à 500 mètres de rayon. . . .	149.0	3.4

Minimum du rayon des courbes, 300 mètres.

Profil de la voie.

	Longueurs	Proportions
	kilomètres	p. 100
Voies en palier	953.4	21.8
Voie en déclivités de 0,005m/m par mètre et au-dessous. . .	1.319.7	30.2
Voies en déclivités supérieures à 5 millimètr. par mètre	2.082.7	48.0

Maximum des déclivités, 0,028 millimètres par mètre.

Ouvrages d'art. — Rétablissement des voies de communication.

Passages à niveau.	3.761
— inférieurs.	1.765
— supérieurs	956
Ensemble des passages. . . .	6.482

Rétablissement des voies fluviales.

	Nombre	Longueur ensemble
		mètres
Ponceaux et aqueducs de moins de 5 m. d'ouverture.	6.268	8.606.37
Ponts de 5 à 20 mètres entre culées	539	4.730.39
Ponts de 20 mètres et plus entre culées.	120	8.147.68
Viaducs (sous rails) de 10 m. et plus de hautr moyenne. .	66	9.050.14

Souterrains.

Nombre	63
Longueur ensemble entre les têtes. . . .	34.896k,44
Dépense totale de construction.	47.192.305 fr.
Dépense de construction par mètre court.	1.355 fr.

Stations et haltes, 682, d'un espacement moyen de 6k,317.

L'effectif du matériel roulant de la Compagnie de l'Ouest, en service au 31 décembre 1889, est donné par le tableau suivant :

Désignation	Lignes de banlieue	Grandes lignes	Ensemble
Machines locomotives. .	131	1.236	1.367
Voitures à voyageurs. .	1.079	2.610	3.689
Vagons divers.	95	1.678	1.773
Vagons à marchandises.	8	20.195	20.203
Vagons de terrassements	20	466	486

Résultats comparés de l'exploitation des années 1888 et 1889.

Désignation des articles			1888	1889	Différence en faveur de 1889
Longueur totale exploitée			4.563 k.	4.714 k.	+ 151 k.
— moyenne exploitée			4.490	4.629	+ 139
Recettes de l'exploitation du réseau	Grande vitesse	Voyageurs	57.320.407 f. 92	66.191.293 f. 07	+ 8.870.885 f. 15
		Recettes diverses	11.687.161 27	12.152.904 57	+ 465.743 30
	Petite vitesse	Marchandises	57.558.972 98	58.774.276 84	+ 1.215.303 86
		Recettes diverses	7.222.130 38	7.880.325 25	+ 658.194 87
Totales			133.788.672 55	144.998.799 73	+ 11.210.127 18
Recettes diverses d'exploitation			3.618.618 44	4.838.062 98	+ 1.219.444 54
Totaux des recettes générales d'exploitation			137.407.290 99	149.836.862 71	+ 12.429.571 72
Dépenses			78.053.112 99	80.773.472 38	+ 2.720.359 39
Produit net			59.354.178 »	69.063.390 33	+ 9.709.212 33
Rapport de la dépense à la recette			50.35 0/0	47.90 0/0	— 2.45 0/0
Recette par kilomètre de train			4 f. 078	4 f. 221	+ 0 f. 143
Dépense par kilomètre de train			2 053	2 022	— 0 031
Produit net par kilomètre de train			2 025	2 199	+ 0 174
Parcours total des trains			34.087.019 k.	36.055.318 k.	+ 1.968.299 k.
Nombre de trains circulant par jour à la distance entière			20 t. 74	21 t. 34	+ 0 t. 60
Nombre de voyageurs transportés			55.005.629 v.	65.341.271 v.	+ 10.335.642 v.
Nombre de tonnes transportées			7.694.226 t.	7.934.253 t.	+ 240.027 t.
Recette moyenne par voyageur			1 f. 042	1 f. 013	— 0 f. 029
Recette moyenne par tonne			7 48	7 41	— 0 08

Pendant l'année 1889, la gare Saint-Lazare a fait à elle seule une recette brute totale de 19,356,918 fr. 76, provenant d'une recette de 13,492,578 fr. 85 faite sur le trafic grandes lignes, et d'une recette de 5,864,339 fr. 93 sur le trafic banlieue. La gare de Paris-Montparnasse une recette de 6,839,150 fr. 23; celle du Hâvre, de 9,331,218 fr. 33; celles des Batignolles (Marchandises) et Batignolles (Ceinture), ensemble 5,710,321 fr, 80; celle de Vaugirard, de 2,297,097 fr. 49; enfin, 26 gares ou stations ont fait une recette supérieure à 1,000,000 de francs; 251 stations ou haltes, une recette supérieure à 100,000 francs, sur un total de 810 gares, stations ou haltes ouvertes à l'exploitation.

Il reste à citer les chiffres principaux de la situation générale des comptes de la Compagnie de l'Ouest, pour l'exercice 1889.

Débiteurs.

Excédent des dépenses ordonnancées sur le capital réalisé			6.861.920 62
Caisse, banque, portefeuille		53.209.876 99	
Portefeuille et immeubles de la caisse des retraites		33.781.862 77	
Domaine privé de la Compagnie		1.392.406 01	
			88.384.145 77
Débiteurs divers		9.721.684 43	
— du trafic		4.954.486 99	
			14.676.171 42
Insuffisances des produits du nouveau réseau		133.382.944 60	
— des produits des lignes en exploitation complète		69.038.000 13	
Intérêts des avances faites par l'Etat des insuffisances ci-dessus		6.654.748 32	
			209.075.693 05
Total général			318.997.930 86

Créditeurs.

Réserves statutaires	6.000.000 »		
— pour incendies	2.903.289 37		
		8.903.289 37	
Réserve spéciale		20.829.969 96	
Caisse des retraites		34.104.662 89	
			63.837.922 22
Intérêts, dividendes et amortissements échus à payer		25.673.460 32	
Dépenses à payer		16.360.969 21	
Sommes à disposition et créanciers divers		10.087.936 19	
			52.122.365 72
L'Etat. Ancienne dette		133.382.944 73	
— Nouvelle dette		63.354.698 19	
			196.737.642 92
Revenu réservé aux actionnaires		11.550.000 »	
A déduire, coupon de 17 fr. 50 payé le 1er octobre 1889		5.250.000 »	
Solde disponible			6.300.000 »
Total général conforme aux comptes débiteurs			318.997.930 86

Enfin, pour terminer, on doit signaler que les dépenses d'établissement des lignes concédées à la Compagnie de l'Ouest s'élevaient, au 31 décembre 1889, à 1 milliard 604,398,569 fr. 72.

Nous croyons intéressant de compléter les renseignements qui précèdent, relatifs à la situation du réseau à voie normale de la Compagnie de l'Ouest, par les indications suivantes, concernant les conditions spéciales dans lesquelles cette Compagnie a accepté la concession de tout un réseau de lignes à voie de 1 mètre de largeur, en Bretagne.

Contrairement à la pratique que nous avons signalée à propos de la Compagnie du *Nord* (V. ce mot), qui se borne à favoriser le développement des lignes d'intérêt local formant les affluents de son grand réseau, la Compagnie de l'Ouest a signé une convention avec l'Etat, approuvée par la loi du 10 décembre 1885, relative à l'incorporation dans son réseau d'intérêt général, d'un groupe de lignes formant une étoile à cinq branches autour de la petite ville de Carhaix, dans le département du Finistère, et reliant cette localité avec les gares existantes de Morlaix, Châteaulin, Rosporden, Loudéac et Guingamp.

Toutefois, comme il s'agissait d'une exploitation tout à fait spéciale, pouvant se distinguer complètement du service du reste du réseau, la Compagnie, qui assure la construction de ces lignes, en a rétrocédé l'exploitation à la Société générale des chemins de fer économiques, déjà concessionnaire d'un certain nombre de lignes à petite section dans plusieurs départements.

Aux termes du traité de rétrocession, la Société économique aura l'usage libre et gratuit des gares communes de jonction avec le réseau de l'Ouest, sans avoir aucun loyer à payer, et moyennant une redevance de 0 fr. 20 par tonne de marchandises manutentionnée ou transbordée, pour rémunérer les dépenses d'exploitation de la gare commune. Les recettes faites par la Société sur les lignes affermées doivent être versées intégralement dans la caisse de la Compagnie de l'Ouest, après prélèvement des dépenses d'exploitation locale et d'un forfait de 5 0/0 de ces dépenses pour frais d'administration centrale. Un maximum a été fixé pour la dépense, c'est 1 fr. 40 par train, jusqu'à trois trains réguliers dans chaque sens et 0 fr. 70 pour toute circulation de train régulier en sus des trois premiers (provisoirement, tant que le réseau n'atteindra pas 200 kilomètres, ces prix sont fixés à 1 fr. 50 et 0 fr. 75).

Pour intéresser la Société, la Compagnie de l'Ouest lui fait abandon de 5 0/0 de la recette brute (impôts déduits) et lui alloue, en outre, une prime d'économie égale à la moitié de la différence entre les maximum fixés à dépenser et la dépense réelle, mais cette différence ne sera partagée qu'après la constitution d'un fonds de réserve, jusqu'à concurrence de 200,000 francs portant intérêt annuel.

Nous donnons ci-après la longueur des sections qui font l'objet de ce traité.

RÉSEAU A VOIE ÉTROITE DE 1 MÈTRE DE LARGEUR EN BRETAGNE.

Situation au 31 décembre 1889.

	En construction	A construire	Ensemble
	kilomètres	kilomètres	kilomètres
A. *Lignes concédées à titre définitif (Convention du 20 novembre 1883).*			
1° Carhaix à Morlaix — Carhaix à Morlaix (bifurcation)	47	»	49
1° Carhaix à Morlaix — Morlaix-Triage (bifurcation) à Morlaix (ville)	2	»	
2° Guingamp à Paimpol (par Plouëc et Pontrieux)	»	36	36
3° St-Mécu à Loudéac et à Carhaix — St-Mécu (bifurcation) à Loudéac (par Plénet)	»	44	111
3° St-Mécu à Loudéac et à Carhaix — Loudéac à Carhaix (par Maël-Carhaix, Goarec et Myr-de-Bretagne	»	65	
3° St-Mécu à Loudéac et à Carhaix — Raccordement à Goarec	»	2	
4° Guingamp à Carhaix	»	49	49
Total des lignes concédées à titre définitif	49	196	245
B. *Lignes concédées à titre éventuel (Loi du 10 décembre 1885).*			
1° Carhaix à Rosporden	»	42	42
2° Carhaix à Châteaulin	»	43	43
Total des lignes concédées à titre éventuel	»	85	85
Total général du réseau à voie étroite de Bretagne	49	281	330

P

PAPETERIE. La fabrication du papier a subi dans ces dernières années d'importantes modifications qui portent essentiellement sur les matières premières employées.

Après les chiffons de chanvre, de lin, de coton, dont l'emploi paraissait indispensable à cause de leur nature souple et fibreuse, nous avons vu employer des pâtes extraites de végétaux tels que la paille, l'alfa. En même temps, on utilisait des pâtes obtenues par le râpage de bois tels que tremble, peuplier, etc. Actuellement, ce sont les essences résineuses qui, traitées chimiquement, fournissent d'excellentes pâtes à papier, et parmi elles l'épicea et le sapin. Employés maintenant dans presque toutes les usines à pâte de bois, ces bois subissent un traitement énergique qui transforme les matières incrustantes et résineuses en produits solubles. Les procédés aux bisulfites sont ceux les plus employés et les plus récents. Ils consistent dans un lessivage sous pression en présence d'un bisulfite alcalin.

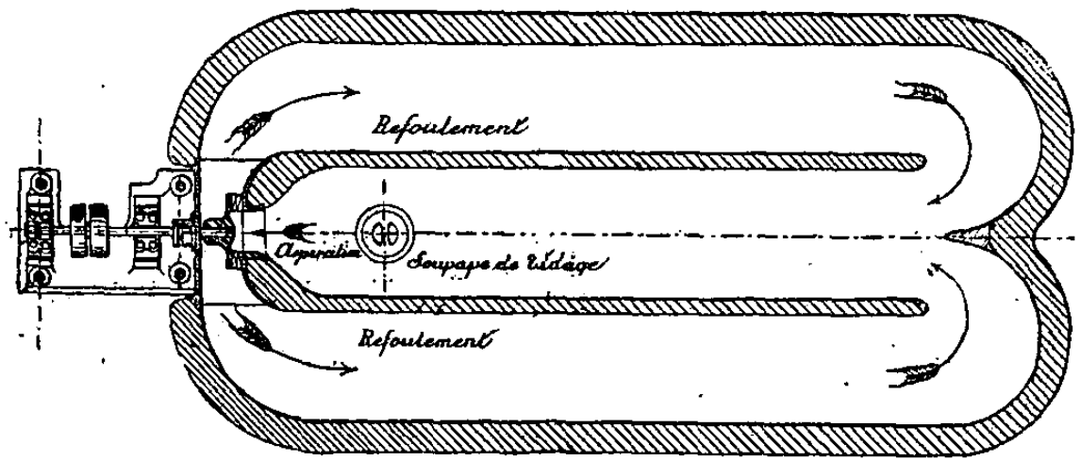


Fig. 703. — *Pile mélangeuse.*

Les bois, écorcés et nettoyés, sont réduits en petites rondelles pour les rendre plus perméables à l'action chimique. Le nettoyage du bois a pour but d'enlever les nœuds et se fait au moyen d'outils spéciaux. Le lessivage se fait dans des appareils très résistants et de grandes dimensions, doublés intérieurement de plomb ou de toute autre matière résistant aux acides. Ils sont fixes ou rotatifs. Dans le premier cas, on les double de briques vernissées reliées par du ciment. Ils sont munis de trous d'homme de chargement et de vidange ainsi que de la robinetterie d'eau et de vapeur.

Les rondelles de bois sont versées dans ces lessiveuses et on y fait également pénétrer une certaine quantité de dissolution du bisulfite alcalin. Puis on ferme hermétiquement les appareils et on y fait entrer de la vapeur d'eau sous pression qui élève rapidement la température. Au bout d'un certain temps, variable selon la dimension des lessiveurs, la cuisson est terminée et la pâte est prête. Il suffit alors de la délayer pour pouvoir la laver et l'épurer et de la faire égoutter pour pouvoir la transporter. Certains fabricants lui font subir un blanchiment au chlorure de chaux qui la rend parfaitement blanche.

Pour les bisulfites employés, on s'est tenu au bisulfite de chaux, peu coûteux et facile à préparer en faisant passer un courant d'acide sulfureux sur les pierres à chaux, en même temps qu'un courant d'eau. L'acide sulfureux est produit par la combustion du soufre ou des pyrites. Les pâtes ainsi travaillées sont propres à être transformées immédiatement en papier et peuvent être conservées longtemps chez le fabricant en attendant leur emploi.

Il est aisé de concevoir que l'industrie papetière se trouve ainsi bien simplifiée. Comme presque tous les papiers ordinaires peuvent se faire en remplaçant le chiffon par cette pâte de bois, il suffit pour ainsi dire de quelques cylindres délayeurs et d'une machine à papier pour remplacer l'ancien matériel si compliqué qui servait à la préparation du papier de chiffon.

L'emploi de matières premières nécessitant peu de frais pour être transformées en papier tend, d'ailleurs, à s'imposer en quelque sorte aux fabricants de papiers, et le mouvement qui les porte vers la production et l'emploi de ces pâtes s'accentue de plus en plus.

La pâte de bois au bisulfite ne nécessitant qu'un matériel très restreint, permet à beaucoup de fabricants d'augmenter notablement leur production sans changer beaucoup leurs frais généraux. L'ancienne pile à rouleau, ou pile hollandaise, qui prend une force assez considérable, reste toujours l'outil principal et préféré des fabricants de papier. Mais, dans certains cas, pour les papiers ordinaires par exemple, plusieurs grandes usines sont installées de façon à produire beaucoup avec peu de force motrice et, pour cela, elles ont adopté une pile spéciale, nommée *mélangeuse*, dont le principal avantage est de demander une force motrice minime (fig. 702 et 703).

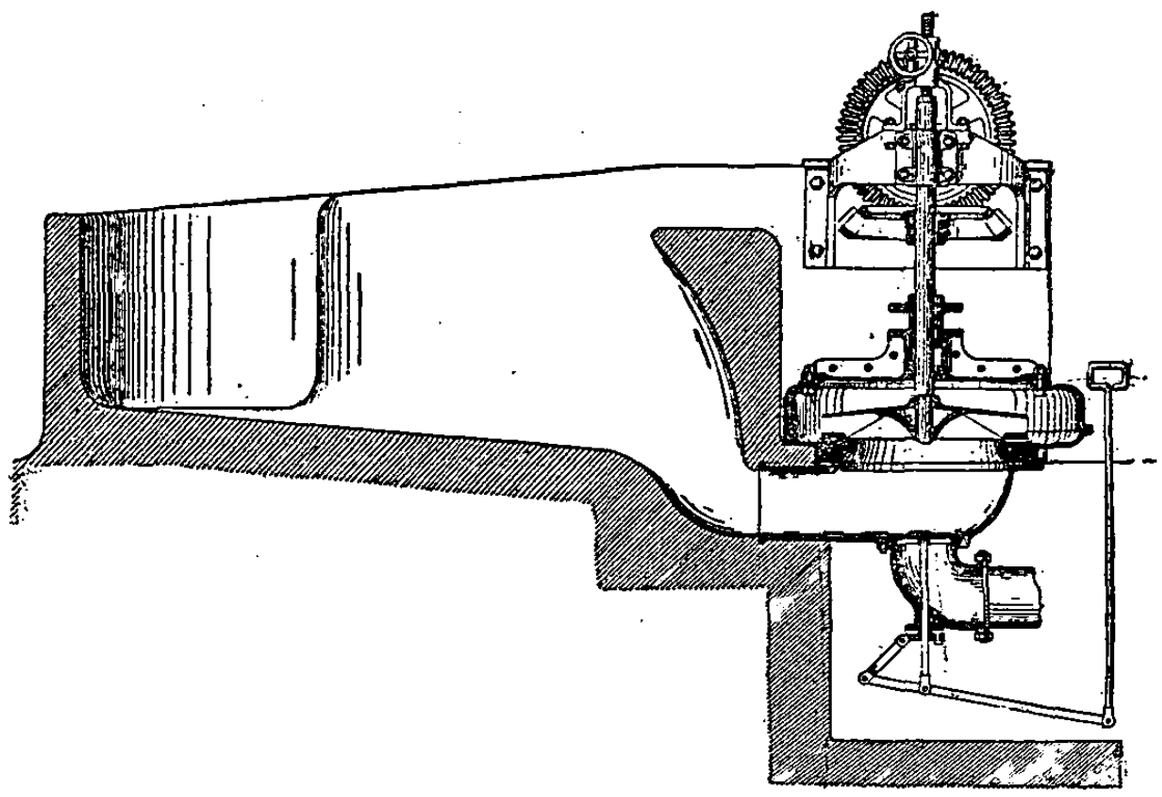


Fig. 703. — *Pile mélangeuse.*

Cet appareil se compose essentiellement d'un bac en ciment dans lequel on obtient la circulation et l'affleurage de la pâte au moyen de deux plateaux munis chacun de lames. L'un d'eux est fixe, l'autre tourne à une grande vitesse. En raison de la force centrifuge développée, la pâte est obligée de passer entre les plateaux et, par suite, subit un affleurage réglé par l'écartement des lames.

Cette pile mélangeuse ne peut s'employer que pour des pâtes déjà parvenues à l'état de fibres et ne remplacerait nullement le travail de la pile à rouleau pour les chiffons.

Le collage et la coloration se font, comme précédemment dans la mélangeuse même.

La machine à papier, dont le rôle principal est de faire des papiers bien réussis à grande vitesse, se complique tous les jours davantage. La toile métallique est allongée et reçoit trois caisses aspirantes pour permettre un bon égouttage à une marche rapide. Les presses sèches, qui donnent

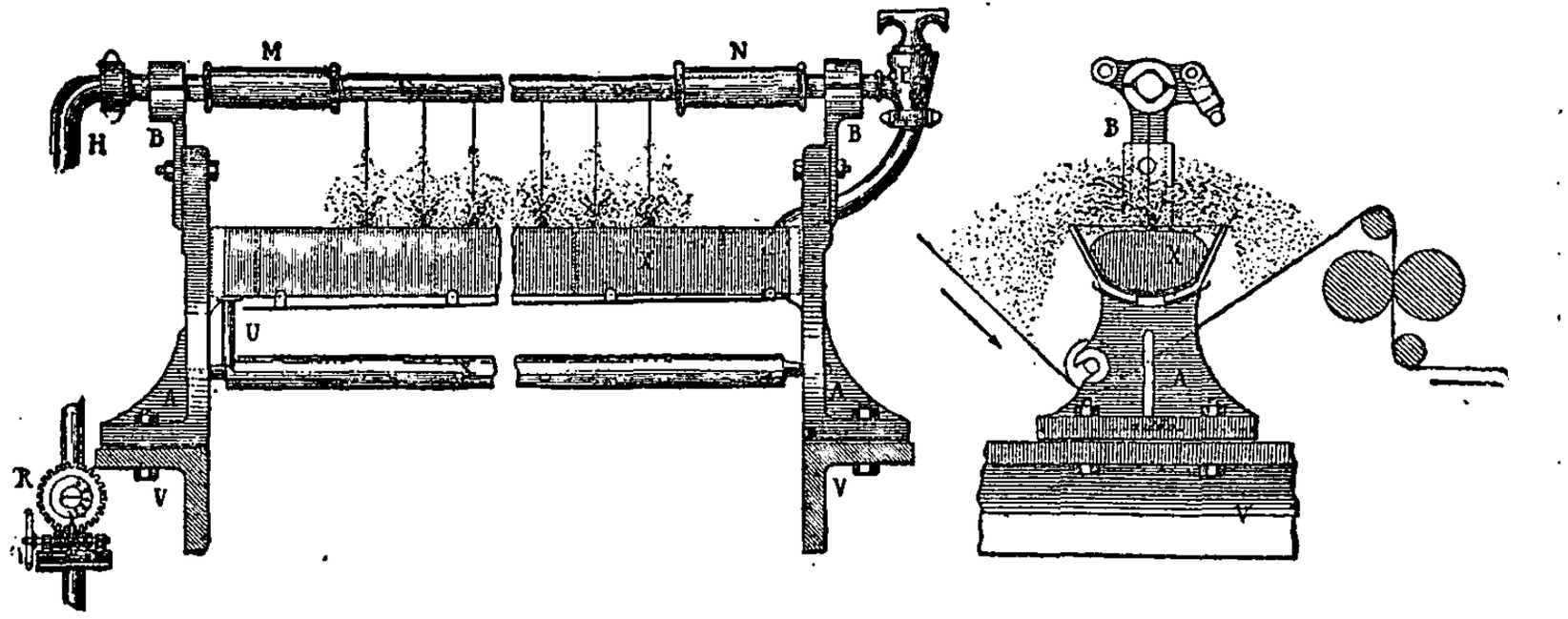


Fig. 704 et 705. — *Humecteuse perfectionnée.*

de la résistance à la feuille humide, sont augmentées également. Les feutres, sur lesquels le papier est supporté dans ces presses, sont lavés en marche, de façon à éviter les causes d'arrêt. Les sécheries très puissantes permettant un séchage gradué de la feuille, sont complétées par des appareils ou humecteurs qui rendent un peu d'humidité au papier pour en faciliter le satinage (fig. 704 et 705). Ce dernier, qui se fait presque toujours en continu, s'obtient en faisant passer le papier entre une série de rouleaux de fonte durcie et de papier comprimé qui ont la largeur de la machine et qui glacent les feuilles à une vitesse atteignant souvent 80 mètres par minute. Ces appareils ou calandres ont jusqu'à 12 rouleaux et remplacent bien avantageusement l'ancien mode de satinage entre plaques de zinc.

La forte baisse qui a atteint les papiers pendant ces dernières années, a forcé les fabricants à chercher la grande production en se passant

de chiffons, au moins pour les sortes ordinaires. Cet état de choses ne fera que s'accentuer en même temps que l'industrie de la papeterie tendra à être centralisée de plus en plus entre les mains de sociétés puissantes pouvant, bien plus facilement que le petit industriel, transformer souvent leur matériel pour se tenir au niveau des progrès accomplis.

Papiers sensibles (pour la photographie). Les papiers photographiques sensibles sont de diverses sortes, les uns sont propres à la photographie dite négative pour les impressions à la chambre noire ; de ce nombre sont les papiers au gélatino-bromure d'argent, fabriqués par diverses maisons de France et de l'étranger. Les autres, et en plus nombreuses variétés sont destinés aux impressions positives..

Il y a les papiers à base de fer, connus sous le nom industriel de papier au ferro-prussiate et de papier cyano-fer. Puis le papier au perchlorure de fer pour le procédé Colas. Avec les sels d'argent, on prépare actuellement, en plus des papiers au chlorure d'argent daus de l'albumine, deux sortes de papiers sensibles dits aristotypes et dans lesquels le véhicule du sel sensible se trouve être de la gélatine au lieu d'albumine. On prépare aussi un autre papier du même genre, mais avec de l'émulsion au collodion. Des papiers recouverts de gélatino-bromure d'argent servent aussi aux impressions positives par développement. On prépare encore des papiers au platine pour les impressions dans lesquelles l'image se trouve formée par du platine. — V. PHOTHOGRAPHIE. — L. V.

****PARAGUAY.** La République du Paraguay occupe le centre de l'Amérique du Sud, entre le Brésil, la Bolivie et la République argentine. Pays autrefois prospère, il a soutenu pendant cinq ans une guerre désastreuse contre ses voisins, y a perdu son territoire, une très grande partie de sa population et a vu son essor arrêté complètement.

Actuellement on compte, au Paraguay, environ 300,000 habitants blancs et 150,000 indigènes, ce qui est bien peu pour un pays plus grand que l'Angleterre et l'Irlande réunies. Les ressources agricoles et minières de cet Etat pourraient donner du travail et la subsistance à une population quarante fois plus considérable.

Néanmoins, on fait de grands efforts pour le développement du pays. L'instruction publique, notamment, est l'objet de tous les soins du Gouvernement; des impôts spéciaux ont été créés dans le but de l'étendre et ont fourni jusqu'à 800,000 francs par an; l'enseignement supérieur n'existe pas encore; en général, tous les projets nouveaux d'enseignement, d'administration, de législation ont été empruntés à l'organisation actuelle de la République argentine.

La capitale, Assomption, ville de 25,000 âmes, possède une bibliothèque, des collèges, une banque nationale, privée, mais patronée par le gouvernement et jouissant du privilège d'émission du papier-monnaie.

Le budget est réglé en recettes et dépenses à environ 3 millions de piastres (de 5 francs); les douanes fournissent la majeure partie des recettes, soit 1,200,000 piastres, et le service de la dette la plus forte part des dépenses. La dette extérieure a été réduite par la convention de Londres, de 1885, à 4,250,000 p.-fortes; la dette intérieure est relativement de peu d'importance et la situation financière du Paraguay semble satisfaisante.

Le pays, comme tous ceux de l'Amérique du Sud, exporte des matières premières et importe des produits manufacturés. Le commerce presque entier passe par Montevideo et Buenos-Ayres, bien que le transit d'Assomption atteigne plusieurs centaines de navires.

Le mouvement général a donné lieu aux chiffres suivants depuis quelques années (en piastres fortes).

	Importations	Exportations
1882	1.320.000	1.650.000
1883	953.000	1.766.000
1885	1.524.000	1.493.000
1887	2.442.000	2.005.000

Mais il est juste de remarquer que les bois, qui sont le principal article d'exportation, ne figurent pas dans ce relevé, comme ne payant pas de droits.

Les articles qui ont fourni davantage à l'exportation sont : le tabac, 5,306,000 kilogrammes, le thé du Paraguay (*yerba maté*), 4 millions et demi, les cuirs secs, les oranges, le bois, les essences, l'amidon, la salsepareille, les plumes d'autruche.

A l'importation : le sucre, la farine, le sel, les bougies, les bières, les vins, la faïence, les cotonnades, la percale, les tissus et les toiles et, en général, tous les articles de luxe.

Les machines et ustensiles agricoles, les semences, le charbon de terre, le fer en barres, les imprimés, les livres et instruments scientifiques ne payent pas de droits d'entrée, comme dans tous les pays neufs, et ils échappent, par suite, à une estimation exacte.

L'Angleterre occupe le premier rang dans ce commerce, dans une proportion de 48 0/0, puis viennent la France, l'Italie, l'Allemagne, l'Espagne et les républiques du Sud-Amérique,

Le Paraguay à l'Exposition de 1889. La République du Paraguay avait adhéré officiellement à l'Exposition. M. Ch. Cadiot, consul à Paris, était commissaire-délégué, et M. Dostendorp, consul en Belgique, commissaire-adjoint. Dans l'impossibilité de reconstituer un pavillon dans le goût ancien, le pays n'ayant aucune tradition artistique, on avait cherché à donner au pavillon paraguayen un caractère original et exotique. Il était construit tout en bois, et composé de deux corps, avec une large rotonde servant de salle de lecture; à côté, une tourelle terminée par un belvédère et élégamment sculptée; elle rappelait le mirador qui surmonte toutes les maisons isolées de ce pays. Ce pavillon a été démonté et emporté à Assomption pour servir de local d'exposition.

A l'intérieur, une jolie collection de minerais, mais peu de documents indiquant une activité quelconque dans l'exploitation; des oiseaux empaillés, des peaux de caïmans, des cuirs bruts, tannés et teints, des bois de palissandre; dans la section industrielle, des dentelles, très en vogue dans les pays hispano-américains, la célèbre *nauduty* (toile d'araignée), dont le nom indique assez la finesse; elles sont fabriquées par les Indiennes, sur des métiers analogues à ceux employés par les dentellières du centre de la France.

Mais le véritable intérêt de l'exposition du Paraguay consistait dans le *yerba maté* et dans ses combinaisons ou dérivés. La feuille de cette plante donne une infusion parfumée, se rapprochant du thé, et à laquelle les indigènes attribuent à tort des propriétés nutritives merveilleuses ; tout au plus cette infusion convient-elle aux affaiblis et aux névrosés; c'est un Français, Aimé Bonpland, qui a, le premier, fondé la culture rationnelle de cet arbuste. La République lui a élevé un monument. Non seulement le maté, ou thé du Paraguay, est employé en

infusions, mais à titre de fortifiant, allié au vin et au rhum et très concentré.

* **PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE** (Compagnie du chemin de fer de). De même que nous l'avons fait, pour le Midi, le Nord et l'Ouest, nous avons remis à jour les renseignements donnés au sujet du réseau de cette Compagnie qui est, au point de vue de la longueur kilométrique, le réseau le plus étendu existant en Europe (plus de 8,000 kilomètres); car les chemins de fer de l'Etat allemand sont divisés en directions à peu près indépendantes et aucune de ces directions n'atteint le même chiffre de kilomètres.

En outre, nous avons fait suivre les tableaux concernant le réseau Paris-Lyon-Méditerranée, de renseignements analogues, qu'il nous a paru intéressant de résumer, pour les chemins de fer du Sud de la France qui constituent, en quelque sorte, une annexe de notre grand réseau méditerranéen. Quoique ces lignes de chemins de fer ne soient pas sous la même administration, que plusieurs aient même une largeur de voie différente, elles s'y rattachent intimement et la place était ici tout indiquée pour en donner la statistique.

Principaux renseignements techniques. Les renseignements relatifs aux conditions principales d'établissement de la voie du réseau Paris-Lyon-Méditerranée, au 31 décembre 1886, peuvent se résumer ainsi :

Longueur du réseau ouvert à l'exploitation.

Lignes à voie unique	4.189k,5
Lignes à double voie	3.704k,7
Longueur totale	7.894k,2

Tracé en plan de la voie.

	Longueurs	Proportion
	kilomètres	p. 100
Voies en alignement droit	4.769.5	60.4
Voies en courbes supérieures ou égales à 500 mètres	2:298.2	29.1
Voies en courbes inférieures à 500 mètres de rayon	826.5	10.5

Rayon minimum des courbes, 200 mètres.

Profil de la voie.

	Longueurs	Proportion
	kilomètres	p. 100
Voies en palier	1.555.1	19.7
Voies en déclivités inférieures ou égales à 0,005m/m p. mèt.	3.220.5	40.8
Voies en déclivités supérieures à 0,005m/m par mètre	2.836.0	39.5

Inclinaison maximum des déclivités, 0,030 millimètres.

Ouvrages d'art. — Rétablissement des voies de communication.

Passages supérieurs	4.850
— à niveau	5.872
— inférieurs	1.662
Ensemble	12.384

Souterrains. 527 souterrains, ayant une longueur totale de 186,615m,57, parmi lesquels il est bon de rappeler les principaux : celui du Mont-Cenis (12 kilomètres), de la Nerthe (4,620 mètres), de Blaisy, près de Dijon (4,100), enfin celui du Crédo (3,900). La valeur d'exécution de l'ensemble de tous les souterrains du réseau s'est élevé à 211,141,208 francs, et le prix de revient du mètre courant à 1,131 francs.

Rétablissement des voies fluviales.

	Nombre	Longueurs ensemble
		mètres
Ponceaux et aqueducs de moins de 5 m. d'ouverture.	18.534	28.234.65
Ponts de 5 à 20 mètres entre culées	1.455	12.936.37
Ponts de 20 mètres et plus entre culées	520	42.780.37
Viaducs de 10 mètres et plus de hauteur moyenne	278	36.040.12

Enfin, à la même époque, il existait sur le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée 1,227 gares, stations et haltes ouvertes à l'exploitation.

L'effectif du matériel de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, au 31 décembre 1886, est résumé par le tableau suivant :

Désignation des articles	Totaux partiels	Totaux généraux	Moyenne par kilomètre exploité
Locomotives à voyag. et mixtes.	791	2.471	0.10
Locomotives à marchandises	1.680		0.21
Voitures à voyageurs — 1re classe et de luxe	901	5.105	0.12
Voitures à voyageurs — 2e classe et mixte	1.645		0.21
Voitures à voyageurs — 3e classe	2.559		0.32
Vagons divers de grande vitesse	»	2.460	0.31
Vagons de marchandises, y compris les vagons de ballast et de service	»	79.676	10.08
Total général		87.241	11.04

En dehors du réseau général, la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée possède deux concessions spéciales, qui sont, d'une part, celle de la ligne du Rhône au Mont-Cenis, dont une section, celle de Modane à la frontière, d'une longueur de 11 kilomètres, est exploitée par la Compagnie italienne de la Méditerranée; et, d'autre part, celle des chemins algériens, se composant de la ligne d'Alger à Oran (426 kilomètres) et de la ligne de Philippeville à Constantine (87 kilomètres), toutes les deux en exploitation.

Enfin, le bilan de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, au 31 décembre 1889, se résume de la façon suivante :

Actif.

Compte d'établissement	4.224.047.088 14
Approvisionnements	38.195.357 08
Règlements des comptes avec l'Etat.	21.554.791 44
Débiteurs divers	19.278.848 30
Immeubles du domaine privé	21.511.957 53
Caisses et portefeuilles	203.487.480 37
Total égal au Passif	4.533.119.953 69

Passif.

Ancien réseau	2.500.991.208 13
Nouveau réseau	750.234.294 47
Lignes de la convention de 1883 (article 1er)	123.151.947 41
Réseau du Rhône au Mont-Cenis	104.942.874 24
Obligations disponibles pour le compte de premier établissement	82.562.365 49
Obligations attribuées à la garantie de l'Etat sur le réseau du Rhône au Mont-Cenis	5.044.334 38
A reporter	3.566.927.024 12

Report.	3.566.927.024 12
Matériel du réseau français.	555.394.266 58
Réseau algérien	166.029.170 04
Règlement des comptes avec l'Etat..	1.003.583 07
Intérêts et dividendes échus à payer.	43.366.379 50
A reporter.	4.332.720.423 31

Report.	4.332.720.423 31
Amortissement des titres.	13.577.332 86
Créditeurs divers.	36.121.619 79
Comptes de réserve	121.276.054 29
Liquidation de l'exercice 1888. . . .	29.424.523 44
Total égal à l'actif.	4.533.119.953 69

Résultats comparés de l'exploitation des exercices 1888 et 1889. Ensemble du réseau, non compris les concessions spéciales (Ligne du Rhône au Mont-Cenis et les chemins algériens).

Désignation des articles		1888	1889	Différence en faveur de 1889
Longueurs totales exploitées		7.932 k.	8.070 k.	+ 138 k.
Longueurs moyennes exploitées		7.838	8.015	+ 167
Recettes	Voyageurs	91.811.472 f. 43	105.186.751 f. 71	+ 13.375.279 f. 28
	Marchandises à grande vitesse..	27.642.488 99	28.962.842 48	+ 1.320.353 49
	Marchandises à petite vitesse. .	191.891.190 02	200.127.374 83	+ 8.236.184 81
	Voitures, chevaux et bestiaux . .	4.067.526 94	4.692.510 48	+ 624.983 54
	Diverses.	6.162.028 22	6.555.089 50	+ 393.061 28
	Totales.	321.574.706 60	345.524.569 »	+ 23.949.862 40
Dépenses.		140.641.470 07	150.798.693 48	+ 10.157.223 41
Recettes nettes ou produit net.		180.933.236 53	194.725.875 52	+ 13.792.638 99
Rapport de la dépense à la recette		43.74 0/0	43.64 0/0	— 0.10 0/0
Recette moyenne d'un kilomètre de train de voyageurs.		3 f. 99	4 f. 190	+ 0 f. 200
Recette moyenne d'un kilomètre de train de marchandises..		8 872	8 601	— 0 271
Recette moyenne de 1 kilomètre de train.	Voyageurs et marchand. réunis.	5 f. 902	5 f. 954	+ 0 f. 052
Dépense moyenne de 1 kilomètre de train.		2 581	2 599	+ 0 018
Produit net moyen de 1 kilomètre de train.		3 321	3 f. 355	+ 0 f. 034
Parcours total des trains		54.483.151 k.	58.037.177 k.	+ 3.554.026 k.
Composition moyenne d'un train de voyag.		12 v. 11	11 v. 98	— 0 v. 13
Composit. moyenne d'un train de marchand.		43 94	43 31	— 0 v. 63
Nombre de voyageurs transportés		37.730.703 v.	39.090.880 v.	+ 1.360.177 v.
Nombre de voyag. transportés à 1 kilom. .		1.844.184.798 v.	2.130.280.701	+ 286.095.903
Parcours moyen d'un voyageur.		49 k.	54 k.	+ 5 k.
Produit moyen d'un voyageur		2 f. 43	2 f. 69	+ 0 f. 26
Nombre de tonnes transportées.		18.885.452 t.	20.145.029 t.	+ 1.259.577 t.
Nombre de tonnes transportées à 1 kilom.		3.454.467.372	3.744.408.001	+ 289.940.629
Parcours moyen d'une tonne.		182 k. 92	185 k. 87	+ 2 k. 85
Produit moyen d'une tonne.		10 f. 16	9 f. 93	— 0 f. 23

Principaux résultats sommaires des deux concessions du Rhône au Mont-Cenis et des chemins Algériens pendant l'exercice 1889.

Désignation des articles	Ligne du Rhône au Mont-Cenis	Chemins algériens	Totaux des deux concessions
Longueur totale exploitée.	144 k.	513 k.	657 k.
Longueur moyenne exploitée.	144	513	657
Recettes totales de l'exploitation	5.620.788 f. 83	8.743.080 f. 09	14.363.868 f. 92
Dépenses d'exploitation	3.404.836 53	5.335.048 94	8.739.885 47
Produit net.	2.215.952 30	3.408.031 15	5.623.983 45
Rapport de la dépense à la recette	62 0/0	61 0/0	61 0/0

° **Compagnie des chemins de fer du Sud de la France.** La Compagnie des chemins de fer du Sud de la France, Société anonyme au capital de 20 millions, dont le siège est à Paris, est concessionnaire actuellement d'un certain nombre de petits réseaux à voie étroite de 1 mètre de largeur formant un ensemble de 735 kilomètres. Ces réseaux peuvent se diviser en trois groupes : le premier, d'un développement total de 423 kilomètres, composé de lignes d'intérêt général d'une grande valeur stratégique, est destiné surtout à mettre en relation les principales villes des départements du Var, des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes, et

Compagnie des chemins de fer du Sud de la France.

Situation au 31 décembre 1890.

Constitution du réseau							Lignes en exploitation				
Date de la concession (C) et de la déclaration d'utilité publique (U. P.)	Nature de la concession	Désignation des lignes	Départements traversés	Longueurs totales des lignes	Longueurs des lignes à construire	Longueurs des lignes en construction	Longueurs en exploitation	Nombre de stations ouvertes à l'exploitation	Nombre moyen de trains de voyageurs dans chaque sens	Recettes d'exploitation en 1890	Observations
				kilomètres	kilomètres	kilomètres	kilomètres	stations	trains	moy. kilom.	
A. *Lignes d'intérêt local* (A).											
(C) 17 août 1885.	Titre définitif. . .	Meyrargues à Draguignan. . . .	Var	98	»	»	98	18	3	2.626 fr.	(A) Lignes à voie étroite de 1 mètre de largeur; quelques-unes de ces lignes, vu leur caractère stratégique, sont établies à quatre rails, la voie étroite se trouvant placée au milieu d'une voie normale.
(C) 17 août 1885.	— . . .	Draguignan à Grasse.	Var . . . . . / Alpes-Maritimes. .	64	»	»	64	12	3		
Concédées à titre éventuel par la loi du 17 août 1885, concédées à titre définitif et déclarées d'utilité publique par la loi du 29 juillet 1889.	— . . .	Grasse à Nice par Manda. . . .	Alpes-Maritimes. .	36	»	36	»	»	»	»	
	— . . .	Nice à Puget-Théniers.	Alpes-Maritimes. .	59	»	59	»	»	»	»	
	— . . .	Puget-Théniers à Saint-André. .	Alpes-Maritimes. . / Basses-Alpes . . .	46	»	46	»	»	»	»	
	— . . .	Digne à Saint-André.	Basses-Alpes . . .	47	»	47	»	»	«	»	
(C) 17 août 1885.	A titre éventuel . .	Saint-André à Draguignan par Castellane.	Var et Basses-Alp.	87	87	»	»	»	»	»	
Longueurs totales du réseau d'intérêt général.				437	87	188	162	30	6		
B. *Lignes d'intérêt local* (B).											
(C) Loi du 22 juillet 1886 et du décr. du 19 mars 1887.	A titre définitif . .	Hyères à Fréjus-Saint-Raphaël. .	Var.	83	»	»	83	21	3	2.253 fr.	(B) Lignes à voie étroite de 1 mètre de largeur entre bord intérieur des rails.
	A titre éventuel. .	Toulon à Hyères.		20	20	»	»	»	»	»	
	— . .	Cogolin à Saint-Tropez		10	10	»	»	»	»	»	
		Réseau de la Côte-d'Or.									
Rétrocédé par le Conseil général de la Côte-d'Or et approuvé par décret du Conseil d'Etat du 23 mai 1889.	A titre définitif . .	Dijon à Fontaine-Française. . . .	Côte-d'Or	42	»	42	»	»	»	»	
	— . .	Beaune à Arnay-le-Duc.		42	»	42	»	»	»	»	
	— . .	Semur à Saulieu.		28	»	28	»	»	»	»	
	— . .	Châtillon à Aignay-le-Duc et Baigneux-les-Juifs		35	»	35	»	»	»	»	
	A titre éventuel. .	Arnay-le-Duc à Saulieu.		30	30	»	»	»	»	»	
	— . .	Fontaine-Française à Champlitte.		19	19	»	»	»	»	»	
Longueurs totales du réseau d'intérêt local				309	79	147	83	21	3		
— — — général.				437	87	188	162	30	6		
Longueurs totales du réseau du Sud de la France				746	166	335	245	51	9		

aussi à améliorer les moyens de défense de la partie méridionale de notre frontière des Alpes ; le second, dit chemin de fer du littoral, est formé de lignes d'intérêt local longeant le bord de la Méditerranée, entre Toulon, Hyères, Fréjus et Saint-Raphaël, desservant toutes les stations hivernales qui se trouvent dans cette région ; enfin, le troisième groupe se trouve constitué par la rétrocession faite à cette Compagnie par le Conseil général du département de la Côte-d'Or, d'un réseau ferré empruntant en grande partie les routes de ce département.

La situation du réseau des chemins de fer du Sud de la France, au 31 décembre 1890, tant au point de vue de sa constitution qu'à celui de l'état d'avancement de ses lignes, se trouve sommairement indiquée au tableau de de la page précédente.

Construction et ouvrages d'art. L'établissement des lignes situées dans le sud, construites dans une région montagneuse, a été fort difficile et fort coûteux, et, malgré l'adoption de la voie étroite à courbes de rayon réduit, on n'en a pas moins été obligé de créer de nombreux ouvrages d'art, parfois assez importants, parmi lesquels il est bon de citer les suivants : celui de la Siagne, sur la ligne de Perpignan à Grasse, à la rencontre de la rivière de ce nom, formant la limite des deux départements du Var et des Alpes-Maritimes. Cet ouvrage a 268 mètres de longueur et est formé de 4 travées métalliques d'une portée maximum de 63 mètres et reposant sur 3 piles métalliques de plus de 50 mètres de hauteur ancrées dans des massifs en maçonnerie ; enfin, son tablier se trouve à plus de 70 mètres au-dessus de l'étiage de la rivière qu'il traverse. Celui de Ribes, sur la même ligne, de 120 mètres de longueur, en deux travées supportées par une pile en maçonnerie de 26 mètres de hauteur. Celui de la Pouirraque, complètement en maçonnerie, de 71m,80 de longueur, se compose de trois arches de 12 mètres d'ouverture ; il est établi en courbe de 150 mètres de rayon et présente une inclinaison de 0,026 millimètres par mètre. Enfin, le viaduc de Rayol est établi dans les mêmes conditions que le précédent, mais il est de longueur double, 160 mètres environ.

Sur la ligne de Hyères-Saint-Raphaël, on a été obligé, pour traverser une plaine submersible comprise entre la mer et la ville de Fréjus, d'établir la voie en remblai montée sur pilotis et de créer, de distance en distance, des ponts métalliques pour l'écoulement des eaux. Ces ponts sont formés par de légères travées d'une longueur de 5 mètres et portées sur des palées composées de deux pieux en fer entretoisés à la partie supérieure et qui sont terminés, à la partie inférieure, par des vis en fonte de 0,90 centimètres de diamètre qui assurent, par la pression verticale qu'elles exercent sur le sable, la stabilité de l'ouvrage ; le tracé de cette ligne de 83 kilomètres, conçu dans des conditions exceptionnelles de hardiesse, offre le plus grand intérêt ; suivant presque constamment les sinuosités de la côte, il court le long du rivage en contournant les plages ou franchissant des falaises escarpées de granit ou de porphyre.

Sur la ligne en construction de Saint-André à Puget-Théniers, il est prévu un souterrain aux abords de la Colle Saint-Michel, qui n'aura pas moins de 3,600 mètres de longueur.

Enfin, sur la ligne en construction de Grasse à Nice, qui ne comprend pas moins de 18 grands viaducs en maçonnerie, on a déjà établi, sur le Var, le *pont mixte* de Manda, qui doit servir, à la fois, pour la traversée de la ligne et pour celle de la route militaire. Cet ouvrage, en acier, d'un poids total de 1,600 tonnes, est à double tablier, la route en dessous et le chemin de fer en dessus ; il comprend 6 travées indépendantes de 61 mètres chacune, reposant sur des piles en maçonnerie fondées à l'air comprimé, à 10 mètres de profondeur dans le lit mouvant du Var.

Il y a lieu de remarquer aussi que quelques lignes du réseau d'intérêt général ont été établies avec une voie à 4 rails afin de pouvoir y faire, en cas de guerre, les transports militaires avec du matériel à voie large, la traction restant assurée par des machines à petit écartement.

Exploitation. L'exploitation de ces lignes se fait à l'aide d'un matériel spécial, semblable à celui employé sur le réseau de la Somme. Les machines-locomotives, d'une longueur de 9 mètres environ, sont à 4 essieux, dont 3 couplés, elles pèsent 25t,5 à vide et 34 tonnes en service, personnel et outillage compris et peuvent donner, soit une vitesse maximum de 40 kilomètres ou une vitesse moyenne de 25 kilomètres en remorquant un poids de 70 tonnes sur les parties les plus difficiles du réseau. Ces machines portent elles-mêmes leur approvisionnement, eau et charbon, et ont été construites par la Société alsacienne de constructions mécaniques, à Belfort. Les voitures à voyageurs, d'une longueur de 11m,70, sont mixtes, de 1re et de 2e classe, à deux trains articulés, d'un écartement de 6 mètres exactement. De plus, elles sont à couloir central, avec deux plates-formes aux extrémités, et présentent en tout 46 places, dont 15 de 1re classe et 31 de 2e classe. Enfin, elles pèsent 9t,5 à vide et 12t,5 environ chargées complètement et elles ont été construites dans les ateliers des chantiers de la Buire, à Lyon.

Quant aux vagons de service, d'un empâtement moyen de 2 mètres, ils sont tous construits, conformément à la circulaire du 16 novembre 1887, de façon à pouvoir transporter au moins 10 tonnes de marchandises.

Enfin, nous terminerons ces renseignements en donnant les chiffres principaux du bilan de cette Compagnie au 31 décembre 1890.

Actif.

Actionnaires	5.625	»
Obligataires	7.050	»
Caisses, portefeuille et banquiers	7.058.492	33
Cautionnements de la Compagnie	570.000	»
Dépenses de premier établissement	64.287.518	39
Dépenses pour les lignes éventuelles	190.212	84
Route de Gattières et passerelle métallique sur le Var	262.494	99
Garages militaires	13.918	38
Gare de Dijon	32.814	64
Approvisionnements divers	1.096.269	02
Etat, son compte garanties d'intérêts	1.498.507	19
Département du Var, son compte de garantie	515.349	93
Comptes débiteurs	251.215	94
Total de l'actif	75.789.468	65

Passif.

Capital actions	20.000.000	»
— obligations	50.687.891	»
Cautionnements des entrepreneurs	30.974	93
Retenues de garantie	1.710.177	63
Restant dû sur coupons, actions	13.315	78
— — obligations	68.599	53
Intérêts et dividendes (coupons sur actions au 1er janvier 1891)	500.000	»
Département du Var, compte courant	100.437	16
Solde disponible sur le compte 15 0/0	379.187	40
Comptes créditeurs	2.298.885	22
Total du passif	75.789.468	65

** **PARIS-ORLÉANS** (Compagnie du chemin de fer de). A la suite des renseignements statistiques relatifs au grand réseau de la Compagnie d'Orléans, nous donnons quelques indications sur les lignes de la Société des chemins de fer départementaux, presque toutes situées dans le réseau d'Orléans.

Principaux renseignements techniques. Les rensei-

gnements relatifs aux conditions principales d'établissement de la voie du réseau de Paris à Orléans, au 31 décembre 1889, peuvent se résumer ainsi :

Lougueur du réseau ouvert à l'exploitation.

Lignes à voie étroite.	4.342k,5
Lignes à double voie.	1.450k,9
Longueur totale du réseau exploité.	5.793k,4

Tracé en plan de la voie.

	Longueurs	Proportion
	kilomètres	p. 100
Voies en alignement droit. . .	3.609.2	62.3
Voies en courbes supérieures ou égales à 500 mètres . . .	1.635.6	28.2
Voies en courbes inférieures à 500 mètres de rayon. . . .	548.6	9.5

Rayon minimum des courbes, 240 mètres.

Profil de la voie.

	Longueurs	Proportion
	kilomètres	p. 100
Voies en palier.	1.551.0	26.8
Voies en déclivités inférieures ou égales à 0,005m/m p. mèt.	1.943.6	33.5
Voies en déclivités supérieures à 0,005m/m par mètre	2.161.7	39.7

Inclinaison maximum des déclivités, 0,030 millimètres.

Ouvrages d'art. — Rétablissement des voies de communication.

Passages supérieurs	1.213
Passages à niveau	4.691
Passages inférieurs.	2.381
Ensemble.	8.285

Rétablissement des voies fluviales.

	Nombre	Longueurs ensemble
		mètres
Ponceaux et aqueducs de moins de 5 m. d'ouverture.	10.745	16.826.77
Ponts de 5 à 20 mètres entre culées.	620	6.089.68
Ponts de 20 mètres et plus entre culées.	242	19.801.89
Viaducs de 10 mètres et plus de hauteur moyenne	150	21.399.09

Souterrains. 182 souterrains, ayant une longueur ensemble de 61k,061m,55 et d'un coût total de 75 millions

Désignation des articles	Totaux partiels	Totaux généraux	Moyenne par kilomètre exploité
Locomotives à voyag. et mixtes.	686		
Locomotives à marchandises. .	553	1.323	0.22
Locomotives de gare.	84		
Tenders	»	1.236	0.20
Voitures à voyageurs.	»	3.076	0.51
Fourgons et vagons divers . . .	»	26.371	4.34
Total général.		32.006	5.32

957,568 francs, soit 1;244 francs le prix de revient par mètre courant.

Enfin, l'exploitation de ce réseau était assuré à cette époque par 785 gares, stations et haltes d'un espacement moyen de 7,251 mètres.

L'effectif du matériel de la Compagnie de Paris à Orléans, au 31 décembre 1889, est composé de la façon suivante (V. le dernier tableau de la colonne précédente).

Principaux résultats statistiques de l'année 1889. Les renseignements ci-après ont été établis d'après les comptes de la Compagnie de Paris à Orléans arrêtés au 31 décembre 1889 :

	Année 1888 Réseau principal	Année 1889 Réseau principal
Recette kilométrique..	30.014 f. 46	32.282 f. 50
Dépense kilométrique.	14.690 59	15.353 12
Produit net par kilom.	15.323 88	16.929 38
Parcours kil. des trains	30.589k,148	31.284k,197
Recette par train kil..	5 f. 01	5 f. 27
Dépense par train kil.	2 45	2 51
Produit net par train kilométrique.	2 56	2 76
Nombre de voyageurs transportés.	20.699.399 v.	21.581.127 v.
Parcours moyen d'un voyageur.	48k.8	58k,5
Nombre de voyageurs transportés à 1 kil. .	1.010.943.318	1.261.761.838

Notons, enfin, pour terminer, que le chiffre total des recettes portées au compte de premier établissement s'est élevé, au 31 décembre 1889, à 1,905,640,903 fr. 23 et celui des dépenses à 1,862,866,294 fr. 22.

Compagnie des chemins de fer départementaux, Les renseignements ci-après que nous donnons sur cette Compagnie, proviennent de l'album statistique des chemins de fer français pour l'année 1888, publié par le Ministère des Travaux Publics.

Principaux renseignements statistiques au 31 décembre 1888.

Désignation des articles			Totaux
Longueur totale exploitée.			268 k.
Longueur moyenne exploitée.			234
Recettes d'exploitation (non compris l'impôt).	Grande vitesse	Voyageurs..	228.196 fr.
		Diverses. . .	42.305
	Petite vitesse	Marchandis. à la tonne.	174.327
		Diverses. . .	10.927
Recettes diverses			4.405
Recettes totales de l'exploitation . . .			460.160
Dépenses totales de l'exploitation. . .			687.156
Produit net total (excédent des dépenses sur les recettes).			226.996 fr.
Rapport de la dépense à la recette. .			149 0/0
Nombre de voyageurs transportés. .			326.199 v.
Nombre de voyageurs transportés à 1 kilomètre			4.161.883
Nombre de tonnes transportées à toute distance.			56.188 t.
Nombre de tonnes transportées à 1 k.			824.328

Principaux résultats statistiques de l'année 1889. Renseignements établis d'après les comptes de la Compagnie de Paris à Orléans arrêtés au 31 décembre 1889.

Désignation des articles	Année 1888		Année 1889	
	Réseau principal	Lignes neuves	Réseau principal	Lignes neuves
Longueur totale exploitée	5.106 k.	929 k.	5.106 k.	988 k.
Longueur moyenne exploitée	5.106	899	5.106	968
Recettes — Grande vitesse — Voyageurs	47.042.915 f. 20	1.716.210 f. »	54.355.723 f. 28	1.923.126 f. »
Recettes — Grande vitesse — Bagages	1.858.564 59	56.895 »	1.931.466 82	63.818 »
Recettes — Grande vitesse — Messageries et divers	6.928.117 95	120.840 »	12.301.056 87	239.225 »
Recettes — Grande vitesse — Chevaux et voitures	1.124.814 97	5.800 »	395.881 81	3.780 «
Recettes — Petite vitesse	96.634.264 42	2.287.825 »	94.508.960 02	2.555.549 41
Recettes — Recettes diverses	17.792.207 79	45.029 02	1.259.778 57	7.514 97
Recettes — Recettes sur l'exercice clos	» »	» »	143.743 73	» »
Total des recettes	174.328.984 64	4.232.836 74	165.896.611 10	4.793.113 38
Dépenses	95.126.313 80	4.620.799 33	78.718.791 51	4.993.797 76
Excédent des recettes sur les dépenses	79.202.670 f. 84	387.962 f. 59	87.177.819 f. 59	200.684 f. 38
	78.814.708 fr. 25		86.977.134 fr. 21	

Compagnie des chemins de fer départementaux.

Situation au 31 décembre 1888.

Constitution du réseau — Dates et natures des concessions	Désignation des lignes	Départements traversés	Longueurs totales des lignes	Longueurs des lignes à construire	Longueurs des lignes en construction	Lignes exploitées — Longueurs exploitées	Nombre de stations ouvertes	Nombre moyen de trains circulant chaque jour dans chaque sens	Date de la mise en service
			kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	stat.	trains	
Réseau d'intérêt général (A).									
Loi du 17 juillet 1886. Concessions définitives.	La Voulte-sur-Rhône au Cheylard	Ardèche	46	»	46	»	»	»	»
	Tournon à la Mastre	Ardèche	29	»	29	»	»	»	»
	Yssingeaux à la Voulte-sur-Loire	Haute-Loire	22	»	22	»	»	»	»
Loi du 17 juillet 1886 Concessions éventuelles.	Le Chaylard à Yssingeaux	Ardèche, Hte-Loire	68	68	»	»	»	»	»
	La Mastre au Cheylard	Ardèche	19	19	»	»	»	»	»
Totaux pour le réseau d'intérêt général			184	87	97	»	»	»	»
Réseau d'intérêt local (B).									
Loi de 1880.	Valognes vers Barfleur et embranchements	Manche	44	»	»	44	14	4	1886
	Angoulême à Rouillac	Charente	37	»	37	»	»	»	»
	Port-Boulet à Châteaurenault	Indre-et-Loire	104	»	»	104	24	4	1885
	Ligueil à Montrésor	Indre-et-Loire	41	»	41	»	»	»	»
	Le Grand-Pressigny à Esvres-sur-Indre	Indre-et-Loire	52	»	52	»	»	»	»
	La Ferté-sous-Jouarre à Montmirail	Seine-et-Marne, Aisne et Marne	43	»	43	»	»	»	»
	Coudetz à la Ferté-s.-Jouarre	Seine-et-Marne	2	»	2	»	»	»	»
	Montereau à Château-Landon	Seine-et-Marne	51	«	6	45	15	4	1888
	La Roche à l'Isle-s.-Serein	Yonne	75	»	»	75	23	4	1887
Totaux pour le réseau d'intérêt local			449	»	181	268	76	16	
— — — général			184	87	97	»	»	»	
Ensemble du réseau			633	87	278	268	76	16	

(A) Chemin de fer à voie étroite de 1 mètre de largeur. — (B) Chemin de fer à voie étroite de 1 mètre de largeur.

L'effectif et le parcours du matériel roulant de la Compagnie des chemins de fer départementaux, au 31 décembre 1888, sont indiqués sommairement par le tableau suivant :

Désignation des véhicules	Nombre	Parcours
	véhicules	kilomètres
Locomotives.	23	466.086
Voitures de 2e classe et mixtes. .	32	489.677
Voitures de 3e classe	34	457.644
Vagons de la grande vitesse. . . .	23	525.326
Vagons de la petite vitesse. . . .	329	1.248.126
Total général des voitures et vagons	418	2.718.773

PARTICIPATION DU PERSONNEL DANS LES BÉNÉFICES DE L'ENTREPRISE. La participation aux bénéfices est un mode spécial de rémunération du travail dont le caractère distinctif est de s'ajouter, soit au salaire pur et simple, soit au salaire déjà modifié et augmenté par les sursalaires, les gratifications et les primes. Le produit de la participation se rapproche du sursalaire en ce sens qu'il est, comme lui, acquis à l'ouvrier sans que celui-ci ait, à un moment quelconque, couru le risque de participer directement aux pertes; mais, tandis que le sursalaire est payé à l'ouvrier, à forfait, tous les quinze jours, sans qu'on ait à se préoccuper des résultats de l'inventaire annuel, la participation ne peut donner un résultat qu'après la clôture de l'exercice industriel. Le sursalaire a donc sur le produit de la participation l'avantage de la certitude et de la jouissance immédiate. Les mauvaises chances, les erreurs administratives et commerciales de la gérance pourront bien, dans l'avenir, amener la diminution du nombre des ouvriers et peut-être la fermeture de l'usine, mais ces conséquences, de faits indépendants du zèle ou de la négligence de l'ouvrier, n'agissent pas, dans le moment actuel, sur sa rémunération. Par contre, avec des sursalaires avantageux, aussi bien que sous le régime du salaire pur et simple, à la journée ou aux pièces, l'ouvrier reste en face du patron, comme le vendeur d'une marchandise en face de l'acheteur. L'un et l'autre ont intérêt sans doute à rester en relations, espérant tous deux faire de bonnes affaires, mais l'opposition d'intérêts inhérente à la nature même des choses existe entre eux. Au contraire, la participation aux bénéfices, bien comprise et largement appliquée, fait entrer dans une voie tout autre les trois facteurs essentiels de la production: capital, travail de la direction et travail des ouvriers. Ils ne sont pas, il est vrai, des associés de droit commun unis à la fois dans les chances de gain et dans les risques de perte; la solidarité n'existe qu'au point de vue du bénéfice espéré, mais cet avantage suffit pour que les divers concours nécessaires au succès de l'œuvre entrent dans une étroite et cordiale alliance.

Une définition précise de la participation est nécessaire. C'est une libre convention, expresse ou tacite, suivant les cas, par laquelle un patron, industriel, commerçant ou agriculteur, individu ou société quelconque, civile, commerciale ou coopérative, donne à son ouvrier, à son employé, en sus du salaire normal, une part dans les bénéfices sans participation aux pertes.

La participation accordée par un chef d'industrie à ses collaborateurs, à l'occasion de l'entreprise conduite à l'aide de leurs bras, n'est pas et ne peut pas être assimilée à une simple libéralité. Elle fait l'objet d'un contrat plus ou moins clairement formulé, plus ou moins sous entendu. Tantôt, elle est organisée par des règlements ou des statuts imprimés; tantôt, elle se produit à l'état de simple coutume; dans tous les cas, elle se rattache, non pas à une idée de charité, de pure générosité, de largesse ou d'aumône, mais à l'exécution du contrat de travail.

La participation est juste et utile. Juste en elle-même. Utile aux ouvriers, aux patrons, à la société tout entière.

Voici comment la participation a pour base la justice.

En principe, la richesse produite par un ensemble d'efforts quelconque, doit se répartir proportionnellement à la valeur des concours. Cette valeur relative n'est pas toujours facile à déterminer, mais on peut se rapprocher de la vérité d'une manière plus ou moins approximative. Le salaire de l'ouvrier, intérêt du capital humain qui s'use et se détruit; l'intérêt du capital industriel ou financier, salaire des services rendus et des risques courus par la propriété mobilière ou immobilière, sont des termes de comparaison dont on peut se servir pour apprécier l'importance relative des concours.

Le capital humain représenté par les bras des ouvriers court, sans doute, des risques de mort, d'accident et de chômage, mais il n'est pas, comme le capital argent et le patron responsable, exposé au risque de faillite et de ruine. Il reçoit un salaire qu'aucune perte ne peut l'obliger à rendre. N'étant pas passible des pertes, son droit dans le partage des bénéfices, comporte donc une diminution de valeur, mais son concours, au point de vue de l'équité naturelle et de la justice non écrite, mérite en principe, et sauf stipulation contraire, de lui faire attribuer, en sus du salaire qui l'a fait vivre et a soutenu ses forces, une participation quelconque dans les fruits du travail commun.

En fait, les choses ne se passent pas ainsi et, jusqu'ici, la participation s'est rarement ajoutée au salaire, soit parce que l'ouvrier préfère à toute éventualité d'un profit futur et douteux, la certitude d'un avantage immédiat obtenu sous forme d'augmentation de salaire, soit parce que l'ouvrier n'a pas osé demander une participation, ou n'y a même pas songé.

Le contrat de travail n'a d'autre base alors que le salaire pur et simple avec sa simplicité apparente et ses vices cachés; avec la facilité extrême de l'embauchage et du renvoi, mais avec l'opposition radicale et profonde des intérêts et la menace toujours imminente d'une grève pour l'augmentation du salaire et la diminution du travail.

Rien de plus conforme au droit strict; c'est une manière comme une autre d'user de sa liberté, mais supposons maintenant que la participation vienne à s'établir; au lieu de l'antagonisme, on verra, en vertu de cette même liberté des conven-

tions, en vertu de ce même droit civil, se produire l'harmonie des volontés et l'accord des intérêts. Qu'importaient aux ouvriers nomades les embarras industriels et commerciaux du patron! Eux-mêmes s'ingéniaient souvent à les faire naître. Les voilà aujourd'hui participants. Leur intérêt est de voir grossir ce bénéfice dont ils auront une part.

Il va sans dire que l'avantage promis doit être sérieux. Il ne faut pas qu'il s'abaisse trop souvent au-dessous de 10 0/0 du salaire. Il ne faut pas qu'une trop maigre participation, pompeusement réglementée, fasse regretter aux ouvriers élevés au grade de participants les fortes gratifications qu'avec moins de souci de leur dignité et de leur avenir, tel ancien patron leur donnait, en même temps qu'à ses domestiques, à titre d'étrennes, pour boire à sa santé.

La participation procure à l'ouvrier l'avantage matériel d'une position meilleure dans le présent ou dans l'avenir, et l'avantage moral qui résulte toujours d'une situation analogue, à certains égards, à celle d'un associé.

La participation semble faite pour servir de base au développement des institutions de prévoyance et d'épargne. Donnée en espèces, elle ne produit que rarement les beaux progrès sociaux dont elle contient le germe. Si les ouvriers, sans avoir à craindre les déchéances, peuvent, d'année en année, assister à la création de leur patrimoine ou de leur pension de retraite, profiter des immenses bienfaits d'une double assurance en cas de décès prématuré et au jour de la cessation du travail pour cause de vieillesse, ils cesseront d'être en proie à ce sentiment d'abandon et de désespérance qui engendre chez eux un profond désir de bouleversement social universel. Ils comprendront qu'un avenir moins sombre leur est réservé. Le spectre de la misère cessera de les obséder. Ils seront eux-mêmes les créateurs de leur prospérité. Il suffit de parcourir les rapports du jury de l'économie sociale à l'Exposition universelle de 1889 pour voir ce que peuvent produire les belles institutions patronales créées dans beaucoup de nos grandes usines.

La tranquillité, la sécurité du patron fondée sur la solidarité des intérêts est une des heureuses conséquences de la participation bien organisée.

Le fondateur d'un atelier de broderies qui donne à ses ouvrières le quart des bénéfices nets, M. Nayrolles, de Paris, disait récemment : « Mes ateliers ont été organisés avec cette pensée qu'il était juste de donner aux ouvrières plus que le salaire quotidien, c'est-à-dire une part dans les bénéfices et de leur demander en échange plus que du travail manuel, c'est-à-dire une part de leur intelligence en les faisant concourir à la création des modèles ». Voilà l'union intime des esprits et des volontés travaillant sans arrière-pensée à l'œuvre commune.

Au point de vue industriel et commercial, l'argument le plus décisif, le plus puissant qu'on puisse invoquer en faveur de la participation, est celui du moyen offert par ce système de contenir dans de justes limites, le chiffre des salaires et, par suite, d'empêcher l'augmentation désastreuse du prix de revient.

La participation est utile à la société, à titre de transaction possible entre les exigences des ouvriers et les résistances des patrons. Elle offre un bon terrain de conciliation et d'entente ; elle peut donc ainsi contribuer à la paix sociale, en donnant aux travailleurs de légitimes satisfactions, plus efficaces que l'emploi de la force pour garantir le maintien de l'ordre et apaiser les ressentiments.

Si l'on prétendait que les ouvriers devenus participant aux bénéfices dans la proportion d'un quart, par exemple, feront grève pour avoir la moitié, nous répondrions qu'heureusement la reconnaissance d'un droit équitablement déterminé, n'a pas nécessairement pour conséquence le mécontentement et la révolte.

Nous sortirions des limites qui nous sont imposées dans ce *Dictionnaire*, en mettant sous les yeux du lecteur l'histoire et la statistique de la participation. Tous ces détails sont donnés dans les ouvrages spéciaux indiqués plus loin, sous la rubrique *Bibliographie*. Il nous suffira de dire que la participation aux bénéfices est une idée française; que le peintre en bâtiments, Leclaire, en a été en 1842, à Paris, le premier et le plus grand promoteur ; qu'Edmond Laroche-Joubert a entrepris deux ans après la même œuvre dans sa papeterie d'Angoulême, et que Godin, à Guise, a montré, dans ses fabriques d'appareils de chauffage, en suivant à cet égard, avec des changements de forme, l'inspiration de Leclaire, comment la participation attribuée au personnel, non en espèces, mais en parts individuelles des immeubles et de l'outillage, peut conduire d'abord à la co-propriété du capital social, et, de là, à l'association coopérative de production.

La participation a pris suivant les temps, les circonstances et les milieux, les caractères les plus variés. Elle n'a rien d'absolu, et se prête à toutes les nécessités industrielles. Prétendre jeter dans un moule uniforme, tous les projets de participation qui s'élaborent ou oser, à un degré quelconque, violenter à cet égard la liberté des citoyens, patrons ou ouvriers, serait écraser dans l'œuf une institution appelée peut-être à de grandes destinées. Dès maintenant l'expérience des beaux résultats de l'initiative indépendante est faite en matière de participation. Les exemples abondent.

Le nombre des maisons actuellement connues comme pratiquant la participation, était, en janvier 1891, de deux cent cinquante. A chaque instant de nouvelles applications sont enregistrées, les unes, anciennes, qui se révèlent tardivement ; les autres qui naissent et se développent sous l'influence d'un grand courant d'opinion publique dont la force et l'élan augmentent chaque jour.

La participation peut se manifester de deux manières : elle peut être patriarcale et discrétionnaire, donnée par le patron sans conditions strictement déterminées ; c'est pour nous la première période, ère de préparation, d'éducation du personnel ; c'est alors que d'année en année, se forme

un noyau d'ouvriers d'élite ; la hiérarchie s'organise ; les habitudes de stabilité se prennent ; l'instruction, la confiance se répandent, et un moment vient où le personnel est mûr pour entrer dans la seconde période, celle de la participation contractuelle.

La participation contractuelle peut, comme nous l'avons dit, se présenter sous divers aspects. Nous nous bornerons à parler brièvement de quatre points principaux : la fixation d'un quantum déterminé, la répartition de ce quantum entre les ayants droit, le contrôle des comptes, et enfin le mode d'emploi du produit de la participation, avec ou sans déchéance.

I. *Qnantum déterminé.* La fixation d'un quantum déterminé doit varier nécessairement d'après l'importance relative du capital et de la main-d'œuvre, et d'après les risques plus ou moins grands que fait courir au capital la nature de l'industrie exercée.

Nous avons dit et nous répétons que le quantum doit être fixé de manière à donner, autant que possible, un produit égal ou supérieur à 10 0/0 des salaires.

Administrée à dose homœopathique, la participation ne peut produire qu'un mauvais effet. Mieux vaut, pour les maisons qui se bornent à joindre les deux bouts, attendre, pour créer la participation, le moment où une promesse faite pourra être suivie d'un résultat appréciable.

II. *Répartition du quantum.* La répartition au marc le franc des appointements et salaires, est la règle généralement suivie. C'est aussi la plus simple. Mais il importe de tenir compte des aptitudes spéciales que comportent le commandement et une délégation d'autorité et de responsabilité. Les gérants, les directeurs, les grands chefs de service reçoivent presque partout, et depuis longtemps, des parts individuelles de bénéfices, 1 0/0, 1/2 0/0, 1/4 0/0, etc. Il a paru juste, dans un grand nombre d'établissements, de majorer pour la répartition au marc le franc, les traitements des chefs, sous-chefs, contre-maîtres, etc. Il ne faut pas que l'écart soit trop grand entre les intérêts individuels d'un chef de fabrication, par exemple, et la participation au marc le franc des chefs d'atelier.

III. *Contrôle des comptes.* L'autorité du patron doit rester intacte, soit pour la gestion de l'affaire, soit pour la confection des inventaires d'où sortira le bénéfice à distribuer. Mais ici on se trouve en présence d'un dilemme périlleux : ou le patron agira sans aucun contrôle en vertu d'un pouvoir discrétionnaire absolu et les ouvriers seront à sa merci, ou ceux-ci pourront prendre connaissance des comptes, et alors le secret des opérations sera compromis. S'il devait en être ainsi, les patrons s'empresseraient d'user bien vite de leur droit inaliénable de supprimer la participation aux bénéfices devenue, pour l'industrie, un élément de désordre. Deux moyens se présentent. Le premier consiste à déclarer d'une manière formelle qu'aucun contrôle n'aura lieu, et alors la participation devient plutôt patriarcale et potestative que contractuelle. Le second moyen, le meilleur, est celui dont M. Goffinon a été le premier organisateur dans sa maison de couverture et plomberie. C'est le contrôle des comptes par un arbitre expert, nommé d'accord chaque année par les ouvriers et les patrons. Ce contrôleur voit les comptes, les étudie sous le sceau du secret professionnel, et, s'il les trouve loyalement dressés, se borne à en faire en quelques mots la brève déclaration.

IV. *Mode d'emploi, avec ou sans déchéance.* Nous n'entrerons pas ici dans de grands détails sur le mode d'emploi des produits de la participation. Il faudrait, à côté de la distribution en espèces, énumérer toutes les institutions de prévoyance et d'épargne. Nous mentionnerons cependant, d'une manière spéciale, le livret individuel pour la création du patrimoine, les livrets de la caisse des retraites de la vieillesse et l'assurance mixte.

La question de déchéance est très importante. Il s'agit de savoir si le produit de la participation épargné et mis à part au compte de l'ouvrier par les soins du patron peut et doit être enlevé à cet ouvrier au profit de la masse s'il se fait renvoyer ou quitte la maison. Les avis sont très partagés sur ce point. Rien de plus légitime que de subordonner le paiement d'une somme ou le service d'une rente viagère à une durée de 25 ou 30 ans passés dans une maison industrielle ou au service d'une personne quelconque. Rien de plus utile même que cette précaution dans les maisons où les ouvriers sont nomades et où c'est à peu près le seul moyen d'obtenir la stabilité.

Mieux vaut toutefois, à notre avis, lorsqu'il s'agit d'institutions qui ont la participation pour base, procéder autrement. La participation, liquidée à la suite d'un inventaire et attribuée à un ayant droit, devient en quelque sorte, dans sa pensée, en dépit des stipulations acceptées, l'objet d'un droit acquis. Nous croyons que la suppression graduelle des déchéances pourra, dans l'avenir, contribuer aux progrès si désirables de la participation. — CH. R.

Bibliographie : Les principaux ouvrages à consulter pour l'étude de la participation aux bénéfices sont les suivants : *Bulletin de la participation aux bénéfices*, 12 vol. (1879-1890) ; cet ouvrage est périodiquement publié la Société pour l'étude pratique de la participation aux par bénéfices, reconnue d'utilité publique par décret du 12 mars 1889, et honorée d'un grand prix à l'Exposition universelle de 1889 ; *La participation aux bénéfices*, étude pratique sur ce mode de rémunération du travail, par le Dr Victor Böhmert, traduit de l'allemand et mis à jour, par M. Albert Trombert ; *Enquête de la Commission extra-parlementaire des Associations ouvrières*, nommée par M. le Ministre de l'intérieur, 3 vol. in-4° (1883-1888) ; *Profit Sharing between employer and employee*, a study in the evolution of the wages system, by Nicholas Paine Gilman ; *Participation aux bénéfices*, compte-rendu *in-extenso* des séances du Congrès international tenu en 1889 ; *Groupe de l'Economie sociale à l'Exposition universelle de 1889*, section II. Participation aux bénéfices et Associations coopératives de production. Rapport de M. Charles Robert.

• **PASSAVANT.** En matière de douanes, on désigne sous le nom de *passavant* un permis de circulation que l'administration délivre aux proprié-

taires ou conducteurs de marchandises devant être transportées, soit par terre dans un rayon de deux myriamètres de la frontière, soit par cabotage entre deux ports français.

Afin d'éviter la fraude, on exige que, pour être valable, le passavant soit délivré le jour où s'effectue le transport et il n'est valable que ce jour là. Il faut qu'il indique l'heure du départ, la nature des objets transportés, le lieu de destination; il contient, en outre, écrite en toutes lettres, la fixation du temps nécessaire pour le trajet. En outre, le passavant doit être visé à tous les bureaux de douanes qui se trouvent sur la route à parcourir et être représenté à tous les agents qui en font la réquisition.

Tiennent lieu de passavant: l'acquit de paiement des droits d'entrée, les expéditions délivrées pour les marchandises exportées avec permis, l'acquit-à-caution de transit et, enfin, la quittance du paiement des droits de sortie.

Les objets de consommation que les habitants des zones frontières transportent aux foires ou marchés ou en rapportent sont dispensés de la formalité du passavant. — L. B.

●* **PASTEURISATION** (des bières). Le chauffage à bain-marie des bières françaises en bouteilles destinées à l'exportation, est connu sous le nom de *pasteurisation*, parce que ce procédé est dû à Pasteur, l'illustre chimiste qui en a tracé les règles.

Pour éviter la casse, il doit être accompli en bouteilles très solides. La température de chauffe est portée vers 60° centigrades, tirer lentement en deux heures environ. On la maintient pendant une demi-heure ou davantage, puis on procède lentement au refroidissement. La durée de conservation assignée à la bière détermine le degré de chauffe et sa durée.

Le procédé n'est pas d'ailleurs sans certains inconvénients: c'est ainsi que les bières brunes s'accommodent mieux de la pasteurisation que les bières blanches. Les bières vieilles, bien déposées s'y prêtent beaucoup mieux aussi que les bières jeunes. Les bières qui possèdent une forte atténuation, une pureté parfaite et un certain âge peuvent se conserver alors six mois et plus complètement exemptes de dépôt.

Au bout d'un certain temps, variable, suivant la qualité de la bière et le mode de pasteurisation, toute bière commence à déposer bien que très lentement; les cellules de levure qui paraissaient tuées reprennent une nouvelle vie. Mais si l'on chauffe de nouveau les bouteilles chaque fois que se montre un dépôt, celui-ci disparaît complètement; aussi peut-on conserver la bière de cette façon pendant deux ou trois ans sans qu'elle se trouble ou devienne aigre.

●* **PELIGOT** (Eugène-Melchior), chimiste éminent, membre de l'Académie des sciences. Né à Paris en 1812, mort à Paris le 15 avril 1890. Elève à l'Ecole centrale des arts et manufactures, de 1829 à 1831, il fut, à sa sortie, préparateur et bientôt collaborateur de Dumas. Agé de vingt-quatre ans, il rentra à l'Ecole comme professeur de chimie. En 1841, il remplaça Clément Desormes au Conservatoire des arts et métiers et partagea avec Payen l'enseignement de la chimie. Dès 1844, il se fit remarquer par ses travaux sur la composition du verre et publia ses leçons sur l'art de la verrerie. Ses recherches sur l'industrie sucrière sont des plus importantes et ont valu des centaines de millions aux fabricants de sucre. En 1852, il fut élu membre de l'Académie des sciences. En 1870, membre de la Société nationale d'agriculture; en 1880, directeur des essais à la Monnaie. Il était encore président de la Société française de photographie. Il fut membre du Comité des arts chimiques depuis 1835 jusqu'à sa mort, secrétaire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale pendant quarante-deux ans. Sa carrière offre cinquante-six années de travail incessant et toujours utile. En 1884, il fut nommé grand-officier de la Légion d'honneur. Péligot était modeste, simple, très timide; mais aimait la justice, la vérité, la droiture. Travailleur infatigable, étranger à toute intrigue, n'ayant jamais connu l'envie.

La liste de ses travaux est longue; elle contient 87 mémoires originaux, publiés de 1833 à 1889. On peut les classer ainsi: 1° *Recherches de chimie pure*, sur les composés de l'azote, du chrome, sur l'uranium, sur les alcools et les éthers; 2° *Recherches de chimie appliquée aux arts et à l'agriculture*: fabrication de l'acide sulfurique; recherches sur les métaux et les alliages, sur la verrerie, sur la composition des eaux de Paris, du blé, du thé, sur la betterave à sucre, la canne à sucre, les éléments minéraux des plantes, sur les vers à soie; 3° *publications*: 1838, *Recherches sur l'analyse et la composition chimique de la betterave à sucre*; 1846, *Rapport adressé à MM. les membres de la Chambre de commerce de Paris sur les produits de l'industrie autrichienne ouverte à Vienne le 15 mai 1845*; 1862, *Douze leçons sur l'art de la verrerie*; 1877, le *Verre, son histoire, sa fabrication*; 1882, *Traité de chimie analytique appliquée à l'agriculture*.

Les nombreux Mémoires de Péligot ont paru dans les *Annales de chimie et de physique*, ou dans les *Comptes-rendus* des séances de l'Académie des sciences, ou dans les *Bulletins de la Société d'encouragement*, ou dans les *Annales du Conservatoire des arts et métiers*. Péligot a publié aussi des articles ou petits traités dans l'*Encyclopédie des gens du monde*, dans l'*Industrie populaire*. — C. D.

●* **PÉROU.** République de l'Amérique du sud, située entre le Pacifique, le Brésil, la Bolivie et l'Equateur. Superficie, 1,072,000 kilomètres carrés; population, 2,600,000 habitants, dont 100,000 pour la capitale, Lima. Le pays est montagneux, arrosé, couvert de volcans éteints ou en activité, et de lacs dont le plus important est celui de Titicaca. Le climat est rude, très variable, les arbres très communs et le sol généralement peu fertile. Mais les mines sont riches en or, argent, platine et cuivre; beaucoup de pierres précieuses aussi, surtout des émeraudes. Mais la vraie richesse minière du Pérou est l'argent; en trois siècles, on croit que sa production a atteint deux milliards de piastres.

L'agriculture est peu prospère et la terre rend mal sans un travail continuel dont les habitants actuels paraissent peu se soucier; ils préfèrent exploiter leurs forêts sans

souci de l'avenir. Les productions du sol sont : le blé, le maïs, la pomme de terre, le caféier, la canne, le cacao, la vigne, le coton, dont plusieurs sortes sont très estimées, la soie, le tabac, la noix muscade, la cannelle, le gingembre, le poivre, le piment, le quinquina; le coton est très abondant et très beau, ce pays est même le seul où l'on fasse annuellement deux récoltes de coton.

Le Pérou était autrefois très riche en salpêtre (nitrate de potasse), la dernière guerre avec le Chili lui a enlevé les gisements les plus précieux; il lui en reste quelques-uns qui entretiennent une petite industrie. Avec le salpêtre et les métaux précieux, on trouve encore à l'exportation le vin, le cacao, le sucre, les drogueries, la laine de vigogne et d'alpaca, les fourrures de chinchilla, enfin, et surtout, le guano.

Les îles Chinchas et Guanapé sont couvertes, sur une très grande hauteur, de ces excréments d'oiseaux de mer dont la richesse comme engrais est si grande; les gisements de guano sont exploités comme des mines. C'est grâce à ce commerce de salpêtre et de guano que le Pérou, sans agriculture et sans industrie, a pu se maintenir au rang des premières nations de l'Amérique du Sud et faire beaucoup pour le développement national. Des chemins de fer coûteux ont été construits : 2,800 kilomètres environ sont en exploitation; des écoles ont été fondées partout : deux universités, à Lima et à Cuzco; une école supérieure des arts et métiers et un institut, d'après le système allemand, à Lima, des écoles industrielles qui fournissent d'excellents chefs d'ateliers, etc.

L'exportation du guano s'élève annuellement à plus de cent millions; celle du salpêtre était de 4,580,000 quintaux en 1879, dont 2,800,000 pour le seul district d'Iquique, et 161,000 pour Pisagua.

Le port du Pérou est le Callao, dont le mouvement est d'environ 1,300 navires; la plupart des bâtiments sortant du Callao sur lest vont charger du guano dans les îles.

Le budget présente des chiffres satisfaisants; celui de 1888 a été réglé de la manière suivante (en soles de 5 francs) :

Recettes	16.183.000
Dépenses.	13.632.000
Excédent.	2.551.000

La dette s'élève à 368,456,000 soles, dont 88 millions de papier-monnaie. La guerre malheureuse soutenue par le Pérou a suspendu un peu son développement et a contribué fortement à l'endetter. Mais, à défaut même des mines de salpêtre et de guano, qui s'épuisent rapidement, le sol a d'autres trésors encore peu exploités et qui assureront longtemps des ressources aux finances publiques.

Le Pérou à l'Exposition de 1889. M. le général Canevais, maire de Lima, avait été un des chauds partisans de la participation péruvienne et il fut mis à la tête du Comité. M. de Ydiaques, consul général au Havre, commissaire général, et M. Carlos Cisneros, se chargèrent de l'organisation à Paris.

Très sagement, le Pérou s'était contenté du premier étage du pavillon élevé par la République de l'Uruguay et, grâce à cette association, les deux Etats avaient pu s'installer sous des dehors plus pompeux. Néanmoins, on peut dire que l'exposition péruvienne aurait pu et dû être plus importante, eu égard à l'incontestable richesse du pays.

Les produits envoyés étaient surtout agricoles. Quoique le pays soit riche en mines et métaux précieux, la seule société minière (française) de Ricapampa avait exposé des minerais d'argent. On ne trouvait guère, en outre que des rhums, des cacaos, des cafés et la coca, cette plante aux vertus étonnantes, sinon certaines, et de laquelle on a fait diverses préparations, vin, extrait, liqueur dorée, de l'aspect le plus engageant, si leurs qualités toniques et excitantes ne sont pas aussi merveilleuses qu'on a voulu le faire croire.

****PERSE.** Le royaume de Perse, situé entre le Turkestan, la mer Caspienne et la Russie, la Turquie, le golfe Persique et l'Afghanistan, possession anglaise, a une superficie de 1,427,000 kilomètres carrés, une population d'environ 8 à 9 millions d'habitants, dont un tiers au moins vivent en nomades dans des immenses déserts. La capitale est Téhéran, 200,000 habitants; viennent ensuite : Tauris, 165,000, et Ispahan, 60,000; le pays, très misérable, a peu de grandes villes.

La Perse est un immense plateau formé de rochers, de sables, de plaines sans eau et sans culture possible, car le sol en est imprégné de sel. Dans quelques vallées arrosées et sur les bords de la mer, la fertilité est, au contraire, merveilleuse et les jardins de ce pays sont célèbres; les productions principales sont le lin, le chanvre, le tabac, le sésame, le coton, le safran, les bois résineux : gommes, mastic, térébenthine, etc. Les vins sont renommés et les fruits excellents. Les différences extraordinaires entre le climat glacial des bords de la Caspienne et les rives torrides du golfe Persique permettent, d'ailleurs, une très grande variété de productions, à considérer l'ensemble du pays. Mais les communications intérieures entre ces deux points extrêmes sont fort rares et chaque province ignore à peu près les ressources de sa voisine. Plusieurs déserts coupés de lacs occupent l'intérieur du plateau, leur maigre végétation donne pourtant la pâture à quelques bêtes de somme et à des chevaux robustes d'une valeur commerciale considérable sur les marchés de Turquie. L'agriculture est nécessairement médiocre, elle ne donne lieu qu'à des exportations de substances médicinales et tinctoriales; il faut y joindre les vins de Chiraz. Les mines paraissent fort riches mais ne sont pas exploitées; le sol contient pourtant en abondance du cuivre, de l'or et de l'argent, du fer, du jaspe, du marbre, des turquoises, du bitume, du salpêtre, de la naphte et du pétrole, surtout beaucoup de sel, qui fournit d'ailleurs à l'exportation.

Mais l'industrie individuelle est développée. Etoffes, tapis, armes, sabres et couteaux du Khoraçan, cuirs, porcelaines, cotonnades et nankins d'Ispahan, soie très belle, surtout à Iezd, très abondante, le pays étant couvert de mûriers partout où sa culture est possible; tous ces travaux, plusieurs fois séculaires en Perse, sont arrivés à un état remarquable de perfectionnement, complété par le goût naturel qui porte ces peuples vers l'art décoratif.

A peine peut-on citer, à côté de cette industrie primitive, quelques usines, notamment des raffineries. Le gouvernement, plus entreprenant peut-être que véritablement éclairé, de Nazer-Eddin a beaucoup tenté pour le développement de cet État, mais il manque à la fois l'argent, la bonne volonté de ce peuple très attaché aux traditions, et la sécurité politique, aussi bien à l'intérieur, où beaucoup de tribus se montrent indisciplinées, qu'à l'extérieur où les ambitions de la Russie et de l'Angleterre, que la Perse sépare encore, se manifestent souvent d'une façon brutale.

Le transit par caravane et par eau entre l'Inde et l'Europe orientale assure encore à la Perse une source importante de revenus et d'influence, mais les chemins de fer auront bientôt raison de ce mode arriéré de transports. Actuellement, les épices, l'indigo, le sucre, le coton de l'Inde prennent encore ce chemin pour la Turquie et la Russie, et, au retour, les caravanes se chargent de fruits secs de toutes espèces, mais surtout de dattes très estimées, d'opium, de gommes et de tissus de soie. Ce transit est en partie compris dans le total général des importations, qui atteignent 125 millions de francs, et des exportations s'élevant à 72 millions.

On ne possède sur les finances de Perse que des évaluations, d'autant que le peuple paye beaucoup plus que le gouvernement ne perçoit. L'impôt est prélevé partie en argent, partie en nature, orge et blé pour la plus grande somme, soit près de 500,000 tomans (un toman vaut environ 11 francs), riz, paille, pois et soie. Les douanes rapportent 536,000 francs.

Les provinces pourvoient directement à une partie de leurs besoins. Quant aux dépenses communes, elles s'élèvent à :

Armée	1.750.000
Traitements	750.000
Pensions des prêtres	250.000
Dépenses privées du shah	500.000
Dépenses extraordinaires	500.000
Excédent	500.000
	4.250.000

L'armée comprend près de 50,000 hommes sur le pied de paix et plus de 100,000 sur le pied de guerre.

La Perse à l'Exposition de 1889. Ce pays peu riche, en argent aussi bien qu'en industrie, et fort éloigné de nous, a fait montre du moins de bonne volonté et de sympathie pour la France. Il a exposé officiellement et son souverain a visité Paris à l'occasion du centenaire de la Révolution. La section, organisée par les soins de M. Dorsy, était contiguë à l'exposition égyptienne et occupait une superficie de 375 mètres carrés. M. Dolley, architecte, avait fort habilement reconstitué pour la façade, une ancienne mosquée.

A l'intérieur, la section persane était bien ce qu'elle pouvait être, plus curieuse qu'intéressante ; la vie passée, l'industrie ancienne étaient représentées par de superbes objets en cuivre et en fer, par des faïences de toute beauté, des étoffes riches de tissus et de couleurs ; toute cette partie de l'exposition était réellement incomparable. A signaler tout particulièrement, les collections de MM. Lemaire et Richaud qui, d'ailleurs, en formaient le fonds principal. Le côté moderne était moins remarquable. Du côté de l'agriculture, des graines, drogues, opium, gommes, de la soie, des dattes, quelques échantillons de ces vins fameux du Chiraz ; du côté de l'industrie, quelques belles pièces encore, en châles, tapis, soieries, céramique, armes blanches et coutellerie, le tout témoignant d'une certaine activité chez ce peuple qui cherche, avec sa nature encore plus qu'à demi-sauvage, à se former à l'européenne.

PHARE. Malgré l'état déjà très satisfaisant de l'éclairage des côtes, surtout dans les pays les plus avancés, l'Exposition de 1889 a permis de constater encore des progrès très intéressants. L'emploi de la lumière électrique s'est généralisé principalement pour les phares de grand atterrage ; les moteurs à air chaud, du système Bénier, ont remplacé la machine à vapeur dont l'alimentation présente souvent des difficultés insurmontables ; un autre avantage est résulté de l'installation de la force motrice pour actionner les machines électriques, c'est la facilité de multiplier les signaux sonores indispensables pour remédier à l'insuffisance de l'éclairage par les temps de brouillard.

Parmi les perfectionnements de détail si importants dans ce service, il faut signaler : le frein à friction qui assure le mouvement uniforme de l'appareil de rotation, en permettant de donner au poids moteur une surcharge suffisante pour surmonter les résistances, soit au départ, soit pendant la marche ; un dispositif qui permet de remonter le poids moteur sans interrompre le mouvement de l'appareil ; un avertisseur électrique des arrêts. Ce dernier a été réalisé très simplement à l'aide d'une petite boîte en ébonite que le rapprochement des branches du pendule-régulateur fait basculer de façon que le mercure qu'elle contient ferme le courant d'une sonnerie électrique. On a conservé les machines magnéto-électriques de M. de Méritens ; on a seulement modifié leur accouplement et on les a rendues indépendantes ; la transmission de mouvement a été munie de freins d'embrayage du système Mégy, ce qui permet de faire varier rapidement l'intensité lumineuse suivant l'état de l'atmosphère. Avec un courant de 41 à 44 volts et de 33 à 150 ampères on passe de 160 becs carcels pour le temps clair à 360 pour le temps moyen, à 500 pour les brumes et à 738 pour les brouillards. Ce dernier chiffre porte l'intensité lumineuse du faisceau émis par l'appareil et mesuré à 460 mètres de distance, à 600,000 becs carcels. En temps clair et en temps moyen, c'est-à-dire durant un intervalle de temps équivalant sensiblement, en moyenne, au 10/12 de l'année, la portée lumineuse des nouveaux feux électriques dépasse 27 milles marins (50 kilomètres). Elle est donc largement suffisante, car, en raison de l'insuffisance des portées géographiques dont on dispose dans la plupart des cas, le phare cesserait d'être utile à plus grande distance. Pendant les autres 2/12 de l'année, les portées lumineuses sont d'autant plus insuffisantes que le temps est plus chargé de brume ; mais il est impossible de remédier complètement à cet inconvénient et on ne pourrait l'atténuer que faiblement au prix d'une dépense hors de proportion avec les résultats. Parmi les instruments de contrôle qui complètent les installations, il faut signaler un avertisseur électrique des arrêts ou des ralentissements des magnétos ; il se compose d'un curseur A (fig. 706) qui se meut, sous l'influence de la force centrifuge, le

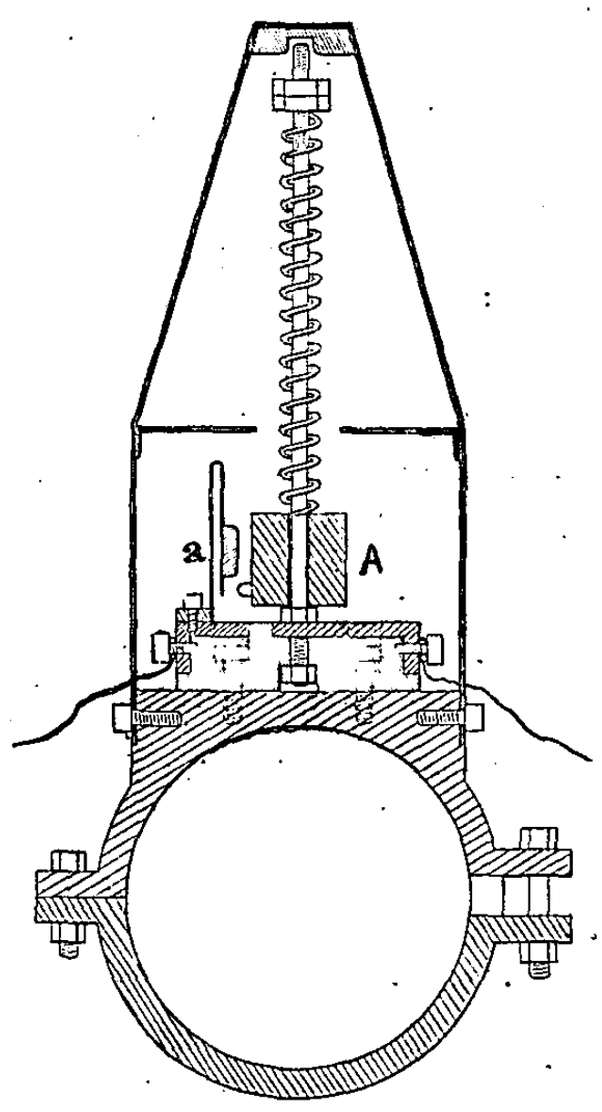


Fig. 706. — *Avertisseur de l'arrêt ou du ralentissement des machines magnéto-électriques.*

long d'une tige fixée normalement à l'aide d'un collier sur l'arbre des magnétos et qui presse sur un ressort proportionnellement à la vitesse de rotation des machines. Quand cette vitesse diminue la réaction du ressort ramène le curseur vers l'arbre où il rencontre un contact *a* qui ferme le courant de la sonnerie. Un autre avertisseur, également électrique, signale l'extinction de la lampe, et un contrôleur avec mouvement d'horlogerie tient le gardien en éveil et permet de constater les infractions au règlement.

Pour les signaux sonores qui sont aujourd'hui associés à la plupart des phares électriques, le programme actuel consiste : à utiliser autant que possible le même personnel et le même matériel ; à disposer les mécanismes de façon à produire les sons immédiatement au moment où ils deviennent nécessaires ; à émettre ces sons à distance du phare et dans les conditions les plus favorables à leur perception en mer.

On a substitué à l'ancienne sirène actionnée par la vapeur d'eau (V. *Dictionnaire*, SIGNAUX), une nouvelle sirène à air comprimé et à régulateur automatique avec un mécanisme électrique pour régler l'émission et le rythme des sons (système Holmes, Sautter, Lemonnier). Cette sirène est alimentée par un compresseur d'air avec circulation d'eau pour le refroidissement et l'air comprimé est refoulé dans un réservoir de distribution muni d'un détendeur. La force motrice est fournie par les moteurs à air chaud qui servent également à l'éclairage ; comme ce dernier est variable, on a installé trois de ces moteurs, de 9 chevaux chacun ; l'un d'eux suffit dans les conditions ordinaires pour la production de la lumière électrique ; il en faut deux pour les temps brumeux ou lorsque l'on met en marche le compresseur ; le troisième sert de rechange ou de relai au besoin. Afin de pouvoir mettre le signal sonore immédiatement en action pendant le jour, quand les moteurs sont arrêtés ou pendant la nuit, lorsqu'un seul moteur est en marche, on a constitué une réserve suffisante pour assurer le fonctionnement de la sirène pendant le temps nécessaire pour obtenir la force motrice, en emmagasinant de l'air comprimé à 15 kilogrammes, dans deux accumulateurs en tôle d'acier, cubant ensemble 9 mètres cubes et munis d'un réservoir distributeur avec détendeur. Un petit moteur oscillant, actionné par l'air des accumulateurs, assure pendant le même temps la distribution de l'air à la sirène. On se propose de transporter à distance les sons produits par la sirène au moyen d'une canalisation en poterie de 30 centimètres de diamètre enfoncée sous terre jusqu'au point choisi pour l'émission ; on espère même pouvoir multiplier les points d'émission, soit pour les faire varier suivant les circonstances atmosphériques, soit pour les utiliser ensemble afin d'augmenter l'étendue de l'action du signal. Toutefois, des expériences ont dû être entreprises pour vérifier si ce transport de son sera sans inconvénients. On le remplacerait, au besoin, par une solution, plus coûteuse il est vrai, celle du transport de l'air comprimé aux points où on installerait la sirène, dont les organes seraient commandés électriquement.

La sécurité de la navigation n'est complètement assurée qu'à la condition que les tours balises et les écueils isolés en mer soient éclairés pendant la nuit. Mais en pareille matière il est absolument indispensable qu'un feu, une fois allumé, ne disparaisse plus, autrement il serait plus dangereux qu'utile. D'un autre côté l'état de la mer ne permet pas toujours un service régulier d'entretien, de sorte que l'on a dû imaginer des appareils capables de brûler sans interruption et sans intervention pendant un temps assez long pour que l'on fut toujours assuré de trouver une période assez calme pour permettre d'aller renouveler la provision de combustible et changer les brûleurs. On n'était encore parvenu à réaliser cet éclairage que dans des circonstances favorables, grâce à l'emploi du gaz d'huile comprimé (V. *Dictionnaire*, BOUÉE). Mais les bouées sont exposées aux abordages que l'on n'évite qu'en les installant à une assez grande distance du passage des navires ; aussi a-t-on cherché à les remplacer par des feux fixes installés au sommet de tourelles en maçonnerie, construites sur les écueils à signaler ; on a voulu également augmenter l'intensité lumineuse de ces signaux. On y est parvenu en substituant au gaz d'huile l'essence légère de pétrole appelée *gazoline*. Son emploi avait permis d'alimenter des feux de faible importance brûlant jour et nuit, sans surveillance, durant une quinzaine de jours. Les dernières combinaisons adoptées ont prolongé la durée de l'éclairage à 150 jours. Le nouvel appareil qui a fonctionné à l'exposition des Travaux publics, dans le jardin du Trocadéro, se compose de 4 brûleurs groupés au centre d'un tambour dioptrique, à feu fixe et abrités par une lanterne cylindrique. Cette lanterne est vitrée à sa partie inférieure, sous la hauteur correspondante à l'optique ; une porte est ménagée au-dessus du vitrage pour faire le service.

Les brûleurs sont en communication avec deux réservoirs contenant chacun 225 litres de gazoline ; un régulateur spécial à flotteur règle le débit du combustible, en maintenant la pression constante sur les brûleurs et en évitant tout excès d'écoulement du liquide qui est extrêmement volatil et toute émission de vapeurs susceptible de former un mélange détonant dont l'explosion inévitable aurait pour premier inconvénient l'extinction du feu. L'emploi d'une gazoline pesant 170 grammes par litre, parfaitement épurée et rectifiée, diminue l'importance des dépôts de goudron et de charbon sur les brûleurs ; une essence plus légère donnerait encore moins de dépôt, mais aurait un pouvoir éclairant insuffisant. L'intensité obtenue avec les 4 brûleurs groupés est égale à 3 becs carcels ; avec l'optique on réalise un éclairage à peu près égal à celui des feux de cinquième ordre. Trois de ces appareils fonctionnent déjà avec succès sur la tour balise de Laverdin, aux environs du nouveau port de La Pallice ; sur l'écueil des Chiens Perrins, à l'ouest de l'île d'Yeu, sur la roche le Men Hir, au large de Penmarch.

Dès que l'on facilite aux navires l'entrée de nuit

dans les ports, il convient de faciliter leurs évolutions dans les avant-ports, les écluses et les bassins, à l'aide de puissants appareils d'éclairage proprement dit. Les installations électriques faites au Havre, à Rouen, à Anvers, etc., sont un premier pas dans cette nouvelle voie. Les Américains sont allés beaucoup plus loin. Pour éclairer la marche des navires dans le détroit de Long-Island qui donne accès, au nord de New-York, dans la rivière de l'Est, détroit que l'on avait d'abord rendu navigable par le dérochement des énormes récifs de Hell Gate et de Flood Rock, ils ont établi sur la pointe de Hallet, sur la côte même de Long-Island, un pylone en fer, de 77m,75 de hauteur, en haut duquel sont accrochées six lampes à arc électrique, du système Brush, de 600 becs carcels chacune. Les quatre montants du pylone forment une pyramide tronquée dont la base a 17 mètres de côté et le sommet 1m,83. Chaque pied est scellé dans un bloc de béton de 2m,75 de côté; les montants sont entretoisés de façon à résister aux vents les plus violents. L'accès à la plate-forme supérieure est obtenu simplement à l'aide d'une cage métallique qui ne contient qu'une seule personne ; cette cage est guidée par deux câbles en fil de fer galvanisé de 19 millimètres de diamètre et soulevée au moyen d'un câble en fil d'acier de 10 millimètres. Les lampes sont accrochées à des potences au-dessus de la plate-forme de service. Les machines sont installées dans un petit bâtiment à proximité. Cette concentration de l'éclairage d'un grand espace en quelques foyers très puissants placés à une grande hauteur est fréquemment employée aux Etats-Unis, et doit être à la fois plus efficace et plus économique que l'éparpillement de foyers de faible intensité. — J. B.

•* **PHASE.** *T. d'électr.* Un phénomène périodique tel qu'un courant alternatif peut être représenté par une sinusoïde. La phase du phénomène est sa position par rapport à l'origine des temps. On a surtout à s'occuper des différences de phases entre deux phénomènes périodiques. Cette différence est le temps qui s'écoule entre les passages au zéro, dans le même sens, pour les deux phénomènes.

Ainsi, il y a une différence de phase entre un courant inducteur et un courant induit : le dernier étant proportionnel aux variations du premier sera nul quand le premier aura une variation nulle, c'est-à-dire sera maximum ou minimum. Il y a donc une différence de *phase* d'un quart de période, ou à peu près.

De même, pour le phénomène des marées : la pleine mer, en un point donné, ne coïncide pas avec le moment du passage de la lune au méridien du point. Elle ne se produit que plus tard. Il y a donc, là aussi, une différence de phase, variable d'un point à un autre, et qu'on nomme « l'établissement de port » du point considéré. Ces deux exemples suffisent à bien définir ce qu'est la phase d'un mouvement périodique. — R. V. P.

•**PHÉNOMÈNE.** *T. de sciences phys.* Dans son acception scientifique, un phénomène n'est point, comme on le croit vulgairement, une chose extraordinaire, comme l'apparition d'une comète, d'un météore; on donne ce nom à tout changement quelconque survenu spontanément ou produit artificiellement dans l'état d'un corps : ainsi la chute d'une pierre, l'oscillation d'un pendule, l'écoulement d'un liquide, l'ascension d'un ballon, la dilatation, la fusion d'un métal, le son rendu par une corde vibrante, l'orientation d'une aiguille aimantée, la production de l'électricité par le frottement, par la pile, par les machines dynamos, la réflection, la réfraction de la lumière, sa décomposition par le prisme, etc., la combustion du bois, l'explosion d'un gaz, et, dans un autre ordre, la circulation du sang, la respiration des animaux, la germination des plantes, leur floraison, etc., sont des phénomènes mécaniques, physiques, chimiques, physiologiques.

Ce qui différencie le phénomène physique du phénomène chimique, c'est que, pour le premier, le changement produit n'entraîne pas de modification profonde dans la nature du corps, siège du phénomène; tandis que, pour le second, il y a altération dans la nature intime du corps. Ainsi, l'eau, en se congelant ou se vaporisant, ne fait que de changer d'état sans changer de nature; car en revenant à l'état liquide, elle reprend les propriétés qu'elle avait auparavant. Mais si on soumet l'eau à l'action d'un courant électrique, elle se décompose en deux gaz, oxygène et hydrogène, elle a changé de nature. En broyant de la fleur de soufre dans du mercure, on obtient un corps noir (*sulfure de mercure*), où l'on ne retrouve plus ni soufre ni mercure.

Les phénomènes du monde physique sont liés les uns aux autres par des lois générales qui établissent entre eux des relations intimes. *Expliquer un phénomène*, c'est trouver ces relations, c'est mettre en évidence les rapports qui existent entre les forces, plus ou moins complexes qui déterminent ce phénomène, ou les conditions dans lesquelles se trouvent ses éléments constitutifs. *Produire un phénomène*, c'est réaliser les conditions entre les limites desquelles les forces naturelles peuvent agir efficacement dans un sens déterminé que l'observation et l'expérience ont fait connaître. — C. D.

•* **PHILIPPS** (Edouard). Mathématicien, ingénieur éminent, membre de l'Académie des sciences. Né à Paris le 21 mai 1821, mort au château de Narmont (Indre), le 14 décembre 1889. Ses obsèques ont eu lieu à Paris. Son père était anglais, sa mère française ; il fut naturalisé à son entrée à l'Ecole polytechnique (en 1840) ; successivement professeur à l'Ecole des mines de Saint-Etienne, professeur de mécanique à l'Ecole centrale des arts et manufactures, puis à l'Ecole polytechnique. Reçu docteur ès sciences en 1849, il fut membre de l'Académie des sciences en 1868. Il a fait partie longtemps de la Commission centrale de mécanique au ministère des travaux publics. Il était président du jury de mécanique à

l'Exposition de 1889. Etant chargé, à son début, du matériel au chemin de fer de l'Est, il fut conduit à s'occuper de questions de mécanique relatives aux voies ferrées, aux ponts métalliques, à l'élasticité, au choc des corps, à la théorie mécanique de la chaleur. Ses recherches sur la chronométrie sont très nombreuses et importantes, particulièrement celle des ressorts. Il a publié, en 1875, un *cours d'hydraulique et d'hydrotechnique*, fort apprécié des ingénieurs, et dans le cours de sa carrière de nombreuses études de mécanique pure et appliquée. Homme du devoir, travailleur assidu, il fut le type du savant sincère, bienveillant et modeste. — C. D.

* **PHONOGRAPHE.** Le phonographe d'Édison, qui a été décrit dans le *Dictionnaire*, a reçu dans ces dernières années des perfectionnements importants, grâce auxquels il est devenu un instrument pratique capable de rendre de grands services dans une foule de circonstances. L'ancien modèle qui a figuré à l'Exposition universelle de 1878, présentait deux graves inconvénients : 1° Le timbre de la voix était complètement défiguré et affectait un caractère nasillard qui rendait souvent les articulations absolument méconnaissables ; 2° la feuille de métal sur laquelle les vibrations venaient s'inscrire s'usait rapidement dans les reproductions successives, de telle sorte que l'instrument ne pouvait répéter qu'un petit nombre de fois les paroles qui lui avaient été confiées, et à chaque fois, les défauts de prononciation s'accentuaient davantage. Du reste, Edison ne considérait pas son invention comme définitive, et il a toujours songé à l'améliorer; mais détourné par d'autres travaux, ce n'est qu'à la fin de 1887 qu'il est parvenu à rendre son appareil véritablement pratique. L'année suivante, il sut lui apporter encore de nouveaux perfectionnements qui ont complètement fait disparaître ses anciens défauts et qui l'ont amené à la forme définitive sous laquelle on a pu le voir et l'entendre à l'Exposition universelle de 1889. Le nouveau phonographe fut présenté en 1888 au Congrès de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, par M. le colonel Gouraud, ami et collaborateur d'Edison ; et le 23 avril 1889, il fut présenté à l'Académie des sciences à Paris, avec ses derniers perfectionnements, par M. Janssen, qui en fit la description.

Le principe de l'appareil est resté le même ; un style, fixé à une membrane vibrante, grave sur un cylindre tournant les vibrations dont il est animé, en pénétrant plus ou moins dans la matière, suivant la phase et l'amplitude de la vibration, et trace de la sorte un sillon hélicoïdal dont le fond est ondulé suivant la forme des vibrations sonores. Pour reproduire la parole, on fait tourner le cylindre devant une menbrane également munie d'un style qui suit toutes les sinuosités du fond du sillon et reproduit ainsi les vibrations enregistrées. Les perfectionnements portent sur trois points principaux.

1° L'appareil enregistreur est distinct de l'appareil récepteur, contrairement à ce qui avait lieu dans l'ancien modèle où le même style servait tour à tour soit à graver la vibration, soit à la reproduire en glissant au fond du sillon. Dans le modèle actuel le style destiné à la gravure est en métal et il est taillé de manière à entamer et à couper la matière ductile sur laquelle s'inscrit la vibration. Cet organe est construit avec une telle perfection que les détails les plus délicats de la vibration s'inscrivent avec une régularité rigoureuse, comme on le reconnaît à l'audition. La membrane réceptrice, beaucoup plus délicate que l'autre, est faite d'une baudruche analogue à celle qu'emploient les batteurs d'or, et munie d'un style plus léger, terminé en pointe mousse, qui peut suivre tous les détails de la forme du sillon sans l'entamer ni l'altérer. Ce sont ces deux organes qui ont été l'objet des derniers perfectionnements ;

2° La composition de la matière ductile des cylindres a été modifiée. A l'ancien alliage métallique à base d'étain, on a substitué la *cire durcie* qui se laisse découper avec une grande précision et sans exiger d'effort appréciable ;

3° Le mécanisme des mouvements a été complètement changé. Dans l'ancien phonographe, le diaphragme vibrant était fixe, et le cylindre était fixé à une vis horizontale de sorte qu'il avançait à mesure de son mouvement de rotation. Aujourd'hui, le cylindre n'a plus de mouvement de translation. Il tourne simplement autour d'un axe horizontal invariable, et c'est le petit appareil portant la membrane et le style qui s'avance progressivement parallèlement à l'axe du cylindre. Cette disposition permet de serrer les spires du sillon beaucoup plus qu'on ne pourrait le faire avec une vis. Les deux mouvements du cylindre et du chariot portant la membrane sont fournis par un petit moteur électrique. Un régulateur à boules, d'une grande précision, et muni d'un frein, assure l'uniformité et la vitesse, et permet d'obnir des vitesses variables, et par suite une plus ou moins grande rapidité dans l'émission des sons. Enfin, une disposition spéciale assure l'invariabilité du rapport entre la vitesse de rotation du cylindre et la vitesse de translation du chariot, condition indispensable à la bonne inscription et surtout à la bonne reproduction des sons, car si ce rapport venait à varier, le style récepteur ne pourrait plus suivre le sillon tracé sur le cylindre.

On s'est attaché beaucoup plus à la perfection des sons qu'à leur intensité. Aussi la voix du phonographe est-elle assez faible, et il faut employer des tuyaux acoustiques pour obtenir une bonne audition. Ces tuyaux sont composés d'un tube assez large formant embouchure, qui se visse sur la couronne portant la membrane réceptrice, et qui se bifurque ensuite en plusieurs tuyaux plus étroits, au nombre de deux par personne. Ces tuyaux se terminent par une petite olive percée d'un trou qu'on s'applique à l'oreille. De la sorte, on est protégé contre les bruits extérieurs, et l'on reçoit la presque totalité du son émis. Le chariot mobile devant le cylindre est fixé d'une manière définitive. Pour l'inscription, on adapte

à ce chariot la douille qui porte l'appareil enregistreur et une sorte de cornet dans lequel on parle. Pour la réception, on remplace cette douille par celle qui porte l'appareil récepteur et on visse soit les tuyaux acoustiques, soit un cornet pour l'audition directe. On peut, à chaque instant, ralentir le mouvement et même l'arrêter tout à fait et reporter le chariot en arrière de manière à faire répéter plusieurs fois les passages importants.

Sur le cylindre plein de l'appareil, s'adaptent les cylindres creux portant la matière ductile; ceux-ci sont d'une dimension telle qu'ils peuvent facilement s'expédier par la poste : ils ont $0^m,01$ de diamètre, mais leur longueur est variable; on peut inscrire environ 200 mots sur chaque pouce ($0^m,025$) de longueur. Ces cylindres sont formés d'un manchon de métal à la surface extérieure duquel est répandue la cire durcie. Ils sont construits par Edison et s'ajustent facilement sur tous les appareils.

Le phonographe reproduit avec une grande perfection la parole dans toutes les langues, le chant et la musique instrumentale. Il peut reproduire les mêmes sons des milliers de fois sans altération sensible, ce qui montre que la gravure délicate produite par le style inscripteur n'est nullement fatiguée par le passage du style récepteur. Le succès de l'appareil tient surtout à la perfection avec laquelle il est construit et à la régularité de ses mouvements. Un phonographe est une machine de haute précision. Aussi le prix en est-il fort élevé ; il a été question en Amérique d'en donner la location à raison de 200 francs par an.

L'enregistrement et la conservation de la parole humaine est une des inventions les plus remarquables de ce siècle. Le phonographe est, sans doute, appelé à rendre de grands services. Il peut remplacer la sténographie des discours et la correspondance écrite. Il suffira de dicter sa lettre à son phonographe et d'expédier les cylindres gravés ou *phonogrammes*, pour que le destinataire, plaçant ceux-ci sur un autre phonographe, puisse *entendre* la parole de son correspondant. Les historiens et les philologues de l'avenir auront, grâce à cet appareil, des spécimens authentiques de la prononciation des langues actuelles ; déjà dans cet ordre d'idées, les Américains ont employé le phonographe à recueillir des échantillons des langues indigènes qui deviendront très précieux après la disparition, qui menace d'être prochaine, des peuplades indiennes. Le phonographe peut encore se combiner avec le téléphone et donner ainsi des résultats curieux. On conçoit, en effet, qu'on puisse recueillir le son du phonographe dans le microphone d'une ligne téléphonique et faire inscrire le son transmis à l'extrémité de la ligne sur cet autre phonographe. C'est ainsi que peu après ses derniers perfectionnements, Edison fit transmettre des paroles et de la musique qui, produits à New-York, furent entendus à Philadelphie, par une nombreuse assistance, à 140 kilomètres de distance. Dans cet appareil, on avait utilisé non seulement le téléphone, mais encore le *motographe*, instrument inventé également par Edison, et qui répète à haute voix les sons reçus par un téléphone ordinaire.

Enfin le phonographe pourra sans doute donner lieu à des applications scientifiques encore imprévues. En voici deux qui sont assez remarquables et qui intéressent, l'une la physique, l'autre la médecine. La perfection avec laquelle l'instrument reproduit non seulement la parole et la musique mélodique, mais encore tous les sons d'un orchestre et tous les bruits qui se produisent autour de lui, démontre d'une manière complète la propriété qu'ont les membranes élastiques de subir des vibrations de toutes périodes et de toutes formes. Ce résultat, déjà prévu par la théorie et vérifié par le téléphone, intéresse au plus haut point l'acoustique et la physique moléculaire. Le Dr Lichtwitz a eu l'idée ingénieuse d'employer le phonographe comme *acoumètre*, c'est-à-dire pour mesurer l'acuité auditive des individus atteints de maladies de l'oreille ou de troubles de l'ouïe. Il est, en effet, facile de produire devant le phonographe des sons d'intensités variées, suivant une échelle déterminée. L'appareil reproduira ces sons avec une grande constance d'intensité, et l'on obtiendra ainsi toute une échelle de *phonogrammes* parfaitement gradués quant à la hauteur et à l'intensité du son. Le son le plus faible que le malade pourra entendre donnera la mesure de l'acuité de son ouïe, suivant une méthode analogue à celle qu'on emploie pour déterminer l'acuité de la vue. Cette méthode se prête d'ailleurs admirablement à l'examen séparé des deux oreilles.

— M. F.

PHOSPHATE. Une découverte de la plus haute importance a signalé ces dernières années. En 1886, on a retiré du sol français 184,300 tonnes de phosphates de chaux naturels, parmi lesquelles 5,000 tonnes seulement provenaient des gisements de la Somme découverts au mois de juillet de cette même année. Quatre ans plus tard, en 1890, ces gisements de phosphates, dans lesquels on comprend celui d'Orville (Pas-de-Calais) y attenant, produisaient à eux seuls plus de 200,000 tonnes pour une valeur supérieure à 8,000,000 de francs.

Ces chiffres indiquent l'importance de cette exploitation concentrée en ce moment dans les quatre villages de Beauval, Terramesnil, Beauquesne et Orville. Si l'on y joint les nouvelles découvertes que l'on fait actuellement du côté de Péronne (Curlu, Roisel) et dans le Pas-de-Calais (Haravesnes et Buire), on voit quelle richesse procure à ces contrées les gisements de phosphates de chaux dont voici une description sommaire.

Description générale. Dans tous ces gisements le phosphate se présente de la même façon, à l'état de phosphorite, sous l'aspect de sable en général plus ou moins coloré suivant le titre, composé de grains de phosphate de chaux mélangés avec une quantité variable d'argile et de carbonate de chaux.

Il est brunâtre pour un sable contenant de 50 à 60 0/0 de ($3CaO, PhO^5$).

Il est jaunâtre pour un sable contenant de 60 à 70 0/0 de ($3CaO, PhO^5$).

Il est blanchâtre pour un sable contenant 70 0/0 et au-dessus de ($3CaO, PhO^5$).

Ce sont ces trois sortes que l'on appelle, dans le pays, n° 3, n° 2 ou n° 1. Leur coloration est donnée par le plus ou moins d'argile liée au phosphate de chaux ($3CaO, PhO^5$).

Le phosphate de chaux se découvre parfois à 0m,50 en dessous du sol, souvent à 3 ou 4 mètres et même à 5 ou 6 mètres et plus et toujours logé dans des entonnoirs en craie appelés *poches* attenant l'un à l'autre, de diamètre et de profondeur différents.

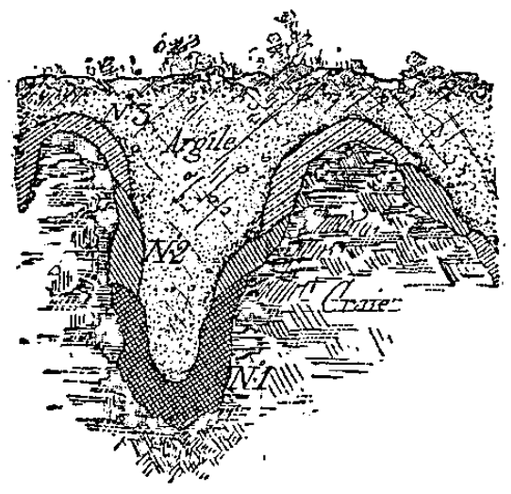


Fig. 707.

En général, il se trouve déposé dans chaque poche de la façon suivante : au fond, l'on rencontre une certaine épaisseur de n° 1 s'élevant jusqu'à une certaine hauteur; au-dessus, on voit le n° 2 tapissant de même les parois de la poche sur une certaine épaisseur et, enfin, plus haut, le n° 3 repose sur le n° 2, toujours en garnissant les parois de l'entonnoir et le plus souvent, recouvrant le dessus de cette enveloppe pour aller rejoindre la poche suivante qui se présente de la même façon que la première (fig. 707).

Le vide restant dans l'entonnoir est comblé par l'argile et le bief, qui s'étend au dessus du phosphate, le recouvre d'une épaisseur variable pour former la surface du sol.

Souvent l'argile s'enfonce dans la poche jusqu'à la craie; dans ce cas, le fond de la poche n'est donc plus rempli de phosphate dont le dépôt ne commence à être formé qu'un peu plus haut, tapissé sur des parois de l'entonnoir (fig. 708).

Chaque poche ne renferme pas toujours non plus les trois qualités de phosphate; certaine poche ne fournira que du n° 1 et du n° 3, ou du n° 2 et du n° 3, et même rien que du n° 3, comme cela arrive aux fins de gisement où l'on trouve parfois des poches ne renfermant que de l'argile sans aucun grain de phosphate.

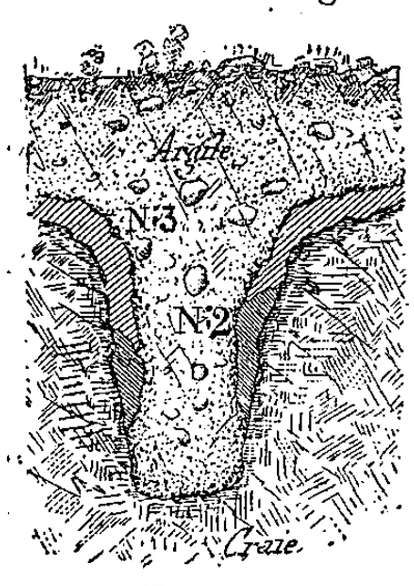


Fig. 708.

Au contraire, dans les plus riches gisements, on trouve parfois des poches ne contenant que du phosphate, même rien que du n° 1, sans argile : tout l'entonnoir est rempli de phosphate.

En tout cas, l'on peut dire que, dans toute poche, s'il s'y trouve les trois qualités de phosphates, ce dernier s'y est déposé par ordre de densités : le n° 1 sera toujours en bas, le n° 2 au milieu, et le n° 3 (le moins riche) au-dessus.

Les figures 709 et 710 indiquent les coupes horizontale et verticale d'une partie du terrain phosphaté de Beauval.

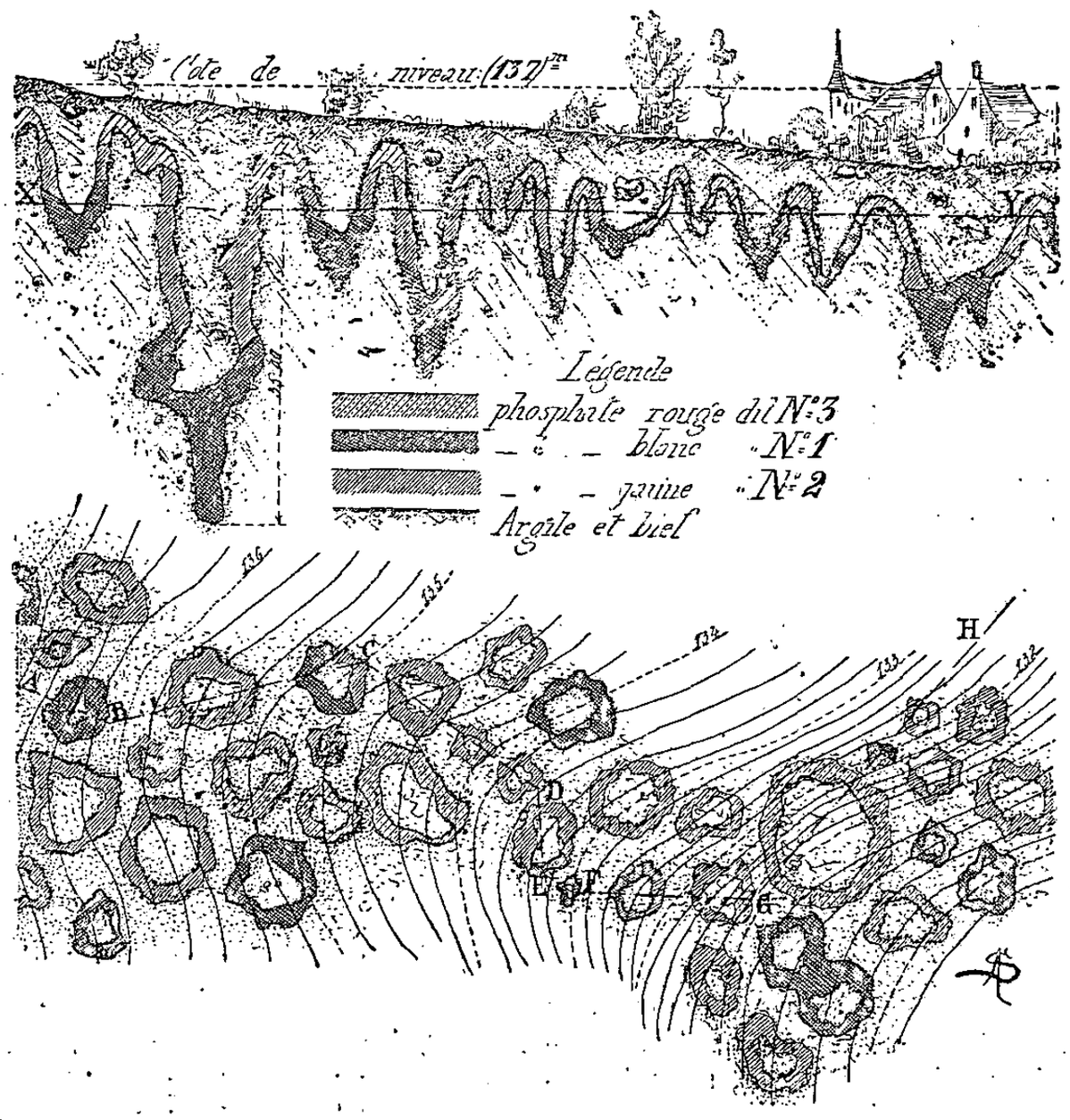


Fig. 709 et 710. — *Coupe verticale suivant ABCDEFGH et coupe horizontale suivant XY d'un terrain phosphaté de Beauval.*

Les enveloppes de craie, ou poches, dans lesquelles s'est déposé le phosphate, sont elles mêmes un peu phosphatées; elles donnent ce que l'on appelle « la craie phosphatée » ou « craie grise ».

En général, la craie formant la partie supérieure de la poche ne contient qu'une quantité insignifiante d'acide phosphorique; mais, en descendant, on trouve, au contact du phosphorite, sur une épaisseur variable, souvent dans toute l'épaisseur des piliers séparant une poche d'une autre, de la craie renfermant de 18 à 25 0/0 de ($3CaO, PhO^5$) et, cela, sur une bonne moitié de la hauteur de la poche comptée à partir du fond. Ce fond est

généralement phosphaté aussi sur une profondeur de 0m,50 à 1 mètre.

En descendant toujours, on pénètre dans la craie blanche qui est, pour ainsi dire, l'alvéole des phosphates; et, à une certaine profondeur, on rencontre souvent un banc de craie phosphatée d'épaisseur variable et dosant de 25 à 45 0/0 de ($3CaO, PhO^5$) qui, lui-même, est parfois traversé par des poches de phosphorite (fig. 711).

Produits phosphatés. En résumé, dans la craie blanche, on trouve les matières phosphatées suivantes :

1° *Les phosphorites proprement dits*, renfermés dans les poches à phosphates attenant l'une à l'autre, de formes, de dimensions et de profondeurs très différentes, variables en richesse, en somme complètement distinctes l'une de l'autre;

2° *Des bancs de craie phosphatée* placés souvent en dessous des terrains comportant les poches à phosphate, d'autrefois coupant ces poches, ou bien encore se répandant sous des terrains dénués de phosphorites et se trouvant à des profondeurs variables. Ces bancs de craie phosphatée, tout à fait indépendants des poches à phosphates,

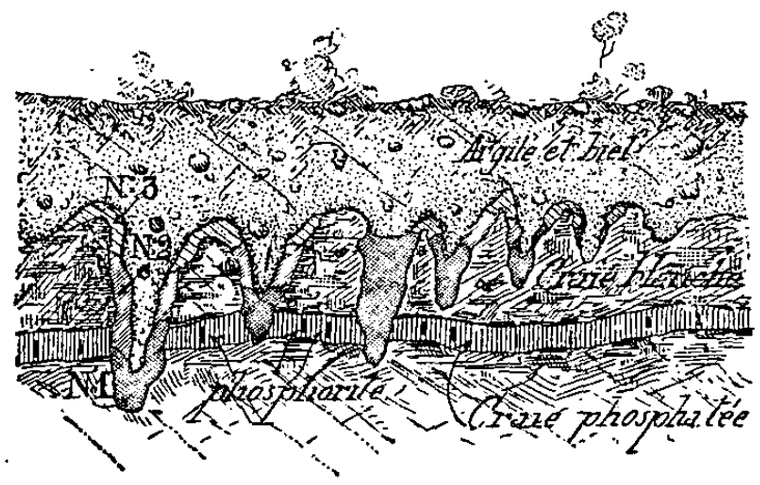


Fig. 711.

renferment parfois de petites gaines (1 ou 2 brouettées) contenant du phosphorite en poudre.

D'ailleurs, la formation de la craie phosphatée peut être expliquée de la même façon que celle des phosphorites de la Somme (V. *Le Génie civil* du 20 septembre 1890).

A ces *bancs* de craie phosphatée on peut ajouter, comme matière identique, la craie phosphatée qui forme l'enveloppe des phosphorites.

EXTRACTION ET TRAITEMENT DES PHOSPHORITES. Le phosphate de chaux se trouvant nettement séparé par densité et couleurs dans les poches où il s'est déposé, on croirait que la nature a voulu aider l'exploitant dans le triage des trois qualités de phosphates; elle a donné à chacune d'elles une couleur et un aspect différents auxquels s'acclimatent les ouvriers qui parviennent, sans tâtonnement, à séparer l'un de l'autre les phosphates n° 1, n° 2 et n° 3, c'est-à-dire dosant environ de 70 à 80 0/0, 60 à 70 0/0 et 50 à 60 0/0 de

($3CaO, PhO^5$).

Aussi l'extraction est toute simple : on enlève la terre végétale et le bief de Picardie qui ne contient pas mal de silex, puis on pénètre dans les poches d'où l'on retire l'argile en contact avec le phosphorite et, enfin, on sort ce phosphate en le triant suivant ses trois catégories n° 1, n° 2 et n° 3. Les modes d'exploitation diffèrent suivant que l'on dispose de plus ou moins de terrain à extraire, de plus ou moins de place pour loger les déblais, les stériles.

En général, les exploitations se font à ciel ouvert, soit par gradins et plans inclinés, soit encore par tranchées, en s'enfonçant dans la poche d'où l'on tire la matière avec des bennes remontées au treuil. Quelques-unes, cependant, sont faites souterrainement par puits et galeries La figure 712 représente une exploitation à ciel ouvert.

Le phosphate, ainsi sorti de terre, est classé en tas suivant sa qualité (n° 1, n° 2 ou n° 3). On a le phosphate *vert* qui, à cet état, n'est pas employé dans l'agriculture. Pour le vendre, soit pour l'employer directement ou pour le transformer en superphosphate, il faut lui enlever l'eau qu'il contient (parfois 30 0/0 de son poids) et le réduire en une poudre passant au tamis n° 80.

Le phosphate vert est donc transporté à l'usine où il est séché, ordinairement sur des plaques en fonte formant couvercles à des carneaux dans lesquels circulent les gaz de la combustion produits dans des foyers attenant à ces carneaux et s'échappant par une cheminée. C'est le système le plus employé, probablement parce qu'il est le moins coûteux comme installation; mais aussi, comme dépenses en combustible et en main-d'œuvre, ce genre de séchage est beaucoup plus onéreux que celui fait dans certains fours convenablement aménagés.

Quoi qu'il en soit, le sable est séché de façon à contenir un maximum de 3 0/0 d'eau; on ne s'attache pas, en effet, à obtenir la dessiccation complète, car le phosphate étant hygrométrique reprend toujours, au bout de quelque temps, environ 3 0/0 d'humidité.

On laisse refroidir le phosphate, puis on le passe aux bluteries et aux meules, de façon à obtenir la poudre passant au tamis n° 80; on la recueille dans des sacs de 100 kilogrammes et on a ainsi le phosphate tel qu'il est livré au commerce, soit à l'agriculture, soit aux fabricants de superphosphates.

Suivant qu'il a traité tel ou tel tas des n^{os} 1, 2 ou 3, ou un mélange de ces tas, le phosphatier obtient une des catégories suivantes :

		Phosphates pauvres,			Dosage à l'état sec.
50/55, si le sable cont. de			50 à 55 °/₀ de	($3CaO, PhO^5$)	
55/60	—	—	55 à 60 —	—	
60/65	—	—	60 à 65 —	—	
		Phosphates riches.			
65/70, si le sable cont. de			65 à 70 °/₀ de	($3CaO, PhO^5$)	
70/75	—	—	70 à 75 —	—	
75/80	—	—	75 à 80 —	—	

Il est inutile de faire mention du 40/50, phosphate très pauvre et *très argileux* dont le prix est dérisoire et qui n'est extrait que parce qu'on est obligé de l'enlever pour arriver aux phosphorites plus riches.

Le phosphate *vert* qui, retiré de terre, subit un foisonnement d'environ 23 0/0, pèse de 1,000 à 1,100 kilogrammes le mètre cube.

Séché et bluté, le	50/60	pèse environ	900 kilogr.	le m³.
—	60/70	—	950	—
—	70/80	—	1.000	—

Suivant le système des fours employés au séchage, pour sécher un mètre cube de phosphate vert retiré du sol, il faut :

Pour du	50/60,	environ	90 à 120 kil.	de houille tout-venant.
—	60/70	—	80 à 100	— —
—	70/80	—	70 à 90	— —

Avec le four isotherme de M. Fichet, pour le 70/80, la consommation en coke ne monte pas à 40 kilogrammes par mètre cube et la main-d'œuvre est presque supprimée.

Enfin, le blutage et la mouture du phosphate exigent une consommation de 1 à 2 0/0 de houille, suivant que l'on traite une catégorie plus ou moins riche en ($3CaO, PhO^5$).

Valeur des terrains phosphatés. La quantité de phosphate de chaux renfermée dans un terrain est très variable, suivant l'épaisseur des couches

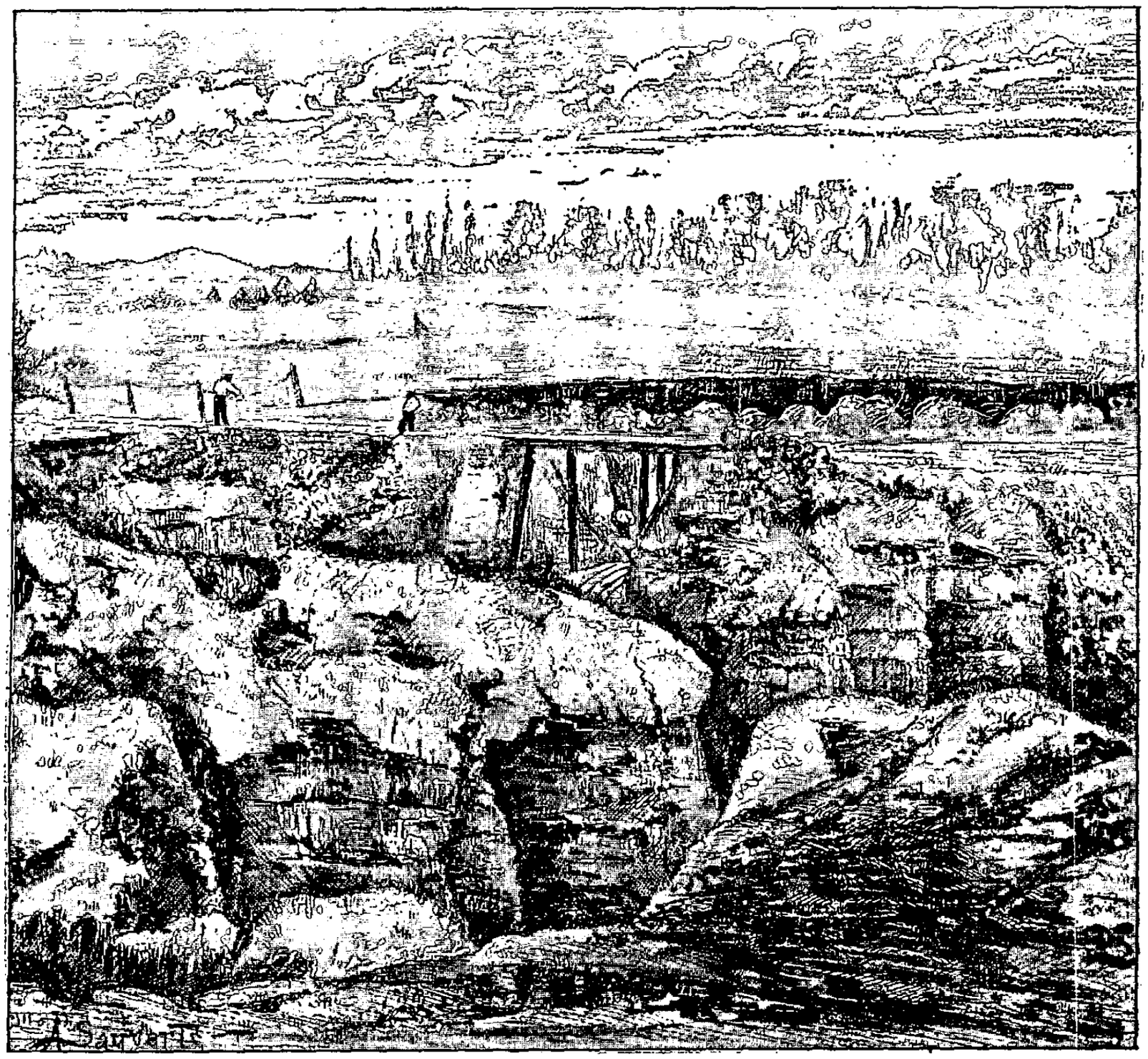


Fig. 712. — *Vue d'une exploitation.*

de phosphorite collées contre les parois des poches, la profondeur de ces poches et, pour tout dire, suivant la structure de ces poches.

On peut estimer qu'un mètre carré de surface de terrain phosphaté contient de 1 mètre cube à 6 mètres cubes de phosphate et que, pour 1 mètre cube de phosphate à extraire, on a, dans les gisements moyens, 2 à 3 mètres cubes de stériles à remuer.

Ces différences en quantités de phosphorites et de stériles, jointes à celles en qualités, influent naturellement sur les prix d'achat des terrains.

C'est au moyen des sondages et analyses que l'on cherche à se rendre compte de ces trois éléments qui déterminent la richesse d'un terrain.

Sondages. Les trous de sonde établis généralement de 10 mètres en 10 mètres, placés en quinconces, sont faits au moyen de la sonde ordinaire, cuiller de 4 à 6 centimètres de diamètre reliée à des rallonges de 3 à 4 mètres de longueur que l'on ajoute l'une à l'autre au fur et à mesure que la sonde pénètre dans le sol, et en quantité suffisante pour atteindre la profondeur à laquelle on veut descendre ou plutôt à laquelle vous conduit l'opération elle-même.

Anssitôt que la sonde a traversé la terre végétale et le bief de Picardie et a commencé à ramener le phosphorite, il faut avoir soin de recueillir séparément ce que la cuiller ramène à chaque coup de sonde, de façon à pouvoir analyser chacun des échantillons obtenus qui, à un certain moment, peuvent différer beaucoup en r hesse

l'un de l'autre et, par conséquent, sont un des éléments principaux d'évaluation du terrain.

Il y a quelques années encore, on arrêtait le coup de sonde quand celle-ci arrivait à la craie, en S par exemple, et l'on pensait n'avoir qu'une épaisseur PS de phosphorite (fig. 713).

Mais, depuis que l'on a reconnu la structure irrégulière de bien des poches, on enfonce la sonde plus profondément et il n'est pas rare de retrouver, au même coup de sonde, un peu plus bas, une épaisseur T V de phosphate même plus épaisse que la première, qui donne un indice de la structure de la poche. C'est pourquoi, à l'origine, l'acheteur a eu bien des surprises agréables au détriment du vendeur.

Les irrégularités dans la richesse et dans la forme des poches à phosphates ne permettent pas des sondages précis; souvent, plusieurs sondages faits dans le même terrain donnent des résultats tout différents, suivant la position des trous de sonde. Tout cela, ajouté aux prétentions des propriétaires qui reconnaissent leur erreur du début, il n'est plus étonnant de voir actuellement les phosphatiers payer les terrains phosphatés le triple de la valeur qu'ils leur donnaient il y a trois ans; tantôt ils réussissent, d'autres fois ils ont des déboires.



Fig. 713.

Prix des phosphates. La richesse en acide phosphorique est peut-être plus utile à bien déterminer que la quantité de phosphorite contenue dans tel ou tel terrain. On le comprendra par l'écart considérable de prix qui existe entre chaque catégorie.

Ainsi, en 1890, le phosphate séché et moulu se vendait, rendu sur vagon, en gare de Beauval, à l'*état sec*, c'est-à-dire en défalquant de son poids les 1 à 3 0/0 d'humidité qu'il renferme :

40/50, conten. de	40 à 50 °/₀	de ($3CaO,PhO^5$) :	30 f.	»	la ton.
50/55	— 50 à 55	—	0	80	l'unité
55/60	— 55 à 60	—	0	84	—
60/65	— 60 à 65	—	1	08	—
65/70	— 65 à 70	—	1	18	—
70/75	— 70 à 75	—	1	33	—

Et, au-dessus de 70 0/0, toute unité était majorée de 0 fr. 02; le 73 0/0, par exemple, était compté (1 fr. 33+3×0 fr. 02)=1 fr.39 l'unité.

Le 57 °/₀ qui vaut	0,84	l'unité, coût.	57×0,84=	47,88 la ton.
—67 —	1,18	—	66×1,18=	79,06 —
—73 —	1,39	—	73×1,39=	101,47 —

Ces énormes différences de prix suivant le titre montrent combien il est important d'analyser exactement les phosphates.

Analyses. Plusieurs méthodes sont employées dans les laboratoires : les unes sont basées sur l'emploi des liqueurs titrées (méthodes Joulie et Malot), les autres se font par pesées. Les premières, exigeant des liqueurs devant être souvent renouvelées, sont basées sur certaines réactions chimiques donnant des colorations plus ou moins sensibles qu'il faut saisir au moment voulu, ce qui n'est pas à la portée de toutes les vues.

Parmi les secondes, se trouve la méthode de M. Maret, celle d'ailleurs employée pour la majeure partie des marchés, et dont voici la description :

Dosage de l'acide phosphorique. La totalité de l'échantillon est broyée, passée au tamis 80 et intimement mélangée. On prélève 1 gramme du produit qu'on introduit dans une capsule en porcelaine et qu'on attaque par 10 centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré, en chauffant pendant 10 minutes au bain-marie. On étend ensuite de 20 centimètres cubes d'eau et on évapore complètement à sec. Le résidu sec est repris par 30 centimètres cubes de HCl au 1/5. On laisse digérer 10 minutes au bain-marie et on filtre. Le liquide filtré est reçu dans un verre à pied, le filtre et la capsule lavés à l'eau distillée. Au liquide filtré on ajoute 60 centimètres cubes de citrate d'ammoniaque (1), 60 centimètres cubes d'ammoniaque et 10 centimètres cubes de chlorure de magnésium (2), le volume total du liquide de précipitation étant de 350 centimètres cubes. On agite pendant quelques minutes et on laisse déposer jusqu'au lendemain. On filtre alors et on recueille le précipité sur un filtre, en détachant avec un pinceau les parties adhérentes du verre. On lave le précipité et on filtre avec de l'eau ammoniacale (3). La quantité de cette eau de lavage, employée tant à faire couler le précipité sur le filtre qu'à le détacher des parois du vase et à laver pinceau et vase, est de cinq fois la capacité du filtre distribuée en cinq parties égales; on laisse vider chaque fois le filtre avant de procéder au lavage suivant.

Le filtre étant ainsi lavé, on le détache de l'entonnoir, on l'essore entre des feuilles de papier buvard, on le place dans une capsule de platine tarée et on achève la dessiccation à l'étuve. On calcine ensuite ce précipité au rouge sombre d'abord, puis au rouge vif, jusqu'à ce qu'il soit absolument blanc. On le pèse, déduction faite des cendres du filtre. Le poids du précipité de pyrophosphate de magnésie multiplié par 63,96 donne la proportion d'acide phosphorique pour cent, et l'acide phosphorique multiplié par 2,183 donne l'équivalent de l'acide phosphorique en phosphate tribasique de chaux.

(1). Acide citrique cristallisé, 400 grammes; ammoniaque en quantité suffisante pour faire 1 litre de solution.

(2). 80 grammes de carbonate de magnésie de pharmacien sont dissous dans HCl ordinaire, quantum sufficit. On ajoute 120 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque en solution concentrée, de l'ammoniaque pour neutraliser, puis 200 centimètres cubes d'AzH^3 en excès, enfin de l'eau pour compléter un litre. On filtre après 2 ou 3 jours de repos.

(3). Eau distillée, 800 centimètres cubes; ammoniaque, 200 centimètres cubes; chlorhydrate d'ammoniaque, 5 grammes.

Dosage de l'oxyde de fer et de l'alumine. Les phosphates de la Somme renferment une certaine quantité de fer et d'alumine, quelquefois jusqu'à 5 0/0 quand ils sont pauvres; pour cela, ils ne sont pas toujours bien appréciés par les fabricants de superphosphates qui rejettent le fer et l'alumine. Aussi est-il besoin, pour le phosphatier, de connaître exactement ce que son phosphate renferme de ces matières. M. Maret emploie la méthode suivante :

On pèse 1 ou 2 grammes de phosphate suivant qu'il est plus ou moins ferrugineux et argileux. On dissout dans un ballon de verre avec 15 à 20 centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré. On porte à l'ébullition pendant quelques minutes; on étend d'environ 30 centimètres cubes d'eau et on peroxyde le fer avec quelques cristaux de chlorate de potasse; on chasse par l'ébullition la plus grande partie du chlore. On filtre, on reçoit le liquide filtré et les eaux de lavage dans un vase à précipiter à fond plat, en lavant de façon à faire environ 350 centimètres cubes de liquide. On ajoute au liquide refroidi à la température ordinaire, 2 centimètres cubes d'acide acétique cristallisable et on verse de l'AzH^3 goutte à goutte jusqu'à commencement de précipité persistant; on achève la saturation avec de l'eau ammoniacale étendue jusqu'à réaction très légèrement alcaline; on verse ensuite, en agitant, 2 centimètres cubes d'acide acétique et on laisse déposer quelques heures.

On décante le liquide sur un filtre, on fait passer ensuite le précipité sur le filtre et on laisse égoutter le liquide; on place l'entonnoir contenant le précipité au-dessus du vase qui a servi à la précipitation et on dissout ce précipité avec le minimum possible de HCl au 1/10; on lave le filtre et on fait une deuxième précipitation semblable à la première, mais en ayant soin, cette fois, d'ajouter préalablement $0^g,5$ de phosphate neutre d'AzH^3 en solution. On laisse reposer, on décante le liquide sur le premier filtre que l'on a conservé, et on y verse ensuite le précipité qu'on lave à l'eau distillée. Le filtre étant lavé on l'essore; on le sèche, on le calcine au rouge sombre et on le pèse. Ce précipité contient la totalité du fer et de l'alumine à l'état de phosphates :

$$PhO^5, Fe^2O^3 \text{ et } PhO^5Al^2O^3$$

(Obtenu dans les conditions indiquées ci-dessus, ce précipité répond exactement à ces formules :

$$PhO^5, Fe^2O^3 \text{ et } PhO^5Al^2O^3.)$$

Dans la capsule même qui a servi à le calciner, on redissout ce précipité avec quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique dont on laisse évaporer la plus grande partie à une douce chaleur. On étend d'eau, on transvase dans une fiole où l'on réduit le fer au minimum au moyen de zinc acidulé par l'acide sulfurique.

On titre ensuite le fer au moyen du permanganate de potasse.

La quantité d'oxyde de fer trouvée est calculée en phosphate de fer (PhO^5, Fe^2O^3) qu'on retranche du poids des phosphates de fer et d'alumine pesés ensemble. La différence représente le phosphate d'alumine, d'où on déduit l'alumine.

Craie phosphatée. La craie phosphatée, carbonate de chaux contenant de 20 à 45 0/0 de

$$(3CaO, PhO^5)$$

renferme des grains de phosphate dont les pores plus ou moins nombreux sont eux-mêmes remplis de (CaO, CO^2); sa richesse varie suivant que ces grains sont plus ou moins disséminés dans la masse de craie.

La coloration est plus ou moins grisâtre, suivant la quantité plus ou moins grande de phosphate de chaux ($3CaO, PhO^5$) qu'elle contient, d'où le nom de *craie grise* dans le pays. Jusqu'ici, la plupart des phosphatiers de la Somme l'ont délaissée; quelques-uns, cependant, en extrayant le phosphate en poudre (phosphorite) retirent la craie la plus riche en acide phosphorique formant l'alvéole du phosphate ou bien encore exploitent les bancs de craie phosphatée qu'ils rencontrent dans leur exploitation, soit coupant les poches, soit se trouvant en dessous.

Certains l'emploient pour faire des phosphates bas titres : après l'avoir séchée et blutée comme le phosphate ordinaire, ils la mélangent avec leurs phosphorites bas titres pour faire du 40/45. Ou bien encore, si elle titre au-dessus de 40 0/0 de ($3CaO, PhO^5$), ils lui font subir uniquement l'opération du séchage et de la pulvérisation pour la livrer directement à l'agriculture.

Les autres, voyant leurs riches gisements de phosphorites sur le point d'être épuisés, se contentent, pour le moment, d'en faire des dépôts pour l'enrichir plus tard.

Enrichissement des craies phosphatées. De même qu'à Ciply, près Mons (Belgique), et à Breteuil (Oise) où se trouve un banc considérable de craie phosphatée titrant environ 25 0/0 de

$$(3CaO, PhO^5),$$

plusieurs usines cherchent à enrichir la craie phosphatée mais ne parviennent pas à obtenir un produit titrant plus de 50 0/0 de ($3CaO, PhO^5$).

Ces résultats ne sont pas faits pour encourager les exploitants de la Somme qui, pour la plupart, ont préféré laisser enfouies sous les stériles les craies phosphatées qu'ils auraient pu retirer si économiquement en extrayant les phosphorites plutôt qu'à faire des dépenses donnant un résultat négatif.

C'est que, jusqu'ici, les tentatives faites en vue d'enrichir la craie phosphatée par la séparation plus ou moins complète du carbonate et du phosphate de chaux ont été basées seulement sur la différence existant entre les densités de chacune des substances à séparer.

Deux procédés sont usités, dérivant l'un et l'autre de ceux employés en métallurgie pour la préparation mécanique et l'enrichissement de certains minerais.

L'un opère à sec, l'autre à l'eau.

Dans le premier, la craie phosphatée, au sortir de la carrière, est séchée, moulue et soumise à

l'entraînement d'un courant d'air qui, arrivant dans des couloirs de section croissante, perd peu peu à peu sa vitesse et laisse déposer les matières qu'il avait entraînées. Le phosphate se dépose en premier lieu comme étant plus lourd que le carbonate de chaux qui est entraîné un peu plus loin. La séparation, en pratique, est loin d'être nette : une partie du carbonate de chaux se dépose avec le phosphate et une partie du phosphate est entraînée avec le carbonate de chaux, d'où un déchet variable avec les différentes natures de craie.

Dans le procédé à l'eau, la craie phosphatée est soumise à un broyage énergique avec addition d'eau et transformée en une bouillie laiteuse que l'on envoie dans des bassins ou bacs de dépôts où l'eau perd petit à petit sa vitesse. Le phosphate, plus lourd, gagne le fond des bassins pendant que le courant d'eau entraîne le calcaire avant qu'il ait eu le temps de tomber au fond. Le matériel est celui employé pour le lavage des charbons ou la préparation mécanique des minerais : patouillets, bacs à pistons, caisses plates, coniques, etc.

Que l'on opère à sec ou à l'eau, par ces procédés ou par leurs variantes, le résultat est à peu près le même. On obtient un phosphate titrant au plus 40 à 50 0/0 de ($3CaO, PhO^5$) que l'on vend pour l'emploi direct.

Ces procédés sont peu pratiques, car la densité du CaO, CO^2 est peu différente de celle du

($3CaO, PhO^5$).

Cependant, devant les nombreuses recherches qui se font de toutes parts pour atteindre, par un enrichissement pratique des craies phosphatées, un titre de 65 à 70 0/0 de ($3CaO, PhO^5$), beaucoup de phosphatiers commencent à se rendre compte de la richesse considérable qu'ils ont laissée dans la terre en abandonnant ces amas énormes de *craie grise* qu'il leur était si facile de retirer pendant l'exploitation de leurs phosphorites ; ils voient, en effet, qu'on est sur le point d'arriver à éliminer de cette craie assez de CaO, Co^2 pour obtenir des phosphates riches 65/70, et ces phosphates, presque dépourvus de fer et d'alumine, seront, pour cette raison, supérieurs, à titrage égal, aux phosphorites exploités actuellement et qui sont près d'être épuisés.

C'est alors que les puissants amas de craie phosphatée répandus dans la Somme (Hallencourt, près d'Abbeville, et les environs de Péronne) seront exploités avec la même fièvre que le sont les phosphates de Beauval, non plus pendant une période de cinq ans (ce qu'aura duré l'exploitation des phosphorites de la Somme), mais pendant un nombre considérable d'années.

Analyse des craies phosphatées ou craies grises. L'analyse des craies phosphatées ou craies grises se fait de la même façon que celle des phosphorites relatée plus haut. — A. L.

PHOSPHORIQUE (Acide). *T. de chim.* A l'article ANHYDRIDE PHOSPHORIQUE OU ACIDE PHOSPHORIQUE ANHYDRE du *Dictionnaire* (V. PHOSPHORE), nous ajouterons quelques détails sur le mode de préparation de cet acide et sur ses propriétés. Cette opération se fait maintenant d'une manière continue à l'aide d'un ballon bitubulé. Par l'un des tubes latéraux on fait arriver un courant d'air, préalablement desséché par son passage dans un tube rempli de chlorure de calcium. A travers le long col vertical du ballon passe un tube de porcelaine à l'extrémité inférieure duquel est attaché, par des fils métalliques, un creuset qui se trouve placé au centre du ballon. Ce creuset est destiné à recevoir le phosphore qu'on enflamme, une fois pour toutes, à l'aide d'une tige de fer chauffée. Par l'autre tubulure, sort l'air dépouillé de son oxygène et entraînant les vapeurs d'acide phosphorique qui vont se condenser dans un flacon froid et sec. De temps à autre, on débouche le tube en porcelaine et on y laisse tomber des fragments de phosphore. La disposition employée dans les laboratoires pour établir le courant d'air nécessaire consiste à chauffer, à l'alcool ou au charbon, un tube de cuivre qui surmonte le flacon à condensation ; mais le tirage est généralement insuffisant. On y supplée par le jeu d'un soufflet rattaché par un tube en caoutchouc au tube abducteur. L'acide phosphorique anhydre se dépose en flocons neigeux qui s'agrègent facilement sous la pression et que la moindre trace d'humidité pelotonne, puis liquéfie; de là son application au dessèchement absolu des gaz. L'avidité de ce corps pour l'eau est telle qu'en en jetant une petite masse sur ce liquide, elle fait entendre un bruissement, un sifflement aigu analogue à celui d'un fer rouge qu'on y plongerait. Dans ces conditions, il se forme trois hydrates définis (V. *Dictionnaire,* PHOSPHORE). L'acide phosphorique ne possède les caractères d'acide que quand il a fixé les éléments de l'eau. Une fois hydraté, il n'abandonne plus toute son eau sous l'action de la chaleur seule, il en garde au moins un équivalent. Chauffé avec du charbon, il se décompose en phosphore et acide carbonique.

Acide phosphorique ordinaire ou ortophosphorique : $PhO^5, 3HO$. On le trouve à l'*état naturel,* combiné au fer, au manganèse, au plomb, à la chaux, à l'alumine, à la magnésie et à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Tous les végétaux dont on a examiné les cendres jusqu'à présent, en contiennent des quantités plus ou moins notables; c'est surtout dans les graines des céréales qu'on le rencontre en abondance. D'après M. Isidore Pierre : « les cendres du froment en contiennent près de la moitié de leur poids (47 0/0) ; celles des fèves, 34 0/0; celles des pois, 30 et celle des haricots, 27 0/0 » (*Chimie agricole,* p. 62). Cet acide se trouve toujours uni, dans les cendres comme dans les sels, avec la potasse, la soude, la chaux, la magnésie, etc. (V. PHOSPHATE). Tous les animaux renferment dans leurs organes et surtout dans leurs os, des quantités considérables de phosphate de chaux. (Pour le *dosage* et la *séparation* de l'acide phosphorique, V. PHOSPHATE). — C. D.

****PHOTOCHROMIE.** *Impressions photographiques en couleurs diverses.* La photographie des couleurs

fait l'objet de recherches continuelles de la part des savants, mais elle n'a pas, jusqu'ici, fait de sensibles progrès dans la voie des applications artistiques ou industrielles. Tous les procédés précédemment décrits sont seulement appliqués d'une façon plus usuelle. La photo-typographie en couleurs, ou *chromotypo*, comme on l'appelle, est de plus en plus employée.

Des publications illustrées très importantes ont publié de cette façon des planches remarquables. Le *Figaro illustré* notamment. Quant aux reproductions directes des couleurs, elles n'ont pas fait un seul pas vers une solution pratique. Le fait découvert par M. Lippmann de l'Institut, peut être une base de recherches vers cette solution si désirée, mais il faut attendre que de nouveaux faits plus probants viennent confirmer les espérances que cette découverte a fait naître. — V. PHOTOGRAPHIE.

•* **PHOTOCHRONOGRAPHIE**. *Application spéciale de la photographie à la reproduction de mouvements se produisant dans des intervalles de temps réguliers*. Si, par exemple, on reproduit, dans l'espace de temps d'une seconde, un cheval au galop, de façon à en obtenir cinquante épreuves différentes, chacune de ces épreuves correspondra à une durée d'une fraction maxima de 1/50 de seconde et l'ensemble des cinquante épreuves successives donnera la succession des attitudes diverses de l'animal en mouvement pendant une seconde. Cet art spécial, dont M. Marey fait l'application à l'étude des lois du mouvement des animaux, prend un développement de plus en plus considérable à mesure que s'accroît la sensibilité des produits photographiques et que se perfectionnent les appareils.

M. le général Sébert a, de son côté, à l'aide d'appareils très ingénieux, appliqué la photochronographie à l'observation des projectiles en mouvement. M. Charcot en fait usage, à la Salpétrière, pour la reproduction des mouvements propres à certaines affections, à la chorée rythmée par exemple. — L. V.

•* **PHOTOCOLLOGRAPHIE**. Désignation nouvelle d'un procédé d'impression que l'on appelait précédemment *phototypie* (V. ce mot au *Dict.*). L'acception *phototypie* a semblé devoir être plus spécialement consacrée à l'art des impressions et de la gravure phototypographiques.

La photocollographie désigne le procédé qui permet d'imprimer à l'encre grasse une image obtenue à l'aide de la lumière sur une couche continue de gélatine bichromatée.

Ce nouveau nom a été adopté par le Congrès international de photographie, à Paris, en 1889. — L. V.

PHOTOGRAPHIE. Cette science ou cet art, suivant la nature des applications qu'on en fait, est toujours en progrès; peu de nouveaux procédés se sont ajoutés à ceux qui ont été décrits, mais on peut constater un plus grand nombre d'applications et des plus inattendues ; citons, entre autres, la photographie stellaire, à l'aide de laquelle on pénètre à travers les espaces infinis, au delà des limites de la vision aidée des instruments d'optique les plus puissants.

Quant aux procédés, à part des faits de détail tels que la découverte de nouveaux révélateurs, la découverte d'un nouveau procédé d'impression photographique des étoffes (V. TEINTURE DES ÉTOFFES PAR LA PHOTOGRAPHIE), il n'y a rien de capital à signaler. Les méthodes de photogravure en relief et en creux sont restées telles qu'elles ont été décrites. Un procédé de photocollographie pelliculaire a été étudié par M. Balagny, il peut conduire à des applications intéressantes. La différence essentielle qui existe entre ce procédé et la photocollographie courante réside dans l'emploi d'une pellicule recouverte de gélatino-bromure d'argent.

Ces pellicules adhèrent à des supports en zinc, et il y a lieu d'espérer qu'elles pourront servir à constituer des sortes de blocs typographiques intercalables dans le texte. Cette idée est à l'étude, sa réalisation serait un vrai progrès.

Les méthodes orthochromatiques tendant à se répandre, plusieurs fabricants ont entrepris de préparer des plaques orthochromatiques sensibles, soit au jaune et au vert, soit au jaune et au rouge. Ce fait assure l'expansion plus rapide d'un procédé qui, seul, permet d'obtenir le rendu exact des tonalités diverses.

Il y a lieu d'espérer que, dans un temps prochain, les plaques dites *ordinaires* ne serviront plus qu'à la reproduction des objets blancs et noirs et des sujets monochromes. — V. ORTHOCHROMATISME.

La bibliothèque photographique s'est enrichie d'un certain nombre d'ouvrages. Citons, notamment, le *Traité encyclopédique de photographie*, de M. C. Fabre, grand ouvrage en quatre forts volumes, où se trouve résumée toute la science photographique actuelle.

Photographie des couleurs. Une nouvelle voie a été inaugurée par M. Lippmann (de l'Institut), professeur à la Sorbonne. Il s'agit d'une méthode encore bien rudimentaire qui, si les faits indiqués sont exacts, conduirait à l'obtention des couleurs par le jeu de la lumière vibrant à travers une couche modifiée, par un procédé photographique, ainsi qu'il va être décrit. Le phénomène qui se produirait serait absolument du domaine de la physique, et la chimie n'interviendrait que pour préparer, après l'action de la lumière, la couche, ou lame vibrante à donner des illusions ou sensations de couleurs semblables à celles qui auraient été réfléchies sur la couche sensible ou photographique.

Pour le moment, le spectre seul, soit un ensemble de couleurs pures, a été reproduit de la sorte. La plaque sur laquelle on voit le résultat obtenu par M. Lippmann ne contient, en réalité, aucune couleur, sauf la teinte gris-noir ou brun-noir de l'argent réduit au sein d'un véhicule qui est du collodion, de l'albumine ou de la gélatine. Seulement, la lumière vibrant à travers cette couche s'y décompose et produit, pour notre œil, des irisations analogues à celles qu'on remarque su

les bulles de savon ou sur des lames très minces comme le sont les lames de mica. L'irisation remarquée correspond exactement à la place et aux dispositions des couleurs du spectre. On en voit, en somme, une reproduction.

D'après le savant professeur, auteur de cette découverte, le fait serait dû à la production de franges d'interférence résultant de la rencontre, au sein de la couche sensible, des rayons incidents et des rayons réfléchis.

Les maxima de clarté donnent lieu à une réduction du sel d'argent répandu dans la couche sensible, tandis que, dans les zones d'obscurité, aucune réduction ne s'opère et il reste une partie blanche. Il se produirait donc, dans l'épaisseur d'une couche sensible, si mince qu'elle soit, 1/20 de millimètre au plus, un réseau de lames blanches ou translucides séparées par des lames noires d'argent réduit et la distance qui existe entre chacune de ces lames doit correspondre aux longueurs d'onde de chaque couleur. La lumière, par ses vibrations à travers ce réseau, doit donner la sensation des couleurs correspondant à chaque réseau d'une longueur d'onde déterminée.

Pour que le phénomène soit rendu avec le plus de netteté possible, M. Lippmann fait porter la couche sensible immédiatement contre un bain de mercure.

Les rayons incidents traversent donc le verre, la couche sensible (celle-ci tenue aussi transparente que possible) et vont tomber sur le mercure qui les réfléchit aussitôt.

Les rayons réfléchis se trouvent en retard d'une certaine longueur d'onde sur les rayons incidents, de là le fait des interférences. L'opération, ainsi qu'on le voit, est des plus délicates, il faut trouver un enduit sensible offrant une couche très continue, exempte de toute granulation. Cela se comprend, puisqu'une onde n'a guère qu'une longueur variant de 4 à 6 millièmes de millimètre et qu'il suffit des moindres impuretés et grains pour troubler la formation des lames d'interférence.

Les expériences pratiques vont succéder à la démonstration du fait purement scientifique et, sans doute, graduellement arrivera-t-on non seulement à reproduire le spectre, mais encore des couleurs composées. La difficulté du problème s'accroît considérablement quand il s'agit du mélange des couleurs pures. Le mélange des ondes au sein d'un milieu si étroit s'effectuera-t-il avec une netteté suffisante pour que la sensation composée qui en résulte corresponde bien à la nature des couleurs de l'original? Cela reste à savoir, et il est permis, tout en espérant des progrès dans cette voie, de douter qu'on arrive de sitôt à l'entière solution d'un pareil problème.

En attendant, il faut considérer comme un premier pas heureux la reproduction, par M. Lippmann, du spectre à la surface d'une couche sensible. Le phénomène d'irisation ainsi réalisé ne donne lieu à aucune coloration pigmentaire, il n'y a aucune crainte à avoir que la couleur reproduite se trouve atteinte par l'action de la lumière blanche ou par toutes autres causes, sauf celles qui détruiraient le réseau de lamelles dont nous avons parlé.

La solidité d'un pareil coloris est donc égale à celle des irisations de la nacre. Il faut détruire le réseau moléculaire pour supprimer ou modifier son action décomposante par rapport aux rayons lumineux.

Attendons patiemment l'œuvre de la science, elle nous a habitué à tant de merveilles, que l'on peut bien compter, à n'importe quelle date, sur la possibilité, si ardemment désirée, de reproduire directement les couleurs, de même qu'on est arrivé, chose bien imprévue il y a cinquante ans environ, à fixer à l'état monochrome les images réfléchies.

La parole est à l'avenir, il n'y a plus qu'à travailler, à chercher beaucoup et à attendre sa décision qui sera sans doute celle que tout le monde souhaite. — L. V.

* **PHOTOMÈTRE** *pour les usages photographiques.* Cet instrument sert à l'appréciation de l'intensité de la lumière, soit naturelle, soit artificielle, au moment des opérations photographiques. On sait que la durée de la pose pour l'impression des images photographiques est d'autant plus longue que la lumière qui éclaire les objets reproduits ou la nature est plus faible; pour travailler avec un guide de la durée de pose à peu près certain, il convient d'employer un photomètre. L'emploi d'un instrument de cette sorte s'impose aussi pour les opérations positives lorsque les tirages à la lumière ont lieu sur des pigments ne permettant pas de suivre la venue de l'image, celle-ci ne pouvant être vue qu'après son développement. Dans le procédé dit *au charbon*, par exemple.

Généralement, les photomètres photographiques ont pour base l'action produite par la lumière sur un sel d'argent dont la réduction, dans un temps donné, correspond à une quantité de lumière déterminée.

Il en est de bien des sortes, le meilleur étant celui dont on a le plus l'habitude. Jusqu'ici, il n'existe pas de photomètre photographique d'une précision rigoureuse, il y a toujours une certaine marge laissée à l'appréciation de l'opérateur.

Pour la lumière naturelle et extérieure, un photomètre en papier au chlorure d'argent peut suffire dans presque tous les cas. Mais pour les appréciations de l'intensité de la lumière à l'intérieur, dans des églises par exemple, il faut opérer avec un appareil susceptible de mesurer la lumière par son action sur une plaque très sensible. Le degré d'intensité ne sera connu qu'après développement de cette plaque. Quelques minutes suffisent pour effectuer cette opération complète avec un appareil ad hoc.

Les principaux photomètres photographiques sont ceux de MM. Van Monckhoven, Léon Vidal, Lamy, Watkins, Decoudun, Vogel, Marchand. — L. V.

* **PHOTOTYPIE.** — V. Photocollographie.

* **PLANTÉ** (Gaston). Electricien distingué. Né à Orthez (Basses-Pyrénées), le 22 avril 1834, mort à Bellevue, près Paris, le 21 mai 1889. Après avoir

pris ses grades universitaires, en mathématiques et en physique, il fut préparateur du cours de physique de M. Ed. Becquerel, au Conservatoire des arts et métiers. Ayant quitté ces fonctions, il s'occupa exclusivement de recherches relatives à l'électricité. Il débuta par l'étude des voltamètres à fils de différents métaux, piles secondaires, qui le conduisit rapidement à la découverte des propriétés de l'*accumulateur au plomb*, dont il est l'inventeur incontesté (1859). Cet appareil qui a reçu depuis cette époque des transformations nombreuses et dont les perfectionnements se poursuivent activement encore aujourd'hui, constitue une source intense d'électricité utilisée dans de nombreuses applications. Il substitua, en galvanoplastie, les électrodes en plomb aux électrodes en platine, fort coûteux, et que l'on croyait indispensables. Il inventa une *machine rhéostatique* au moyen de laquelle il transforma l'électricité dynamique de 800 couples d'accumulateurs, en électricité statique. Cette machine est un condensateur formé d'un grand nombre de lames de mica, recouvertes de feuilles d'étain, disposées comme les couples des batteries secondaires, de manière à pouvoir être chargées en *quantité* et déchargées en *tension*.

A l'aide de ses accumulateurs et de sa machine rhéostatique, Planté a obtenu des effets mécaniques, calorifiques, lumineux très remarquables, non réalisés avec d'autres sources d'électricité. Avec ces appareils il a imité divers phénomènes naturels : la foudre globulaire, l'éclair en chapelet, la grêle, les trombes, les aurores polaires, les nébuleuses spirales, etc. Planté ne prit aucun brevet de ses inventions, ne rechercha ni la fortune, ni les distinctions. Il était d'une douceur, d'une modestie, d'une bonté qui lui attirait toutes les sympathies. Hautement estimé comme électricien et honoré comme savant ; il reçut la visite de l'empereur du Brésil, Don Pédro, auquel il dédia son ouvrage : *Recherches sur l'électricité* (1879), une des productions scientifiques les plus intéressantes de notre époque. Il publia, en 1888, dans la *Bibliothèque scientifique contemporaine*, ses *Phénomènes électriques de l'atmosphère*, 1 volume in-12. Planté légua à l'Académie des sciences une somme pour fonder un prix de 3,000 francs pour l'auteur d'une découverte en électricité. Il a disposé sa maison de campagne de Ville-d'Avray pour en faire un asile en faveur des savants pauvres. Planté était officier de la Légion d'honneur. A la mort de ce savant, M. Berthelot, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, exprima le regret que Planté ne fut pas membre de cette compagnie. — C. D.

POINTE. Nous complétons ici l'article du *Dictionnaire. Différentes sortes de pointes et de clous* (fig. 714 à 726). La tête peut désaffleurer la pièce à fixer, ou bien l'affleurer ; de là différentes formes de têtes.

La tête peut être plate, ronde, à moitié refoulée ou bâtarde, légèrement refoulée ou tête d'homme et fraisée. Il peut même arriver qu'il n'y ait pas de tête, comme dans la pointe dite à *vitrier*. La tête fraisée peut présenter une fente sur le dessus : elle s'appelle alors *fausse vis*.

La tige peut également présenter différentes formes ; le plus ordinairement elle est ronde ; on fait également des pointes dont la section de la tige est ovale, carrée, triangulaire, cannelée ; en un mot, on peut, dans la fabrication de la pointe, employer tous les genres de fils fournis par l'industrie du tréfilage.

La pointe de la pointe peut, elle aussi, affecter différentes formes ; les plus courantes sont la forme conique ou pointe ronde et la forme pyramidale à base carrée ou pointe carrée. On peut cependant la faire plate, triangulaire ou coupée en biseau.

La pointe est désignée par la longueur et par la grosseur de sa tige. La longueur se mesure en millimètres et la grosseur en numéros de la jauge décimale dite *de Petrement*, établie en 1857. Cette jauge formée d'une plaque d'acier porte des évidements mesurés en dixièmes de millimètres. Ces évidements, selon leur diamètre, reçoivent un numéro qui commence par le n° 1 ou 5 dixièmes de millimètres jusqu'au n° 30 ou 100 dixièmes de millimètre ; elle peut être continuée au-dessus du n° 30, mais dans la fabrication de la pointe on ne dépasse presque jamais le n° 26.

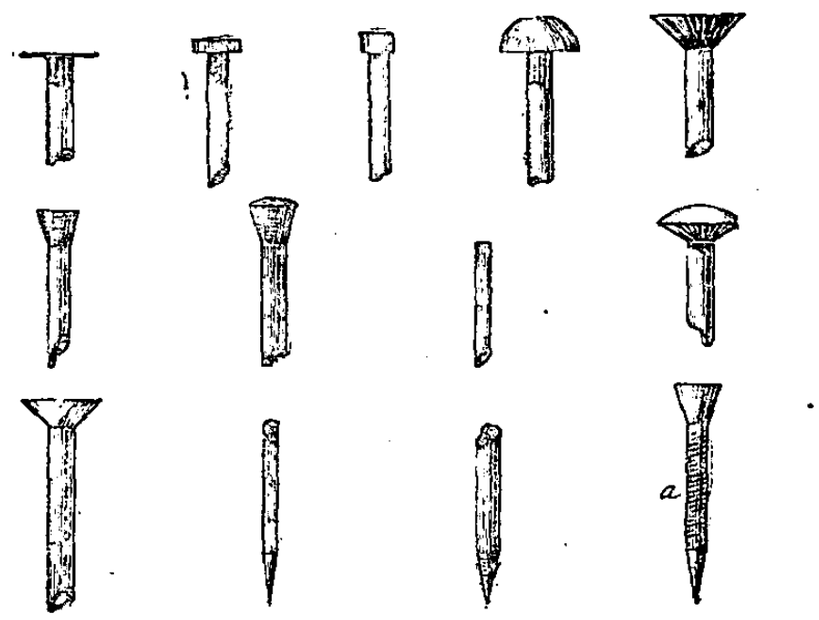


Fig. 714 à 726. — *Différentes espèces de pointes.*

Le n° 1 tête plate. — 2 Tête bâtarde. — 3 Tête d'homme. — 4 Tête ronde. — 5 Tête fraisée. — 6 Tête conique — 7 Ronde conique. — 8 Ronde fraisée. — 9, 10 Fausse vis. — 11 Pointe ronde ou conique. — 12 Pointe carrée ou pyramidale.

On classe ordinairement la pointe tête plate, tête d'homme et tête bâtarde en deux catégories. Les pointes fines qui comprennent les numéros 1 à 12 et les pointes ordinaires qui partent du n° 13 jusqu'au n° 20 et plus.

Les pointes têtes rondes, têtes fraisées, têtes coniques ont un tarif à part ; il en est de même des chevilles rondes en fer qui ne sont que des pointes à tête conique dont la tige porte des crans à peu près sur toute la longueur. Ces crans servent à la maintenir plus solidement dans le cuir. Un tarif général a été adopté pour les pointes fines et les chevilles rondes en fer.

Il est appliqué à ces tarifs une remise qui varie suivant les prix de la matière première et surtout suivant la concurrence.

Les pointes, il y a quelques années, étaient en-

core faites en fer de différentes qualités, aujourd'hui, le fil d'acier doux est à peu près unique-

Pointes fines en fil de fer au bois.

A tête ronde et à tête plate fraisée

Numéros	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 et plus
millim.																	
5.0	231	201	191	181	171	165	159	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
7.8	215	185	175	165	155	149	143	139	135	132	129	»	»	»	»	»	»
9010	199	169	159	149	139	133	127	123	119	116	113	110	107	104	»	»	»
11.12	193	163	153	144	133	127	121	117	113	110	107	104	101	98	96	»	»
13.14	184	154	143	134	124	118	112	108	104	101	98	95	92	89	87	83	»
15.16	182	152	142	132	122	116	110	106	102	99	96	93	90	87	85	81	79
17.10	180	150	140	130	120	114	108	104	100	97	94	91	88	85	83	81	77
19.20	»	»	138	128	118	112	106	102	98	95	92	89	86	83	81	79	74
23.25	»	»	135	125	115	109	103	99	95	92	89	86	83	80	78	76	69
27 à 40	»	»	»	»	»	»	»	»	»	87	84	81	78	75	73	71	67
41 et au-dessus	»	»	»	»	»	»	»	»	»	85	82	79	76	73	71	69	67

A tête plate, tête bâtarde, tête perdue et sans tête

Numéros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
millim.												
5.6	316	286	256	226	196	186	176	166	160	154	150	146
7.8	300	270	240	210	180	170	160	150	144	138	134	130
9.10	284	254	224	194	164	154	144	134	128	122	118	114
11.12	278	248	218	188	158	148	138	128	122	116	112	108
13.13	269	239	209	179	149	139	129	119	113	107	103	99
15.16	267	237	207	177	147	137	127	117	111	105	101	97
17.18	265	235	205	175	145	135	125	115	109	103	99	95
19.20	263	233	403	173	143	133	123	113	107	101	97	93
23.25	260	230	200	170	140	130	120	110	104	98	94	90
et au-dessus												

Les fausses-vis sont majorées de 20 francs par 100 kilogrammes.

Tarif des chevilles rondes en fer.

Numéros	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
5 à 7m/m	146	140	136	130	126	120	116	110	»	»	»	»
8 à 12m/m	130	124	120	114	110	104	100	94	90	84	»	»
13 à 35m/m	124	118	114	108	104	98	94	88	84	78	74	68

ment employé. Sa rigidité est plus grande et ce métal étant très homogène on ne remarque plus aux têtes les criqûres que l'on avait généralement avec le fer.

Fabrication de la pointe. Toutes les formes de machines qui ont été essayées peuvent se réduire à trois types: type Fiant, type Frey, type Saumur.

Les organes principaux qui sont indispensables à la fabrication de la pointe se retrouvent sous une forme ou sous une autre dans chaque type. La pointe se compose de trois parties: 1° d'une tête; 2° d'une tige; 3° d'une pointe. Il y a un organe pour faire la tête, un pour donner la longueur de fer nécessaire à la tige et un troisième pour façonner la pointe.

Ces trois mouvements principaux en entraînent forcément un quatrième, celui qui sert à fixer solidement le fil au moment où la tête et la pointe sont façonnées et qui le rend libre lorsque ces opérations sont terminées. Il existe un cinquième organe qui, quoique n'étant pas mécaniquement nécessaire, n'en est pas moins indispensable à la bonne fabrication. C'est le chasse-clou dont le but est de détacher la pointe qui vient d'être faite et les deux esquilles que laissent les coutcaux.

Machine à pointes. Le fil métallique en pièce circulaire est placé sur un tourniquet. Il traverse d'abord une série de galets, qui servent à le dresser. De là il s'engage sous une pièce qui sert à l'introduire dans l'intérieur de la machine, pour y subir les diverses opérations de façonnage. Cette pièce s'appelle *amenage*. De là le fil traverse une pièce venue de fonte avec le bâti de la machine et qui sert de point d'appui à la pièce.

Cette dernière qui oscille autour d'un axe porte des outils en acier fondu appelés *griffes* ou *mordaches*, qui viennent se serrer sur des outils semblables portés dans une pièce fixe située au-dessous. La pièce s'appelle le *porte-griffe mobile* et l'autre le *porte-griffe fixe*. Le porte-griffe mobile reçoit son mouvement d'un levier intermédiaire mû par une came.

Les griffes présentent dans chacune d'elles une demi-empreinte du fil, de sorte qu'une fois serrées les unes sur les autres, elles embrassent complètement le fil et le tiennent solidement. On ajoute, même dans ces empreintes, de petits crans dont le but est d'éviter tout glissement.

Le fil dans cette position est prêt à recevoir l'action des couteaux montés dans les têtes des deux leviers qui oscillent autour d'un axe. Ils tiennent le mouvement d'une came qui agit sur une des extrémités de ces leviers. A l'autre extrémité se trouvent les couteaux qui doivent façonner la pointe et laisser déborder des

griffes la quantité nécessaire de fil pour faire la tête de la pointe suivante. Cette longueur est variable suivant la forme et la force de la tête que l'on veut obtenir ; dans tous les cas, elle ne dépasse guère deux fois et demie le diamètre de la tige. Cette longueur est très réduite dans le cas d'une tête d'homme, qui n'exige qu'un simple refoulement ; un peu plus grande pour la tête bâtarde et la tête plate ordinaire, elle devient très grande pour la tête large, la pointe à ardoises, la tête ronde et la tête fraisée.

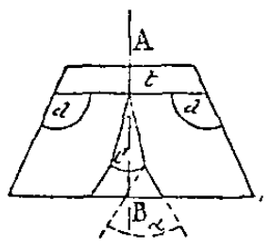


Fig. 727.
Coupe suivant A B.

Le fil dans cet état, après l'opération de la coupe, est prêt à recevoir le coup de mouton qui doit façonner la tête.

Les *couteaux* ou outils employés pour le façonnage de la pointe se composent de deux demi-cônes évidés *c* qui se réunissent, suivant leurs génératrices (fig. 727 et 728). Celles-ci font avec l'axe un angle qui varie selon la longueur des pointes que l'on veut obtenir et suivant la grosseur du fil que l'on a à couper. L'angle de coupe α varie suivant le genre de métal que l'on a à travailler. Il est d'environ 40° pour l'acier doux.

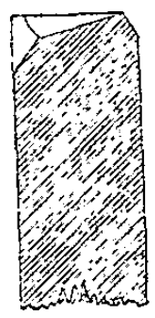


Fig. 728.

Les deux demi-cônes produisant, par leur rapprochement, un cône complet seraient suffisants pour enlever la pointe dans le fil, mais il resterait de chaque côté deux esquilles *a* qui, au moment du frappage, se souderaient mal, ne feraient qu'une tête défectueuse et auraient l'inconvénient de nuire au bon état du poinçon (fig. 729 et 730). On a dû ajouter un second tranchant perpendiculaire à l'axe du cône de coupe qui détache ces deux cornes ou esquilles ; de là un déchet qui varie nécessairement selon la longueur de la pointe, mais qui, en moyenne, est compté de 6 à 8 0/0 pour la pointe fine.



Fig. 729 et 730

Cet appointage n'est pas dû simplement au cisaillage, il l'est également à la compression. C'est cette compression qui contribue à l'effilement de la pointe. Il y a donc cisaillage et compression, aussi le cône formé est-il, en général, plus long que celui que comporterait le simple enlèvement de la pointe par cisaillage.

Le déchet détaché du fil métallique tombe avec la pointe sous la machine, soit sous la simple action de la coupe, soit par le coup sec qu'elle reçoit d'un bec en acier appelé *chasse-clou* qui vient vivement frapper dessus.

Dès que la pointe est détachée ainsi que les deux esquilles, l'extrémité du fil est prête à recevoir l'action du mouton pour le façonnage de la tête. Il est donc très important que le cisaillage se fasse d'une façon bien complète pour que la pointe et le déchet ne restent pas à l'extrémité du fil. Pour cela, il faut que les taillants se raccordent bien et que l'axe du cône des couteaux soit bien situé sur le prolongement de l'axe du fil.

La longueur de l'extrémité libre du fil qui sert à faire la tête dépendant de la distance entre la partie antérieure de la griffe et le taillant transversal des couteaux, il est nécessaire de pouvoir faire varier cette distance. On y arrive, soit en mettant des griffes ou mordaches plus ou moins épaisses, soit en mettant des coutéaux plus ou moins épais ; le premier moyen est le meilleur. On combine souvent ces deux moyens.

Une fois ce réglage fait, il ne reste plus qu'à centrer le poinçon porté par le mouton. A cet effet, le mouton est muni de deux mouvements, l'un vertical, et l'autre horizontal.

Le mouton, en général, est une pièce rectangulaire portant à l'avant une partie cylindrique pour recevoir le poinçon et à l'arrière un renflement sur lequel appuie le ressort. Il glisse entre deux règles montées sur un cadre qui en assure l'écartement. Il porte à un point déterminé un taquet, qui sert à son relevage au moyen d'une came calée sur l'arbre. La came, en relevant le mouton, c'est-à-dire en l'éloignant des griffes, vient comprimer un ressort qui, lorsque le mouton sera rendu libre, le chassera violemment et par suite le poinçon, sur l'extrémité libre du fil. C'est ce choc violent qui produit la compression nécessaire pour faire la tête.

La coupe de la came qui actionne le taquet du mouton, ainsi que sa position angulaire par rapport aux autres cames, est très importante ; c'est d'elle dont dépend, en grande partie, la vitesse que l'on peut donner à la machine ; il en est de même de la position du taquet sur le mouton, quoique cette position, par rapport à la came, puisse être rendue variable par la longueur du poinçon. L'étude des positions que chaque pièce doit occuper, par rapport à l'autre, est très importante. Le jeu des organes doit effectivement satisfaire à deux conditions importantes :

La première est que le mouton, en venant écraser la tête de la pointe, ne rencontre pas dans sa course la came qui le relève ; il y a là une rencontre, non seulement nuisible pour l'écrasement de la tête, mais aussi pour la solidité de la machine. La seconde condition est que le mouton soit relevé plus tôt ou au moins aussitôt que l'amenage recommence sa course en avant, c'est-à-dire fait pénétrer le fil dans la machine, sans cela le fil rencontrerait le poinçon et se courberait.

Pour satisfaire à la première condition, il faut que la vitesse avec laquelle le mouton est lancé par le ressort soit considérable ou que la vitesse de la came, c'est-à-dire de la machine soit relativement faible. Dans le premier cas, on a un frappage énergique et une grande vitesse ; dans le second cas, un frappage moins violent, mais une vitesse moins grande.

Or, il faut, autant que possible, chercher une bonne vitesse, tout en restant maître du frappage. On y arrive en faisant agir vivement les cames de coupe et de rappel et en précipitant le mouvement du chasse-clou. On peut ainsi faire

l'échappement du mouton très promptement, de façon que sa chute ait lieu avant que le bec de la came n'ait pu atteindre le taquet du mouton. D'un autre côté, on règle exactement la place où doit arriver ce taquet en faisant varier la longueur du poinçon, c'est-à-dire en rapprochant ce taquet plus ou moins des griffes.

On peut ainsi faire marcher des machines à une grande vitesse, mais en leur faisant faire de courtes longueurs. Aussi, doit-on disposer des machines selon le travail qu'elles doivent fournir. Faire des machines marchant vite pour les courtes et moyennes longueurs, et d'autres marchant moins vite pour les grandes longueurs, en tenant compte, bien entendu, de la grosseur du fil métallique à travailler, car plus le diamètre du fil sera considérable, moins la machine marchera vite, comme l'indique le tableau ci-dessous.

Tableau des vitesses et des forces développées par les machines à pointes.

Numéro du fil fabriqué (jauge décimale)	Nombre de tours par minute	Force en chevaux
1 à 7	320 à 300	1/7
8 à 10	300 à 280	1/6
11 à 12	270 à 250	1/5
13 à 14	230 à 180	1/4 à 3/8
85 à 16	170 à 150	1/2 à 5/8
17 à 18	140 à 130	3/4 à 7/8
19 à 20	120 à 100	1
21 à 26	90 à 65	1/2 à 2

Pour qu'une machine à pointes réalise la plus grande production, il faut qu'elle remplisse trois conditions : 1° qu'elle marche à une grande vitesse (on a vu comment on pouvait y arriver) ; 2° que son outillage soit facile à monter ; 3° que ses organes soient robustes et bien ajustés.

L'étude précédente a permis de se rendre compte des conditions que doit remplir la machine au point de vue de la vitesse ; reste donc son agencement au point de vue de la rapidité du montage des outils et la construction des divers organes, suivant les trois types indiqués plus haut.

Les trois sortes d'outils dont se compose l'outillage d'une machine à pointes, sont : les griffes, les couteaux, le poinçon.

1° Les *griffes* (fig. 731 et 732). Ces outils sont destinés à maintenir le fil métallique d'une façon très énergique pour l'empêcher de reculer au moment du frappage et du retour de l'amenage. Ces pièces sont en acier de première qualité et très dur. Lorsqu'elles doivent servir à la fabrication de la tête plate, de la tête ronde, de la tête d'homme, elles présentent une simple rainure ronde ou carrée de la dimension du fil métallique à serrer, évasée à la partie postérieure pour permettre l'introduction du fil entre les deux griffes, mais complètement cylindrique avec les angles un peu émoussés dans la partie antérieure, c'est-à-dire celle qui se présente au poinçon ; dans la pointe tête fraisée, tête conique, dans la cheville fer, dans la fausse vis la rainure présente dans la partie antérieure de la griffe un évidement conique dont la conicité varie avec le genre de tête que l'on veut obtenir.

Les griffes peuvent avoir différentes formes : elles peuvent être à section trapézoïdale ; dans ce cas, on les fixe dans le porte-griffe au moyen d'un calage ; ce système est très défectueux, fatigue les porte-griffes et est long à bien monter.

Les deux genres de griffes les plus employés sont les griffes à section rectangulaire ou carrée et les griffes rondes ou en forme de galets.

Les premières sont maintenues dans le porte-griffes par un collier à boulon qui vient les appliquer fortement contre ce dernier, elles peuvent être montées et démontées très rapidement : leur centrage s'opère également très vite, mais leur façonnage demande un peu plus de temps que celui des griffes rondes ou galets ; mais en revanche on peut les user davantage.

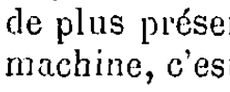


Fig. 731.
Griffe pour tête plate.

Les griffes rondes ou galets sont maintenues par leur centre au moyen d'un boulon qui les applique fortement contre le porte-griffes. Elles portent à leur circonférence un grand nombre d'encoches ou rainures qui sont utilisées successivement en desserrant le boulon et en faisant légèrement tourner le galet. L'avantage de ce genre de griffe est dans leur façonnage, qui est très avantageux, parce qu'on peut les monter sur le tour et ensuite en assembler un certain nombre sur un même axe pour faire les rainures à l'étau-limeur ou à la fraise.

Le centrage des griffes quelles qu'elles soient est très important ; une fois serrées l'une sur l'autre, elles doivent se raccorder complètement et de plus présenter leur rainure dans l'axe de la machine, c'est à-dire du fil métallique.

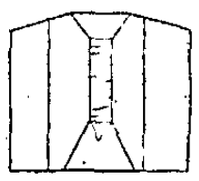


Fig. 732.
Griffe pour tête fraisée.

Les rainures ou encoches des griffes présentent presque toutes des crans, c'est-à-dire de petites saillies que l'on lève avec une espèce de burin en langue de carpe ou langue d'aspic. Ces crans se reproduisent en creux dans le fer qu'ils maintiennent plus solidement.

Les pièces ou porte-griffes qui reçoivent ces outils sont de deux sortes. Ils se meuvent dans un plan vertical ou dans un plan horizontal. Dans le système Frey, le porte-griffe mobile est monté dans un coulisseau et agit horizontalement. Dans la machine Fiaut ainsi que dans celle de Saumur, le porte-griffe mobile oscille autour d'un axe horizontal. Son mouvement a donc lieu dans un plan vertical. Certains constructeurs ont même excentré l'axe afin de pouvoir, en le tournant, rapprocher ou éloigner les encoches des griffes.

2° Les *couteaux*. Les couteaux sont certainement les outils les plus délicats à monter, c'est-à-dire à bien raccorder une fois placés dans chaque levier de coupe. Les taillants de ces outils, décrits précédemment, doivent se raccorder d'une façon complète ; c'est la condition essentielle de la bonne coupe ; mais il faut de plus que l'axe de cône de

coupe corresponde également avec celui de la rainure des griffes, c'est-à-dire avec l'axe du fil. Il est facile de se rendre compte que si cette condition n'est pas remplie, la pointe ne peut être droite, condition essentielle de la belle et bonne fabrication.

La confection des couteaux est très minutieuse et quoique l'on arrive avec des meules et des fraises à les dégrossir, il faut toujours les terminer à la main. Quoique bien ajustés, les couteaux ne présentent pas toujours leur axe absolument à la même hauteur, de là, la nécessité pour les relever de mettre des cales en papier. On peut y arriver également par des moyens mécaniques dont l'étude complète ne peut trouver place ici. La machine, système Saumur, en présente un dispositif assez simple. Les deux leviers qui reçoivent les couteaux sont articulés sur le même axe qui porte deux parties excentrées diverses correspondant à chaque levier, de sorte qu'en tournant légèrement cet axe on fait monter un levier et baisser l'autre. Dans le système Fiaut, les leviers oscillent autour d'un axe vertical ; les couteaux sont réglés au moyen de cales. Dans le système Frey, les porte-couteaux glissent dans des coulisseaux. Ce dernier système prend très vite de l'usure et présente, par suite, de graves inconvénients.

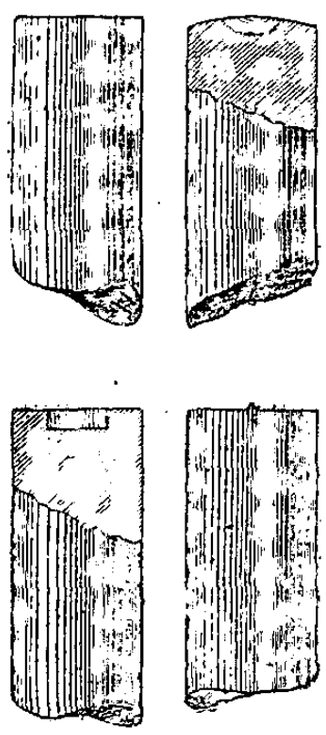


Fig. 733 à 736.
Poinçons.
1 Pour tête plate. — 2 Pour tête ronde. — 3 Pour tête d'homme. — 4 Pour fausse vis.

Les couteaux peuvent découper, dans le fer, une pointe carrée ou une pointe ronde. Dans le premier cas, l'évidement est fait à la lime et dans le second l'évidement est seulement préparé à la lime et fraisé ensuite.

Les couteaux doivent avoir un complément indispensable, qui est le chasse-clou. Il peut arriver qu'une et même les deux esquilles de la pointe et la pointe elle-même restent attachées au fil. Le chasse-clou vient alors par un coup sec détacher l'une et l'autre ;

3° *Poinçon* (fig. 733 à 736). L'extrémité du fil serrée par les griffes, bien débarrassée de la pointe ainsi que des esquilles, est prête à recevoir le coup de mouton qui doit façonner la tête. Le poinçon est l'outil en acier, qui, monté dans la tête du mouton, vient écraser le fer et lui donner la forme que l'on désire. Pour faire la tête plate, le poinçon présente à son extrémité une surface parfaitement plane et polie, qui doit se présenter parallèlement au plan des griffes. Il en est de même pour la tête fraisée et la cheville.

Pour la tête ronde le poinçon est percé d'un trou ayant la forme de la tête que l'on veut obtenir. Mais pour mieux en atteindre les bords, au lieu de laisser le poinçon plat autour du trou on en arrondit les côtés.

Pour la tête d'homme qui n'est qu'un léger refoulement du fer, on limite ce refoulement en employant la forme du poinçon ci-contre.

Pour la fausse vis, le poinçon est plat avec une légère saillie servant à imprimer sur la tête une légère rainure.

Dans la tête plate, le poinçon n'a besoin que d'être parallèle au plan des griffes.

Dans la tête ronde et dans la fausse vis, il faut que l'axe de la cavité arrondie qui fait la tête ronde et la saillie qui doit imprimer la fente dans la fausse vis soient bien dans l'axe du fil.

C'est pourquoi l'on munit les moutons d'un mouvement vertical et d'un mouvement horizontal.

Le poinçon, une fois bien centré, on règle la tension du ressort suivant la compression dont on a besoin.

Amenage. La machine, ainsi préparée, il ne reste plus qu'à y faire pénétrer la quantité de fil métallique qui correspond à la longueur de la tige de la pointe (fig. 737).

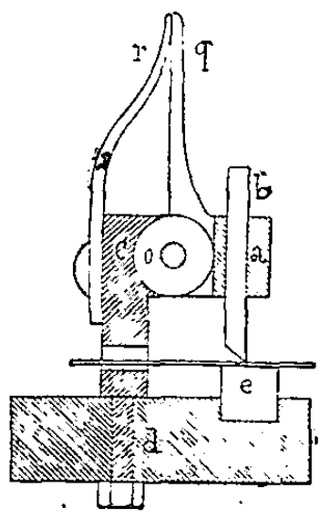


Fig. 737.

Le fil est placé sur un dévidoir appelé *tourniquet*, de là passe à travers une série de galets qui le dressent et se rend enfin sous le burin *a* de l'amenage. C'est ce burin qui, animé d'un mouvement de va-et-vient, entraîne le fil dans sa marche en avant et l'abandonne en glissant dessus par sa marche arrière. Pendant la marche en avant, le porte-griffe est levé et les deux griffes desserrées donnent libre passage au fil ; mais dès que la marche arrière commence, le porte-griffe se referme, les griffes sont serrées et le fil retenu solidement.

Le burin *b* est monté dans une pièce *a* oscillant autour de l'axe *o*. Cette pièce *a* porte une queue *q* sur laquelle vient presser le ressort *r*. Le tout est monté sur la pièce *d* qui porte également un grain d'acier *e* contre lequel le burin vient appuyer le fil afin de l'entraîner dans son mouvement. La pièce *d* reçoit un mouvement de va-et-vient par l'intermédiaire d'une bielle actionnée par un plateau manivelle.

Ce sont les différentes positions du *maneton* de manivelle sur le plateau, qui déterminent les différentes longueurs de tiges que l'on veut obtenir dans la fabrication de la pointe.

Ainsi, complètement réglée, la machine est prête à recevoir le mouvement de la courroie. Au nombre de tours par minute correspond le même nombre de pointes. Ce nombre de tours varie, comme on l'a vu précédemment, suivant la grosseur du fil et sa longueur.

La même machine, en général, bien entendu en changeant l'outillage, est susceptible de produire différents genres de pointes ; de la pointe tête plate, de la pointe tête d'homme, tête bâtarde,

de la pointe à ardoises, de la pointe pour les mouleurs, des crochets à mouleurs, de la pointe sans tête ou vitrier, de la pointe tête fraisée, de la pointe fausse-vis, de la pointe tête ronde fraisée, de la pointe à crochet, de la cheville ronde fer, et enfin des conduits, quoiqu'il soit préférable pour ces derniers de disposer une machine spéciale.

La pointe fabriquée à chaque tour de la machine tombe au-dessous dans une boîte, mais avec elle tombe aussi le déchet. De plus, afin de faciliter l'action des couteaux, le fil a été enduit soit de graisse, d'huile ou toute autre composition, de sorte que la pointe, dans cet état, ne pourrait être livrée au commerce. On lui fait subir l'opération du frottage ou polissage au tonneau.

Polissage ou frottage de la pointe. Elle est, à cet effet, placée dans des cylindres en bois ou en fer, dont les bouts sont percés de petits trous ou d'un grand trou circulaire destinés à laisser échapper la sciure réduite en poussière noire; au bout d'un certain temps la pointe a pris une couleur blanche et peut être portée à une machine spéciale qui la sépare du déchet et de la sciure de bois. Il ne reste plus qu'à la mettre dans des sacs en papier dont le poids est, en général, de 5 kilogrammes.

C'est sous cette forme qu'elle est livrée au commerce.

Classification des pointes. La pointe est, comme il a été dit précédemment, toujours désignée par la longueur de sa tige en millimètres et la grosseur en numéros du fil, mesuré à la jauge de Paris. Les pointes ordinaires sont à têtes plates étroites et comprennent toutes les pointes dont la grosseur de la tige commence au n° 13 pour finir au n° 28 et même 30.

Les pointes fines comprennent les pointes à têtes plates, à tête d'homme et sans tête, depuis le n° 1 jusqu'au n° 12 inclus. Elles comprennent également toutes les pointes à têtes rondes, à têtes fraisées, la fausse vis.

Les chevilles rondes ont un tarif à part, ainsi que les pointes à ardoises.

Les conduits sont quelquefois vendus au tarif de la pointe tête ronde avec une majoration, quelquefois aussi vendus à un tarif spécial.

La fabrication de la pointe est actuellement répandue non seulement en France où elle a atteint son plus grand développement, mais encore dans tous les pays du globe; la production en est considérable, trop considérable même, car ne pouvant exporter le trop-plein de la fabrication, les fabricants français sont obligés de le jeter sur le marché et, par suite, de faire encore baisser le prix d'un article qui, alors, se vend au-dessous du prix de revient. — A. D.

•* **POLYCHROMINE.** *T. de teint.* Matière colorante, découverte par la maison Geigy, de Bâle, teignant en jaune la soie, la laine ou le coton et convenant, par conséquent, à la teinture des tissus mélangés. Comme la *primuline* (V. ce mot), c'est une couleur qui se diazotise sur les fibres elles-mêmes par l'action du nitrate de soude et que l'on fait passer à l'orangé et au rouge par l'emploi d'un bain développant. Ce bain consiste en une solution aqueuse aux cinq centièmes de résorcine pour l'orangé et de naphtol pour le rouge : la couleur s'y développe rapidement. Cette teinture doit être conduite avec de grands soins, mais elle donne des teintes fort solides au lavage et au savonnage. — A. R.

POMPE. Ayant déjà exposé dans le *Dictionnaire* les principes théoriques sur lesquels est basé le fonctionnement des pompes, les caractères qui différencient entre eux les divers genres dont les types principaux ont été décrits, nous nous bornerons à signaler ici quelques modèles nouveaux qui se distinguent par l'originalité de leurs dispositions.

Nous citerons notamment, parmi les pompes à piston, celles dites *à courant continu,* du système Baillet et Audemar, et du système Chasles, puis la *pompe à piston captant,* de M. Montrichard.

La pompe à courant continu construite par M. Audemar-Guyon, est composée de quatre pistons à grilles (genre Letestu) garnis de cuir, se mouvant dans deux cylindres parallèles juxtaposés; elle n'a ni clapets ni aucun autre organe intérieur. Les pistons sont groupés deux par deux sur deux tiges dont ils sont solidaires, et, dans quelque sens qu'ils marchent, il y en a un de chaque côté qui travaille, aspirant et refoulant l'eau à travers chacun des deux autres. Deux courants réguliers s'établissent ainsi en même temps, et comme les points morts ne se font pas sentir sensiblement, aucun obstacle ne s'oppose à la continuité de ce double courant qui n'en forme d'ailleurs qu'un seul à la sortie de la pompe. La simplicité des organes et la facilité d'entretien assurent un bon fonctionnement en même temps qu'une longue durée, même avec des eaux limoneuses comme on en rencontre parfois dans les applications agricoles et autres, quand les prises d'eau sont faites directement dans des rivières. La figure 738 montre la coupe horizontale de cette pompe, et l'ensemble de ses organes.

Un autre type de *pompe à courant continu*, construit par M. Chasles, mérite aussi d'être signalé. Il est composé de deux cylindres placés vis-à-vis l'un de l'autre aux deux extrémités d'un bâti commun, et fonctionnant par un mouvement alternatif que leur imprime une manivelle coudée se mouvant dans une glissière solidaire avec les deux tiges des pistons conjugués. La figure 739 fait comprendre aisément la disposition et le fonctionnement de cette pompe. Les pistons sont en cuivre avec garnitures de cuir embouti; on les visite facilement en démontant les fonds des cylindres. L'aspiration et le refoulement se produisent d'une manière continue, sans changement de direction du courant; il n'y a pas de boîte à clapets ni aucuns organes sujets à se déranger. Le réservoir d'air, placé au-dessus de la tubulure de refoulement, régularise l'écoulement du liquide. Lorsque la tige se meut de gauche à droite, le piston de gauche aspire dans la partie du cylindre en arrière de son mouvement et refoule en avant;

à ce moment l'autre piston laisse simplement passer le liquide refoulé. Lorsque la tige se meut en sens inverse, c'est-à-dire de droite à gauche, le piston de droite continue l'aspiration en arrière de sa course et refoule en avant, de façon que le liquide aspiré passe à travers les clapets du piston de gauche qui sont ouverts pendant cette période de la course; de sorte qu'il n'y a pas de changement de direction du liquide pendant ce mouvement de va-et-vient des deux pistons con-

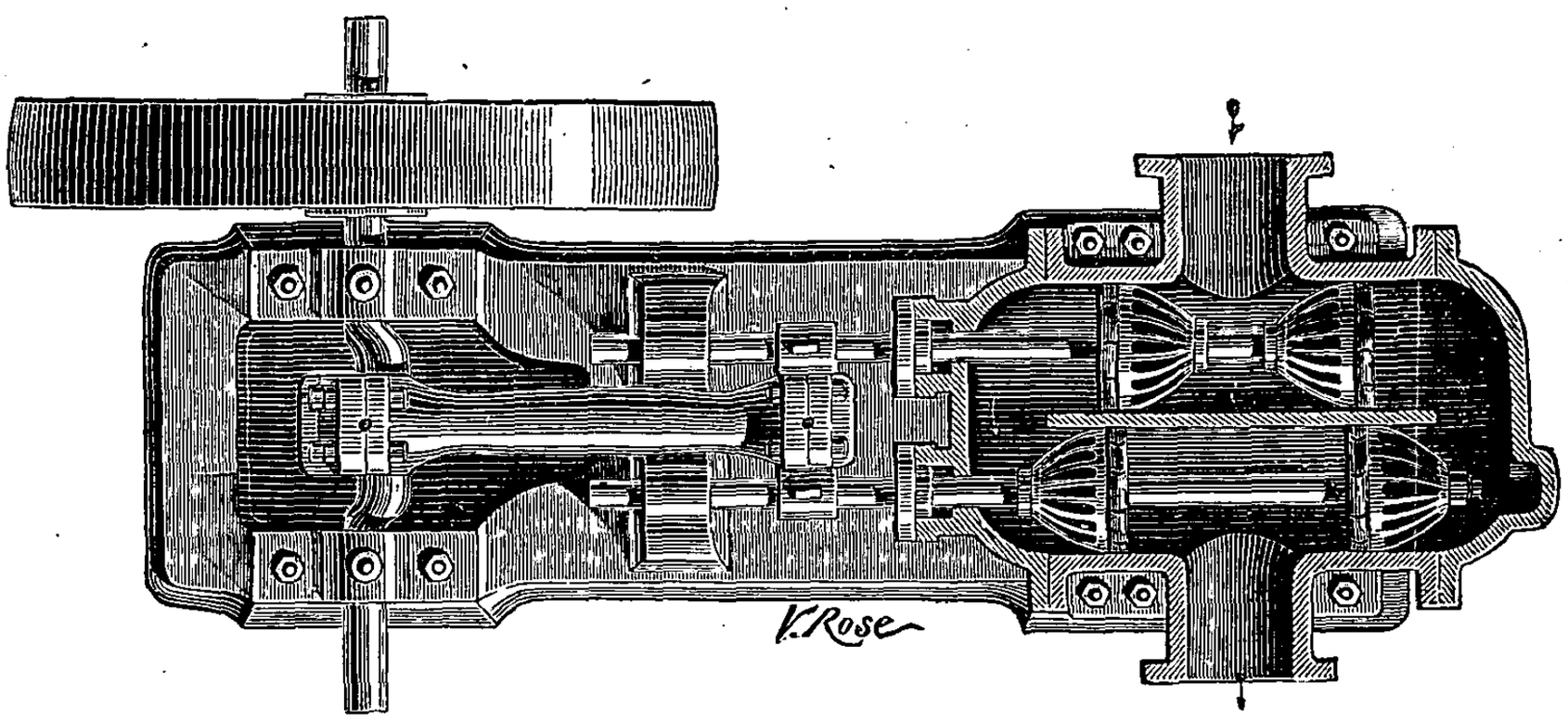


Fig. 738. — *Pompe à courant-continu, système Baillet et Audemar.*

jugués. Cette pompe s'amorce seule, et grâce à la simplicité de ses organes, fonctionne sans risque de dérangement.

La *pompe à piston captant*, de M. de Montrichard, date de quelques années à peine; elle était sans contredit l'un des plus curieux et des plus originaux parmi les nombreux spécimens de pompes de tout genre qui figuraient à l'Exposition universelle de 1889. Les figures 740 et 741 montrent en coupe longitudinale et transversale le corps de pompe et le piston.

Elle est composée d'un cylindre fermé complètement d'un côté par un fond portant le guide central de la tige de commande; de l'autre côté le cylindre est fermé par un plateau avec boîte à étoupe livrant passage à ladite tige sur laquelle est fixé le piston. Pour concevoir la disposition de ce piston il faut considérer un cylindre dans lequel on aurait découpé des sections transversales obliques par rapport à l'axe; il est placé entre deux galets en bronze de forme conique, tournant librement sur leur axe. Les faces du piston présentent deux plans inclinés établis en rapport avec les galets et inclinés de façon à obtenir un roulement convenable. Cette disposition a pour effet de transformer en *mouvement elliptique* toute impulsion rectiligne ou rotative imprimée à l'axe par un moteur quelconque; il semble, en un mot, que le piston se visse et se dévisse à chaque allée et venue. Ce mouvement très original produit l'aspiration et le refoulement dans le cylindre où se meut le piston; le courant est continu et de même sens tant qu'on ne change pas le sens de la rotation de l'axe; si on renverse le sens de cette rotation on renverse également celui du courant

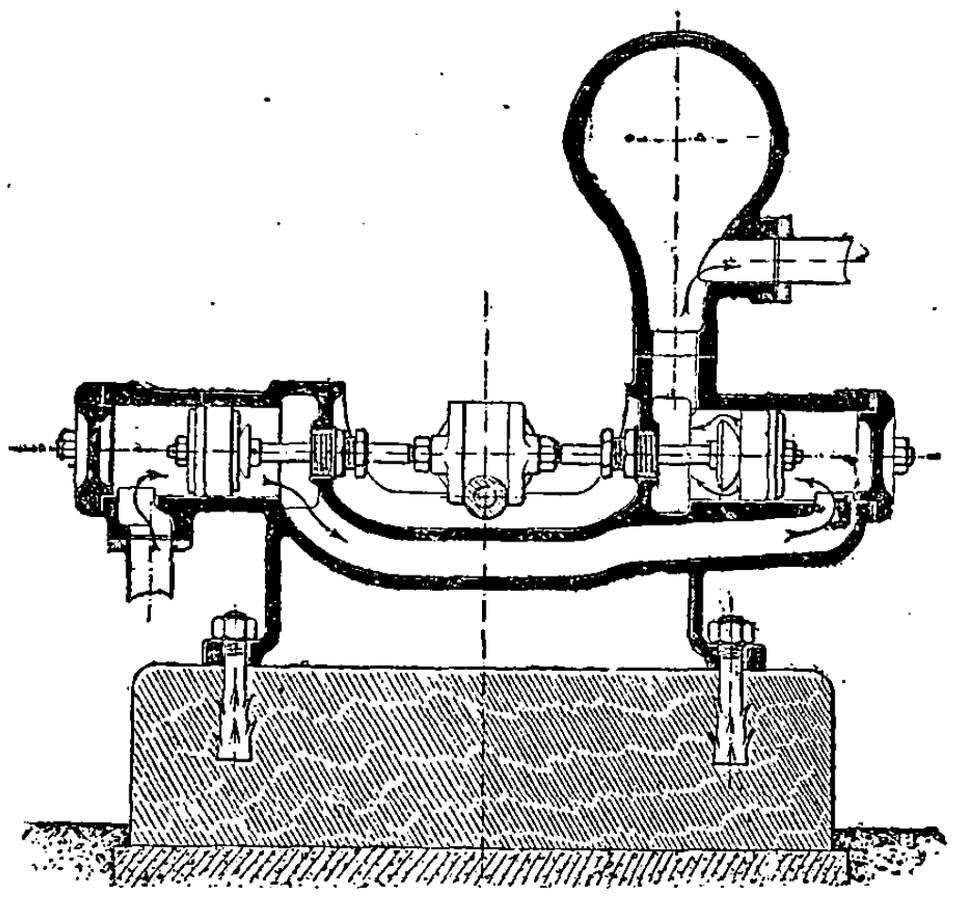


Fig. 739. — *Pompe à courant continu, système Chasles.*

Les types de cette pompe qui figuraient à l'Exposition étaient disposés pour être mus à bras, par courroie de transmission, ou par moteur à vapeur appliqué directement sur l'arbre de commande. Le moteur créé à cet effet par M. de Montrichard présente, comme sa pompe, une disposition très originale destinée à réduire les espaces nuisibles au minimum. Le piston en forme d'hélice employé pour la pompe est modifié de telle façon qu'il ne laisse subsister, à la place des cavités qui distribuaient l'eau à gauche et à droite, que deux lumières suffisantes pour le passage de la vapeur; le piston devient ainsi le distributeur de cette vapeur. Il imprime à la tige de commande

un mouvement rectiligne alternatif que le piston captant de la pompe, monté sur la même tige, transforme en mouvement elliptique.

Dans cette combinaison originale les organes en mouvement sont simples et légers; leur liaison est d'une grande solidité en raison de cette simplicité même, et le mouvement elliptique, auquel sont soumises les diverses parties de l'appareil, permet d'atteindre sans inconvénient de grandes vitesses. Le rendement atteint la limite ordinaire des meilleurs types de pompes, et comme la plupart des pièces sont façonnées au tour, la construction est facile et le prix de revient est notablement inférieur à celui des autres systèmes. Diverses applications de ces pompes ont aussi montré qu'elles se prêtent parfaitement à l'aspiration et au refoulement des eaux vaseuses et même chargées de matières solides en suspension.

Les pompes à piston à *moteur direct* étaient représentées par de nombreux spécimens à l'Exposition universelle de 1889. Elles consistent, comme on le sait, en un ou deux corps de pompe disposés sur le même bâti que les cylindres de moteur à vapeur qui les actionnent directement sans autre intermédiaire que la tige sur laquelle sont fixés d'un côté le piston de la pompe, de l'autre celui du moteur. Parmi les types les plus remarquables, nous devons citer les pompes Worthington, dont un type à grand débit installé sur le quai d'Orsay servait à élever l'eau pour le service de l'Exposition; nous rappellerons aussi les deux pompes Compound Worthington à grande pression refoulant l'eau au sommet de la tour Eiffel pour le service des ascenseurs. D'autres spécimens spécialement disposés pour l'élévation et le refoulement des pétroles sous de fortes pressions se trouvaient également à l'exposition internationale du pétrole.

Les *pompes centrifuges* étaient aussi représentées par des spécimens nombreux à l'Exposition de 1889, mais on n'y remarquait guère de dispositions nouvelles. Nous ne pouvons toutefois nous dispenser de rappeler l'énorme pompe sortie des

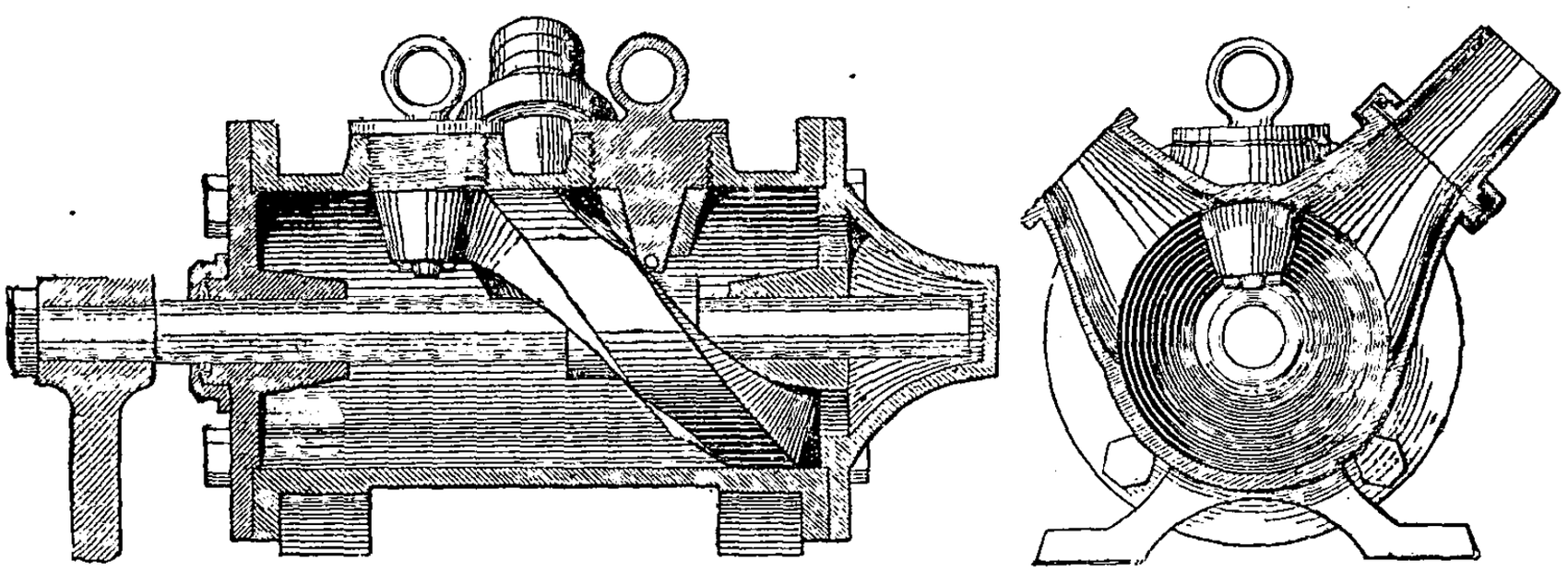


Fig. 740 et 741. — *Pompe à piston captant de M. de Montrichard, Coupes longitudinale et transversale.*

ateliers de M. Farcot, qui en a construit quatre du même type pour élever les eaux du Nil, à Khatatbeth (Egypte); l'œillard central de cette pompe n'a pas moins de $2^{m},10$ de diamètre; son débit est de 33 millions de litres par heure.

MM. Gwynne et C^ie^, dont le système de pompes centrifuges a été l'un des premiers qui soient entrés avec succès dans la pratique ont apporté à ces appareils de notables perfectionnements qui leur donnent une supériorité incontestable. Ils les ont adaptés à toutes sortes d'applications, aussi bien pour les usages industriels que pour les épuisements, les travaux publics, les irrigations, le service des bassins de radoub et des docks flottants, etc.

Parmi les types intéressants qu'ils ont créés, nous signalerons notamment les pompes mues par *moteur direct*. Dans cette disposition le cylindre du moteur à vapeur horizontal est monté sur le même bâti que la pompe qu'il actionne directement par la bielle articulée avec le plateau-manivelle qu'on voit en avant du corps de la pompe. Il faut reconnaître la simplicité et la commodité d'installation d'un appareil de ce genre. Les débits des pompes construites sur ce type varient de 200 à 10,000 litres par minute. Les mêmes constructeurs font aussi des pompes avec moteur à vapeur vertical; ils ont établi des batteries de deux pompes accouplées avec machines verticales Compound pouvant débiter jusqu'à 100,000 litres par minute. Leurs appareils spéciaux pour le service des docks sont d'une puissance bien supérieure encore et peuvent enlever jusqu'à 300,000 litres par minute. L'application des moteurs, actionnant directement les pompes, supprime l'emploi des transmissions et rend par conséquent l'installation beaucoup plus simple et plus économique, en même temps qu'elle exige moins d'emplacement et qu'elle produit un fonctionnement excellent. — G. J.

PONTS ET VIADUCS. Si le fer et l'acier sont devenus de précieuses ressources pour la construction des ponts et des viaducs, soit pour la rapidité et l'économie de l'exécution, soit pour la facilité à franchir des ouvertures auxquelles on n'aurait pas songé autrefois, on est encore loin d'être fixé sur la solidité et la durée des ouvrages en métal. D'après un relevé récent fait en Amérique, sur 265 ponts détruits pendant les dix dernières années, il y en avait 38 en fer. Les causes les plus fréquentes de destruction sont : la déformation

par le déraillement des trains, l'effondrement pur et simple (10 ponts métalliques), l'incendie, l'entraînement par les crues. Il serait intéressant de pouvoir établir quelle part revient, dans ces désastres, au système de construction, aux défauts du métal, au manque d'entretien ou à l'exagération des charges amenée par le développement croissant du trafic. Bien que les accidents soient plus rares en Europe, on semble vouloir réagir, du moins en France, et l'Exposition de 1889 a montré une collection de ponts en maçonnerie remarquables par leur ouverture. Le résumé suivant fait voir les résultats obtenus grâce aux perfectionnements dans l'art des constructions.

	Ouverture	Flèche
	mètres	mètres
Pont de Lavaur (ligne de Saint-Sulpice à Castres)	61.50	27.50
Pont Antoinette (ligne de Saint-Sulpice à Castres)	50.00	15.90
Pont de Castelet (ligne de Tarascon à Ax)	41.20	14.00
Pont du Gour-Noir (ligne de Limoges à Brives)	60.00	16.10
Pont de Céret (ligne d'Elnes à Arles-sur-Tech)	45.00	plein cintre
Pont d'Oloron (ligne de Pau à Oloron)	40.00	plein cintre
Pont de Gravona (ligne d'Ajaccio à Corte)	43.50	16.80
Pont de Saint-Pierre (chemin d'intérêt commun n° 64)	40.00	14.00

Il y a là des exemples à suivre toutes les fois que l'on rencontre l'abondance et la bonne qualité des matériaux ainsi que l'incompressibilité du sol, en tenant compte cependant des difficultés que peuvent présenter l'établissement des cintres et leur prix de revient. Pour ce qui est des ponts et des viaducs métalliques, les plus grandioses sont largement dépassés par le gigantesque pont du Forth (fig. 742). Cet ouvrage, déjà signalé dans le *Dictionnaire* (V. Pont), a été inauguré le 21 janvier 1890.

On peut donc, aujourd'hui, lui consacrer une étude dont l'intérêt se justifie par ses dimensions extraordinaires, par son mode de construction et par l'importance des projets auxquels sa réussite a servi de base, comme le pont sur la Manche, proposé par MM. Hersent et Schneider avec le concours des deux ingénieurs anglais qui ont exécuté le colosse en acier, MM. Fowler et Backer.

Les communications entre Edimbourg et les villes du nord de l'Ecosse étaient interrompues par la découpure profonde que forme sur la côte orientale l'estuaire du Forth, et dont la largeur est d'environ 4 kilomètres, sauf sur un seul point où elle descend à environ 1,850 mètres. Les trains étaient obligés de faire un détour de 240 kilomètres et les principales compagnies de chemins de fer, dont les réseaux se trouvent dans l'est et le centre de l'Angleterre ou dans le sud de l'Ecosse ne pouvaient arriver dans le nord qu'en empruntant les rails d'une compagnie concurrente. Après avoir étudié différents projets de tunnels et de ponts suspendus, on s'était arrêté à la solution provisoire de deux bacs porte-trains; mais la profondeur insuffisante aux atterrages n'avait pas permis l'établissement d'embarcadères flottants et l'accostage ne pouvait être maintenu que par des dragages continuels. Le faible tirant d'eau des bacs ne leur permettait pas de tenir contre les tempêtes fréquentes dans ces parages, et les voyageurs devaient subir, pendant cette courte traversée de vingt minutes, toutes les souffrances du mal de mer. En 1873, les quatre principales compagnies intéressées fournirent le capital d'une compagnie spéciale chargée de l'exécution d'un premier projet de pont suspendu avec travées de 487 mètres. Le projet fut autorisé et les travaux commencèrent immédiatement; mais le terrible accident survenu au pont du Tay les fit arrêter et l'on mit à l'étude un dernier projet basé sur le système à encorbellement (Cantilever Bridge). Le nouveau pont devait être établi à l'endroit où l'île d'Inch Garvie coupe l'estuaire en deux bras, permettant de fonder solidement trois piles centrales espacées de 582 mètres. Chaque bras était franchi au moyen de deux consoles reliées par une travée intermédiaire; deux consoles placées aux extrémités aboutissaient à deux piles culées suivies de viaducs d'accès en poutres droites. Le niveau des rails était fixé à $47^{m},85$ au-dessus des hautes mers, de façon à réserver dans chaque bras une hauteur libre de 46 mètres, sur une largeur de 152 mètres. L'autorisation fut accordée en 1882; l'ouvrage, commencé en 1883, a été terminé en 1890.

Sur les fondations déjà décrites dans le *Supplément* (V. Fondation), on a dressé trois énormes pylones de $100^{m},50$ de hauteur (la hauteur de la flèche des Invalides à Paris); ces pylones sont à base rectangulaire; les faces perpendiculaires à l'axe du pont sont verticales et ont toutes la même forme de trapèze, de $36^{m},68$ à la base et de $10^{m},06$ au sommet. Les faces parallèles à ce même axe sont inclinées l'une vers l'autre avec un fruit de 1/7; elles ont la forme de rectangles dont la largeur est de 79 mètres pour le pylone central et de $42^{m},20$ seulement pour les pylones latéraux. On verra plus loin la raison de cette différence. Des faces verticales de ces pylones partent, à droite et à gauche, des consoles de $207^{m},25$ de longueur, offrant l'aspect de grandes pyramides, à claire-voie, couchées horizontalement et rattachées deux à deux par leurs bases à chacun des pylones, de façon qu'elles se font équilibre. De ces six consoles, alignées dans la même direction, les deux des extrémités s'appuient sur des piles culées qui forment les têtes des viaducs d'accès; les quatre consoles intermédiaires s'avancent à la rencontre l'une de l'autre au-dessus des deux bras de mer, laissant encore entre leurs extrémités deux espaces vides de $106^{m},70$ d'ouverture qui sont franchis à l'aide de travées métalliques du type ordinaire à treillis. En résumé, le pont proprement dit se compose :

D'un pylone central de	79m,00
De 2 pylones latéraux de 44m,20	88m,40
De 6 consoles de 207,27	1.243m,50
De 2 travées intermédiaires de 106m,70 . . .	213m,40
Ce qui donne au total une longueur de. .	1.623m,30

à laquelle il convient d'ajouter 603 mètres pour le viaduc d'accès du côté sud et 295m,20 pour celui du côté nord, de sorte que la longueur totale de l'ouvrage dépasse deux kilomètres et demi (2,522m,50).

Chaque pylone se compose de quatre montants tubulaires de 3m,66 de diamètre, reliés, sur les faces, par des croix de Saint-André et entretoisés horizontalement au pied, au sommet et au milieu de la hauteur, par des cadres et des croix de Saint-André. Sur les faces longitudinales, les diagonales sont des tubes de 2m,44 de diamètre qui montent de la base au sommet des montants; sur les faces transversales les croix sont par une série de tubes ajustés bout à bout et dont le diamètre décroît de 3m,66 à la naissance de l'axe jusqu'à 2 mètres aux trois quarts de la longueur. Vers l'extrémité, la section circulaire est transformée en un rectangle de 0m,92 de côté. La poutre supérieure a la forme d'un caisson rectangulaire à treillis de section décroissante. Ces deux poutres sont reliées verticalement par six croix de Saint-André dont les diagonales comprimées sont tubulaires et les diagonales tendues en treillis. Les deux faces de la console sont inclinées l'une vers l'autre avec le même fruit que celles des pylones, de façon que la section extrême des consoles conserve la forme d'un trapèze dont la hauteur est de 10m,36 et dont la largeur est de 9m,80 à la base et de 6m,71 au sommet. Cette inclinaison générale des faces latérales du pont a pour but d'augmenter la résistance à la pression du vent que de nombreuses expériences ont permis d'évaluer à 275 kilogrammes par mètre carré, soit plus de 2,000 tonnes pour chaque groupe. L'ensemble de chaque console est contreventé par des croix de Saint-André, les unes placées horizontalement dans le plan des poutres inférieures, les autres placées transversalement entre les diagonales tubulaires.

C'est au milieu de cette énorme charpente que se trouve placé le tablier qui porte les quatre files de rails depuis l'extrémité de l'une des consoles jusqu'à l'extrémité de la console opposée. Ce tablier est constitué par deux poutres verticales à treillis de 3m,81 de hauteur, espacées de 4m,87 et reliées par des traverses qui supportent quatre longrines en forme d'auget garnies de pièces en bois de teack sur lesquelles les rails sont fixés. De chaque côté règne un trottoir en encorbellement de 1m,87 de largeur, et un garde-corps en treillis à mailles très serrées, de 1m,17 de hauteur. Le platelage des trottoirs et de l'entrevoie est fait avec des tôles embouties. Ces trottoirs sont, du reste, exclusivement réservés pour le passage des agents et des ouvriers. Comme les trains doivent circuler sur le pont à toute vitesse, on a jugé qu'il serait imprudent d'admettre le public.

au nombre de quatre et formées de poutres rectangulaires à treillis de section décroissante. Toutes les pièces des contreventements horizontaux sont établies sur ce dernier type, sauf les traverses longitudinales du cadre inférieur qui sont faites avec des tubes de même diamètre que les montants (3m,66), parce qu'elles servent de jonction aux pieds des consoles. Sur les faces longitudinales du pylone central, en raison du grand écartement des montants, on a relié les trois cadres par des poutres verticales à treillis rattachées aux diagonales tubulaires à leur point de croisement.

Chaque console se compose d'une poutre inférieure cintrée en arc de cercle partant du pied des montants et d'une poutre supérieure rectiligne qui descend du sommet des mêmes montants pour aller rejoindre la première à l'extrémité de la console. La poutre inférieure est formée

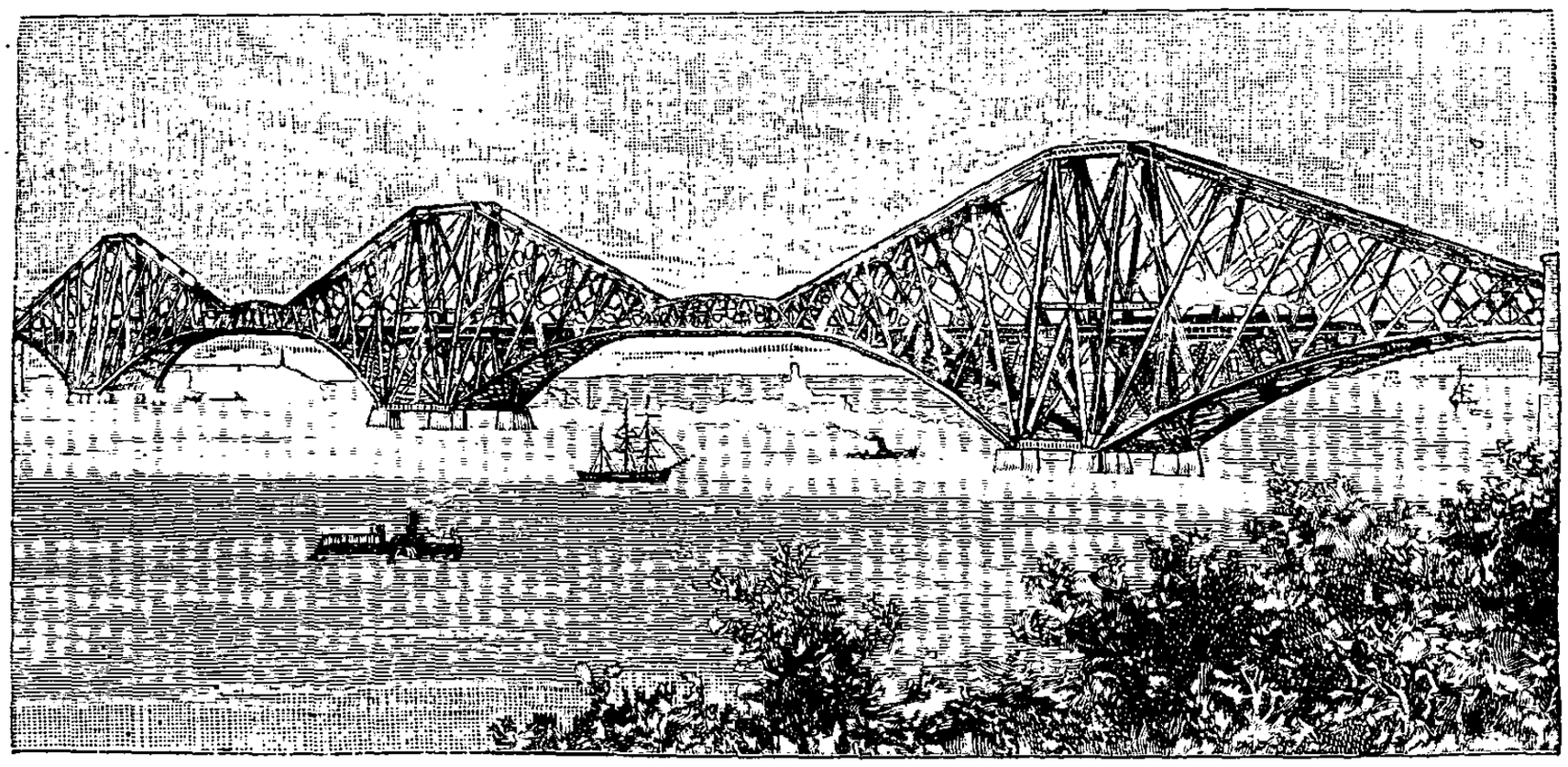


Fig. 742. — *Pont du Forth.*

Le tablier est porté à la fois par des traverses allant d'une face à l'autre des consoles et des pylones et par des montants verticaux qui partent des points de croisement des contreventements transversaux. Tout cet ensemble a été monté morceau par morceau, en avançant également de chaque côté des pylones, de façon à maintenir constamment l'équilibre.

Les travées intermédiaires qui franchissent le vide de 106m,70 entre les extrémités des consoles se composent chacune de deux poutres à treillis dont la semelle inférieure est rectiligne et la semelle supérieure courbée en arc de cercle avec 3m,05 de flèche. L'une des extrémités est reliée invariablement avec le bout de l'une des consoles; l'autre repose sur la console opposée par l'intermédiaire d'une espèce de pilier oscillant, de façon à laisser le jeu nécessaire pour les effets de la dilatation, effets qui ont été évalués à un allongement ou à un retrait de 0m,61. Les semelles inférieures sont reliées par des pièces de pont espacées de 3m,70, sur lesquelles sont fixées les longrines en auget qui renferment les rails. Les trottoirs latéraux ont 1m,37; l'entre-voie a la même largeur sur toute la longueur du pont, soit 1m,83. Le platelage est fait également en tôles embouties.

Ces deux travées ont été construites de la même manière que les consoles, c'est-à-dire en porte à faux et panneau par panneau. Les jonctions ont été faites à peu près au milieu, avec succès, mais non sans de grandes difficultés, des retards imprévus ayant forcé de les exécuter au commencement de l'hiver.

A l'exception de quelques centaines de tonnes de fonte employées dans les piliers de fondation pour des cales et des plaques d'ancrage et d'environ 2,000 tonnes du même métal, consistant en saumons noyés dans l'asphalte et constituant le lest des extrémités des consoles qui s'appuient sur les piles culées, toute la construction est faite exclusivement avec de l'acier fabriqué par le procédé Martin-Siémens. Un cahier des charges très complet fixait les conditions de réception des pièces de toutes sortes, tôles, cornières, fers à T et barres plates ou rondes, qui devaient être livrées coupées de longueur et conformes aux gabarits. Pour les pièces soumises à la tension, l'acier devait présenter une résistance de 47 à 52 kilogrammes par millimètre carré avec 20 0/0 d'allongement maximum; pour les pièces comprimées, le minimum de résistance devait être de 53 kilogrammes et le maximum de 55 kilogrammes par millimètre carré, avec 17 0/0 d'allongement. L'acier pour les rivets devait donner à la traction 42 kilogrammes par millimètre carré, avec 30 0/0 d'allongement, et au cisaillement, de 34 à 37 kilogrammes par millimètre carré. L'acier fondu devait présenter une résistance à la traction de 39 kilogrammes avec 8 à 10 0/0 d'allongement. Dans les pièces soumises à des efforts alternatifs de tension et de compression, le métal ne devait travailler qu'au tiers du maximum. La surface totale des rivets devait être égale à 7 fois 1/2 celle de la section utile pour les pièces tendues et à la moitié seulement de cette même section pour les pièces comprimées. Les plaques d'acier des pièces tubulaires avaient 4m,90 de longueur et leur épaisseur variait de 11 à 13 millimètres; on a même employé, pour les diagonales des consoles centrales, qui supportent les plus grands efforts, des tôles de 25 à 35 millimètres d'épaisseur. Les plus larges atteignaient 1m,45 et les plus lourdes pesaient 1,700 kilogrammes. Comme le travail des tôles et des barres d'acier exclut complètement l'emploi du marteau et même celui des poinçonneuses ordinaires, on a créé des outils spéciaux, soit pour le cintrage à la presse hydraulique, soit pour le perçage au foret des trous de rivets; on s'est, en outre, astreint, pour cette dernière opération, à percer à la fois toutes les pièces assemblées, afin d'éviter les alésages que le perçage par pièces isolées exige presque toujours.

Le cintrage était obtenu à l'aide d'une presse hydraulique à quatre corps dont le plateau et le chapeau étaient munis de mandrins en fonte à profil concave et convexe. Les tôles, chauffées uniformément au rouge sombre dans un four à gaz, recevaient dans cette machine la courbure convenable; elles étaient ensuite empilées et couvertes de cendres pour les refroidir lentement. Un second passage à la presse corrigeait les déformations survenues pendant le refroidissement.

Pour le perçage des trous de rivets dans les parties tubulaires, on a construit une machine radiale montée sur un chariot et actionnant à la fois 10 forets dont les supports étaient disposés pour se mouvoir à volonté, soit autour du tube, soit le long des génératrices. On montait sur un chantier installé entre les rails du chariot les anneaux des diaphragmes et les nervures longitudinales constituant la carcasse intérieure des tubes; on assemblait sur cette carcasse les tôles de l'enveloppe; on traçait les trous et on approchait la machine. On construisait ainsi les tubes par tronçons successifs de la longueur d'une tôle; pendant que l'un des tronçons était au perçage, on en préparait un autre à la suite; chaque tronçon terminé était de suite démonté et les pièces étaient emmagasinées après avoir été soigneusement repérées. Le nombre des trous ainsi percés était d'environ 300 par mètre courant de tube. Pour les tubes dont la section était aplatie ou rectangulaire, on avait d'autres machines dont les forets, au lieu d'être dirigés radialement, étaient placés à angle droit.

Les machines employées pour les pièces rectilignes des poutres à treillis actionnaient également 10 forets à la fois.

Le découpage des plaques à la cisaille avait été de même complètement exclu et le dressage des arêtes était fait à l'aide de raboteuses à deux outils construites pour ce travail. Ces ateliers renfermaient, en outre, des presses hydrauliques pour le façonnage des pièces courbes et des riveuses hydrauliques pour assembler celles qui pouvaient être complètement terminées avant d'être envoyées au montage.

La question du rivetage était aussi d'une im-

portance considérable; le nombre des rivets s'élevait à près de 7 millions, dont plus de la moitié devait être mis en place au fur et à mesure du montage. Comme ces rivets étaient en acier, on a évité autant que possible l'usage du marteau et l'on s'est servi de riveuses hydrauliques de formes variées, adaptées aux exigences du travail. Le plus petit modèle pouvait être manié par un seul homme et passer par des trous d'homme de 0,40 sur 0,32. L'eau était distribuée sous une pression de 70 kilogrammes par centimètre carré et amenée aux machines à l'aide de petits tubes en cuivre flexibles, avec joints articulés.

La pression nécessaire pour achever l'écrasement du rivet devant s'élever à 465 kilogrammes par centimètre carré, les riveuses étaient pourvues d'un multiplicateur de pression.

Le diamètre des rivets a varié depuis 10 jusqu'à 29 millimètres; leur longueur, sans la tête, depuis 32 jusqu'à 285 millimètres. La plus grande épaisseur de plaques rivées ensemble a été de 23 centimètres. Pour le chauffage de ces rivets, on ne pouvait songer aux forges volantes ordinaires, trop encombrantes avec leur provision de combustible et trop dangereuses sur les planchers de bois des échafaudages, Après quelques essais, on est parvenu à établir de petits fourneaux, en fer et en briques, chauffés par un bec de lampe lucigène, c'est-à-dire avec un bec lançant dans le fourneau de l'huile pulvérisée à l'aide d'un jet d'air comprimé. Le poids de ces fourneaux était d'environ 500 kilogrammes; un treuil suffisait pour les enlever et les déplacer. Ils permettaient de chauffer 200 rivets à l'heure et d'alimenter 3 ou 4 machines à river. On en a installé à l'intérieur des tubes et la fumée ne gênait pas si l'on avait soin de bien régler le brûleur. On voit qu'il a fallu conduire à travers toute la construction un double tuyautage d'air comprimé et d'eau sous pression. Des ouvriers spéciaux étaient chargés de cette manutention.

Il serait trop long de décrire les nombreux appareils de levage créés pour suivre les différentes phases du montage : grues et treuils à vapeur pour le levage des matériaux, grues hydrauliques pour la manœuvre des riveuses, non plus que les échafaudages mobiles sur lesquels ils étaient installés. La grue à vapeur qui a rendu le plus de services travaillait dans un rayon de 10 mètres et son tambour pouvait enrouler 120 mètres de câble en acier; elle était installée sur une plate-forme à chariot de 19m,50 sur 11 mètres et l'ensemble pesait 80 tonnes. La construction des pylones a été réalisée d'une façon très ingénieuse en utilisant les montants eux-mêmes pour porter les plates-formes de montage. On a retranché sur chaque tube les deux files verticales de plaques situées aux extrémités d'un même diamètre, de façon à obtenir de larges fentes dans lesquelles glissaient les extrémités d'une poutre à treillis allant d'un montant à l'autre suivant l'axe du pont. Sur ces poutres, dont la longueur atteignait 58 mètres pour les pylones latéraux et 107 mètres pour le pylone central, on en posait d'autres placées transversalement et sur ces dernières on construisait les plates-formes. L'ensemble était soulevé au fur et à mesure de l'avancement du montage, par quatre presses hydrauliques logées dans les tubes et soutenues par des traverses appuyées sur les diaphragmes. Après chaque relèvement on fermait les fentes en plaçant les tôles au-dessous des poutres. Des cages circulaires concentriques aux tubes étaient hissées à la suite de l'échafaud et contenaient les équipes de riveurs avec leur matériel.

Tous les câbles de manœuvre et de suspension étaient en fil d'acier. Ces câbles sont beaucoup plus légers, à résistance égale, que les chaînes et les câbles en chanvre. Les diamètres les plus usités étaient de 16 millimètres pour les grues, et de 19 à 22 millimètres pour les suspensions; on en a même employé de 25 millimètres de diamètre pour quelques cas particuliers. La résistance à la rupture de ces derniers était de 26 à 28 tonnes, alors que la charge ne dépassait jamais 3 tonnes et même 2 tonnes lorsqu'ils soutenaient les ascenseurs ou les cages occupées par les ouvriers.

Il convient encore de signaler le procédé employé pour établir les viaducs d'accès à la hauteur du tablier, c'est-à-dire à 40 mètres au-dessus des hautes mers. Ces viaducs ont été construits par travées sur des échafaudages de niveau avec le sol voisin, soit environ 12m,40 sur l'une des rives et 5m,50 sur la rive opposée. Ces travées réunies ont ensuite été soulevées, par fractions successives de 1 mètre, à l'aide de presses hydrauliques installées sur la partie inférieure des piles préparées à l'avance, et dont la maçonnerie a été continuée au fur et à mesure du soulèvement. L'opération commencée en mai 1886 a été terminée en août 1887, à cause du temps nécessaire pour la prise des mortiers.

Toutes les opérations du montage ont été rigoureusement surveillées au point de vue de la direction et de l'inclinaison des pièces, à l'aide de théodolites. Les moindres déviations étaient immédiatement corrigées à l'aide de vérins hydrauliques. Toutes les pièces ont été nettoyées à fond en les frottant avec des copeaux de tour; elles ont ensuite reçu une couche d'huile bouillie appliquée aussi chaude que possible, puis deux couches de minium et deux de peinture à l'oxyde de fer. Les surfaces intérieures ont reçu, outre la couche d'huile, une couche de minium et deux couches de blanc de céruse. On a calculé que la surface peinte atteignait 59 hectares. Toutes les cavités accessibles aux eaux pluviales ont été remplies avec un mastic d'asphalte et des trous ont été percés pour assurer l'écoulement.

Pour un ouvrage, dont les pièces comportaient de nombreux changements de forme et dont les assemblages compliqués ne pouvaient être faits avec précision qu'à l'aide de gabarits préparés au fur et à mesure de l'avancement des travaux, il était impossible de recourir au montage habituel par tronçons qui aurait conduit à soulever et à manier au-dessus du vide des poids énormes. Le dressage au-dessus des piliers de fondation de tubes de 100 mètres de longueur et de 3m,66 de

diamètre aurait été absolument irréalisable. C'est pourquoi on a eu recours à la préparation et à la construction sur place, dans une véritable usine créée de toutes pièces à South Queen Ferry. On y a installé des ateliers de perçage, d'ajustage, de menuiserie et de charpente, une salle de gabarits, des bureaux et des magasins. D'autres ateliers secondaires étaient installés au pied des pylones et contenaient les machines pour la compression de l'eau et de l'air. Tout cet ensemble était relié téléphoniquement au moyen d'un câble immergé dans le Forth. On avait construit sur le rivage une jetée abri et un débarcadère pour les bateaux à vapeur de l'entreprise; les dépôts de ciments, de pierres et de bois et les chantiers de construction des caissons étaient installés à proximité; des voies ferrées facilitaient les transports de cet immense matériel. Il faut encore ajouter quarante maisons d'habitation en bois, soixante en maçonnerie, des magasins pour les vivres et les vêtements, des cantines avec réfectoires et salles de lecture et l'on peut se faire une idée de l'importance de cette cité industrielle où l'on a déployé, jour et nuit, pendant trois ans, une activité incroyable et qui a disparu complètement après l'achèvement du pont.

Le nombre des ouvriers a varié suivant les conditions climatériques. Il s'élevait à 3,200 au commencement de 1887, à 4,100 en novembre de la même année; le maximum a été de 4,600 pendant l'été de 1888. En février 1890, on occupait encore un millier d'hommes, pour l'achèvement des peintures et pour la démolition des échafaudages et des constructions afin de remettre en leur état primitif les terrains occupés. Les salaires étaient payés chaque semaine. Dès l'été de 1883, on avait constitué une assurance contre les maladies et les accidents, à laquelle les ouvriers contribuaient par une retenue d'une heure de salaire par semaine, sans que cette retenue put dépasser 0 fr. 80. Les entrepreneurs contribuaient par un versement d'environ 5,000 francs par an et par des fournitures et des dons en nature. Les ouvriers recevaient les soins médicaux et les médicaments, plus en cas d'incapacité de travail, une allocation proportionnée aux versements hebdomadaires. En cas d'accidents non causés par leur faute, les ouvriers touchaient généralement le salaire complet jusqu'à ce qu'ils fussent en état de reprendre le travail, sauf le cas où ils engageaient un procès contre l'entreprise. Six médecins étaient attachés aux chantiers, où étaient installés des ambulances et des hôpitaux provisoires. Il y avait, en outre, des réfectoires et des abris sur les échafaudages, pour les repas et les arrêts causés par les orages.

Les deux premiers trains qui ont traversé le pont, le 21 janvier 1890, étaient composés chacun, de deux locomotives de 72 tonnes en tête, de cinquante vagons de 13 tonnes 10 quintaux chacun et d'une machine de 72 tonnes en queue, soit un poids total de 900 tonnes par train; chacun d'eux occupait, lorsque les tampons étaient serrés à bloc une longueur de 305 mètres. Les deux trains, marchant ensemble, ont été arrêtés successivement sur les travées centrales. Les plus forts abaissements des extrémités des consoles ont été de 127 à 173 millimètres; les soulèvements correspondants des extrémités opposées n'étaient que de 88 millimètres. Les plus fortes inclinaisons des montants des pylones n'ont pas dépassé 41 millimètres.

Le poids total de l'acier employé s'est élevé à 51,765 tonnes 650 kilogrammes et se décompose de la façon suivante :

	Tonnes kil.	Tonnes kil.
2 pylones latéraux à.	4.891 717	9.783 434
1 pylone central	» »	7.146 318
2 consoles extrêmes à	5.527 654	11.055 308
4 consoles intermédiaires à.. .	5.459 119	21.836 476
2 travées centrales à	834 376	1.668 752
Accessoires divers	» »	275 362

6 0/0 de l'acier fourni a été rendu comme rognure, soit environ 3 à 4,000 tonnes. Les pièces temporaires ont exigé 3,200 tonnes d'acier.

La dépense totale de la construction, comprenant les viaducs d'acier, mais déduction faite de la vente du matériel, s'est élevée à 65,183,405 fr., sur lesquels 20,176,000 francs ont été dépensés pour les fondations. Il convient d'ajouter à ce chiffre une vingtaine de millions pour les dépenses relatives au pont suspendu primitif, aux chemins d'accès, aux dépenses d'administration, intérêts des capitaux, honoraires d'ingénieurs, etc.

Le total des salaires payés aux ouvriers s'élevait au 1er janvier 1890 à 27,055,000 francs.

Pour le pont proprement dit le poids d'acier par mètre courant s'est élevé à 31,855 kilogrammes. Le prix de revient des 1,000 kilogrammes d'acier fixé et rivé est évalué à 577 francs.

Comme il a été dit plus haut, le succès du pont du Forth a suggéré à MM. Hersent et Schneider une nouvelle solution du problème déjà plusieurs fois posé, de relier l'Angleterre au Continent par une voie ferrée. Au tunnel sous-marin commencé en 1878 et dont l'achèvement semble bien problématique, ces messieurs proposent de substituer un pont (du système Cantilever) de 38 kilomètres de longueur. Leur projet, étudié avec le concours des ingénieurs du Forth, MM. Fowler et Baker, se compose d'une suite de travées en acier dont les plus grandes auraient 500 et 300 mètres de longueur, et les plus petites de 250 à 300 mètres; ces travées seraient portées par 120 piles dont la partie inférieure en maçonnerie atteindrait pour quelques-unes, 76 mètres de hauteur et dont la partie supérieure, en métal, aurait 40 mètres, de façon à réserver pour la navigation une hauteur libre de 55 mètres. Les travées diffèrent de celles du Forth en ce que la semelle inférieure est seulement légèrement relevée aux extrémités, tandis que la semelle supérieure, rectiligne entre les piles, s'infléchit vers les extrémités. Les poutres auraient 65 mètres de hauteur. On a évalué qu'il faudrait pour les piles seulement 4 millions de mètres cubes de maçonnerie et 76,000 tonnes de fer. Quant au pont lui-même il exigerait environ 780 milliers de tonnes d'acier. Les difficultés considérables du fonçage des piles en pleine mer et par

des fonds de 55 mètres de profondeur rendent impossible une évaluation de dépense. — J. B.

Bibliographie : Annales des chemins vicinaux, juin 1888, Paris, Paul Dupont; *Engineering*, 28 février 1890, Londres; *Traité de la construction des ponts métalliques*, par J. Resal, Paris, Baudry.

• **PONTS MOBILISABLES EN ACIER.** *Ponts et Viaducs militaires mobilisables en acier.* L'article Ponts militaires du *Dictionnaire* a donné l'historique et la description sommaire de ce système de ponts, expérimentés par les troupes du génie et adopté définitivement en 1887 par le ministre de la guerre pour le rétablissement rapide des communications stratégiques.

Ce système, inventé par le lieutenant-colonel du génie Henry, a obtenu deux médailles d'or à l'Exposition universelle de 1889. Son ensemble comprend les ponts de route et les ponts de chemins de fer.

1° *Ponts mobilisables pour routes stratégiques.* M. Louis Figuier, dans les *Merveilles de la science*, expose le système des ponts stratégiques mobilisables du colonel Henry. Nous devons mentionner, dit-il, l'importante découverte faite

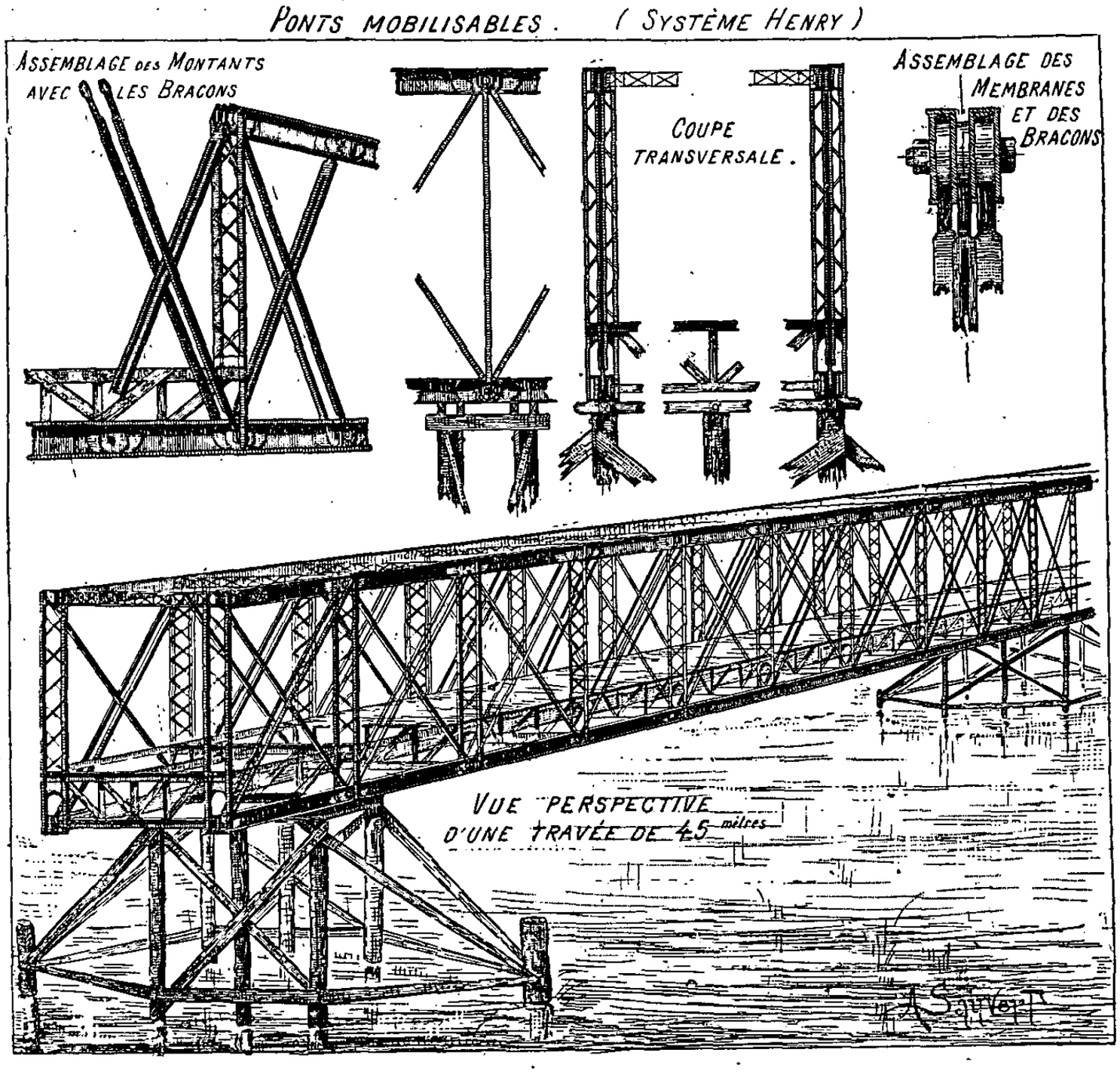


Fig. 743. — *Pont mobilisable.*

par le colonel Henry pour établir rapidement une communication à travers les fleuves les plus larges. Nous voulons parler des ponts mobilisables en acier dont une application a été faite en 1889 sur le Var, non loin de Nice.

L'invention du colonel Henry a résolu le problème de l'établissement très rapide des ponts et viaducs métalliques, par la main-d'œuvre exclusivement militaire. Elle repose sur des principes nouveaux que cet ingénieur a formulés lui-même dans les termes suivants (1) :

Ramener tout ouvrage d'art à n'être plus qu'une combinaison simple et méthodique d'éléments constitutifs en acier laminé, symétriques, interchangeables, portatifs et appartenant à un petit nombre de modèles.

(1) *Ponts et viaducs mobilisables*, par le colonel Henry, 1887.

Assembler ces éléments par de simples boulons ou axes d'articulation, de manière à former dans le sens de la longueur et de la hauteur de l'ouvrage une série indéfinie de mailles triangulaires identiques, rigides. Ces mailles seront rigoureusement indéformables, si l'on a soin de combiner chaque pièce rigide de façon qu'elle résiste aux efforts maximum de traction et de compression passant par les axes d'assemblage.

Les pièces sont étudiées et parachevées dans tous leurs détails, de manière que le travail technique d'ajustage et de précision qui, dans la construction ordinaire, entraîne tant de retards, soit entièrement réalisé d'avance à l'usine avec toute la perfection possible.

C'est en appliquant convenablement ces principes que l'inventeur est parvenu à doter le service du génie d'un matériel toujours disponible, maniable et très portatif, que les troupes n'ont

plus qu'à monter et à mettre en place avec la plus grande facilité et sans l'intervention d'ouvriers spéciaux. Grâce à cette méthode, les sapeurs pourvus de leur matériel portatif transportable sur voitures, peuvent franchir, dans un très court délai : les fleuves, les ravins, les marécages avec des travées légères, à claire-voie, insubmersibles, dont la portée varie depuis 12 mètres jusqu'à 30 mètres. Les piles ou supports de ces ponts sont composées par des pilotis ou par des palées métalliques démontables formées de pieux à vis réunis entre eux par des mailles triangulaires en acier.

Les généraux Chanzy, Lewal, Haillot et le comité du génie ont reconnu que ce nouveau procédé, qui décuple la puissance des troupes du génie en campagne, était appelé à rendre de grands services aux armées et dans nos colonies.

Pont du Var 1889. Du reste, l'utilité du système Henry a été confirmée par l'application décisive qu'en a fait faire le ministre de la guerre en 1889 sur le Var. Le pont stratégique du Var, d'une longueur totale de 600 mètres, a été construit en cinquante-deux heures par une compagnie du génie, un détachement de pontonnier et une compagnie d'infanterie, formant un total de 300 hommes. Il se composait de 18 travées mobilisables en acier, reposant sur 17 palées en pilotis, construites avec des sonnettes à vapeur. Malgré l'extrême rapidité du montage, le pont du Var a résisté, sans altération, pendant plus d'une année au passage des troupes de toutes armes avec leur matériel et d'un chemin de fer Decauville, installé pour transporter les matériaux de la digue du viaduc en construction sur la ligne ferrée de Grasse à Nice. Ce type de pont mobilisable a reçu l'approbation du Conseil général des ponts et chaussées.

A la suite de cette expérience décisive, le ministre de la guerre, sur le rapport de l'état-major général et du génie, a adopté en principe la mise en application des procédés de ce système pour l'établissement des ponts stratégiques en acier.

Ce système de ponts portatifs a été également appliqué dans les colonies françaises, au Sénégal et au Tonkin où ils ont donné de bons résultats.

En leur faisant subir quelques légères modifications les ponts mobilisables en acier peuvent être appliqués par leur inventeur à la création de jetées en débarcadères provisoires sur les côtes dépourvues de moyens de débarquement. C'est ainsi qu'un projet de jetée démontable à éléments portatifs en acier est actuellement à l'étude pour assurer les débarquements à Kotonou sur la côte du Dahomey.

2° Ponts mobilisables en acier pour chemins de fer. Le nouveau matériel militaire de ponts mobilisables, du système Henry, créé pour les parcs militaires de chemins de fer et adopté en 1887, comporte trois types de travées à mailles triangulaires (fig. 743).

1° Les travées de 6 à 33 mètres de portée, composées de 7 éléments-types. Chaque travée pèse 1,600 kilogrammes par mètre courant, ce qui donne un poids de 32 tonnes pour un pont de 20 mètres ;

2° Les travées de 33 à 48 mètres de portée, composées de 9 éléments-types. Ces travées affectent la disposition des cages tubulaires de 4 mètres de largeur sur 7 mètres de hauteur; elles pèsent 2,200 kilogrammes par mètre courant, soit 95 tonnes pour un pont de 45 mètres de portée ;

3° Les travées de 48 à 60 mètres, disposées de la même manière que le type précédent et pesant 2,600 kilogrammes par mètre courant;

4° Un type de pile démontable, de hauteur variable, entre 4 et 25 mètres.

Ce matériel, habilement construit par la Compagnie de Fives-Lille, est manœuvré très facilement par les sapeurs de chemins de fer; il permet de rétablir une communication interrompue en autant d'heures qu'il fallait autrefois de jours pour exécuter ce travail.

C'est ainsi qu'il suffit de 60 heures pour construire et lancer un pont de 50 mètres de portée.

Bibliographie : Les ponts et viaducs mobilisables, à éléments portatifs en acier, ne sont connus que depuis 1880. On consultera avec intérêt, sur ce nouveau système de construction, les ouvrages suivants : *Mémorial du génie militaire*, 1882-83 et la *Revue du génie militaire*, n^os^ de septembre et octobre 1887, description du système; le *Dictionnaire encyclopédique de l'Industrie*, de E.-O Lami, articles *Pont militaires; La Revue industrielle*, de Josse, n° du 10 novembre 1888; *La Nature*, n° du 2 février et n° du 31 août 1889, qui donne la description du pont de 600 mètres établi sur le Var en trois jours; *Notice des ponts mobilisables pour routes*, exposés par la Compagnie de Fives-Lille dans la classe 63; *Notice sur le pont mobilisable en acier pour chemin de fer* (système Henry) exposé par la Compagnie Fives-Lille à la classe 66; *Notices et prospectus de la maison Eiffel sur les ponts portatifs à triangles indivisibles* (1886); *Notice sur le type de pont à triangles équilatéraux*, dit Brochocki, construit par l'usine Commentry et Fourchambaut, triangles divisibles (1886); *Notice sur le type de pont à triangles, rectangles en acier*, construit par l'ingénieur Seyrig (1888); *Notice de la Compagnie des chemins de fer sud de la France; Illustration*, 20 juillet 1889; *Revue du Cercle militaire* (mars 1890).

PORTS. Depuis une vingtaine d'années les progrès incessants et rapides du matériel naval, tant militaire que commercial, ont exigé des transformations correspondantes dans l'établissement des ports maritimes. Pour recevoir des paquebots dont la longueur dépasse déjà 160 mètres et dont le tirant d'eau, en pleine charge, varie de 6 à 7 mètres, il a fallu augmenter la superficie et la profondeur des bassins, refaire et allonger les quais, construire de nouvelles écluses ; avec les vitesses pratiquées aujourd'hui, il était impossible de se résigner à attendre l'heure favorable pour entrer dans les ports et cela sur des rades souvent dangereuses, avec des navires dont le prix s'élève quelquefois à 5 ou 6 millions de francs. On ne pouvait plus admettre le séjour prolongé des navires dans les bassins ou des marchandises sur les quais. D'où la nécessité d'améliorer les entrées, de munir les quais de hangars et d'engins de manutention, d'y établir même de véritables gares maritimes, de façon à relier intimement les grandes lignes de navigation aux chemins de fer

dont elles sont le prolongement. Mais comme les dépenses sont considérables et ne pourraient s'étendre à tous les ports existants, on a été conduit à concentrer les efforts sur ceux que leurs avantages naturels placent en première ligne. Toutes les puissances maritimes sont entrées résolument dans cette voie. Des travaux importants ont été exécutés à New-York et à la Nouvelle-Orléans, aux Etats-Unis, à Liverpool et à Manchester en Angleterre, à Anvers en Belgique, à Amsterdam en Hollande, à Rotterdam et à Hambourg en Allemagne, à Lisbonne en Portugal, à Gênes en Italie, à Trieste en Autriche. La France n'est pas restée en arrière de ce grand mouvement ; Calais, Boulogne, le Havre, Rouen, Saint-Nazaire, La Rochelle, Bordeaux, Cette et Marseille, ont été mis en état de soutenir la concurrence et de satisfaire à toutes les exigences actuelles de la grande navigation.

Pour ces travaux il n'y avait plus à compter sur les avantages naturels qui avaient déterminé à l'origine l'emplacement des ports ; il a fallu créer de toutes pièces soit des rades artificielles conquises sur la mer au moyen de jetées fondées à 15 et 20 mètres sous l'eau et protégées par d'énormes blocs artificiels atteignant jusqu'à 100 tonnes, soit des bassins à flot, des écluses et des formes de radoub, creusés en pleine terre et nécessitant le déplacement de milliers de mètres cubes de déblais. Il faudrait un volume entier du *Dictionnaire* pour décrire ces chefs-d'œuvre de l'art de l'ingénieur ; nous ne pouvons qu'en donner une idée en résumant ce que l'on a fait pour nos principaux ports.

A Calais, on a creusé sur la plage et séparé de la mer à l'aide d'une digue un bassin de chasse de 90 hectares de superficie, pouvant contenir 1,600,000 mètres cubes d'eau ; on a créé un nouvel avant-port de 6 hectares qui permet l'évolution des plus grands navires et dans lequel une fosse de 7 mètres de profondeur au-dessous de zéro permet aux grands paquebots de faire escale sans entrer dans le bassin à flot. On a creusé un bassin à flot de 12 hectares avec deux écluses et une forme de radoub ; on a construit 1,500 mètres de quais sur lesquels la chambre de commerce a établi 26,880 mètres carrés de hangars et 12 grues hydrauliques mobiles, dont une de 40,000 kilogrammes de puissance, une de 5,000 et 10 de 1,500 kilogrammes, plus, 6 treuils hydrauliques mobiles de 750 kilogrammes. Un bassin de batellerie a été aménagé pour relier le bassin à flot avec le canal de Calais et par suite avec le réseau de navigation intérieure du Nord de la France et de la Belgique. Enfin une gare maritime sera établie au nord de l'avant-port, le long du quai d'accostage des paquebots franco-anglais et une gare de marée, pour l'expédition du poisson. C'est à Calais et à Dunkerque où les fonds sont de sable devant l'entrée que l'on a créé ; pour entretenir la profondeur du chenal, les dragues à succion qui aspirent le sable et l'eau mélangés, laissent décanter le sable dans des puits à fermeture mobile et vont le déverser en mer dans de grandes profondeurs. On réalise ainsi un abaissement de 3 à 4 mètres au-dessous des plus basses mers, tandis que les chasses ne maintiennent que difficilement ce dernier niveau.

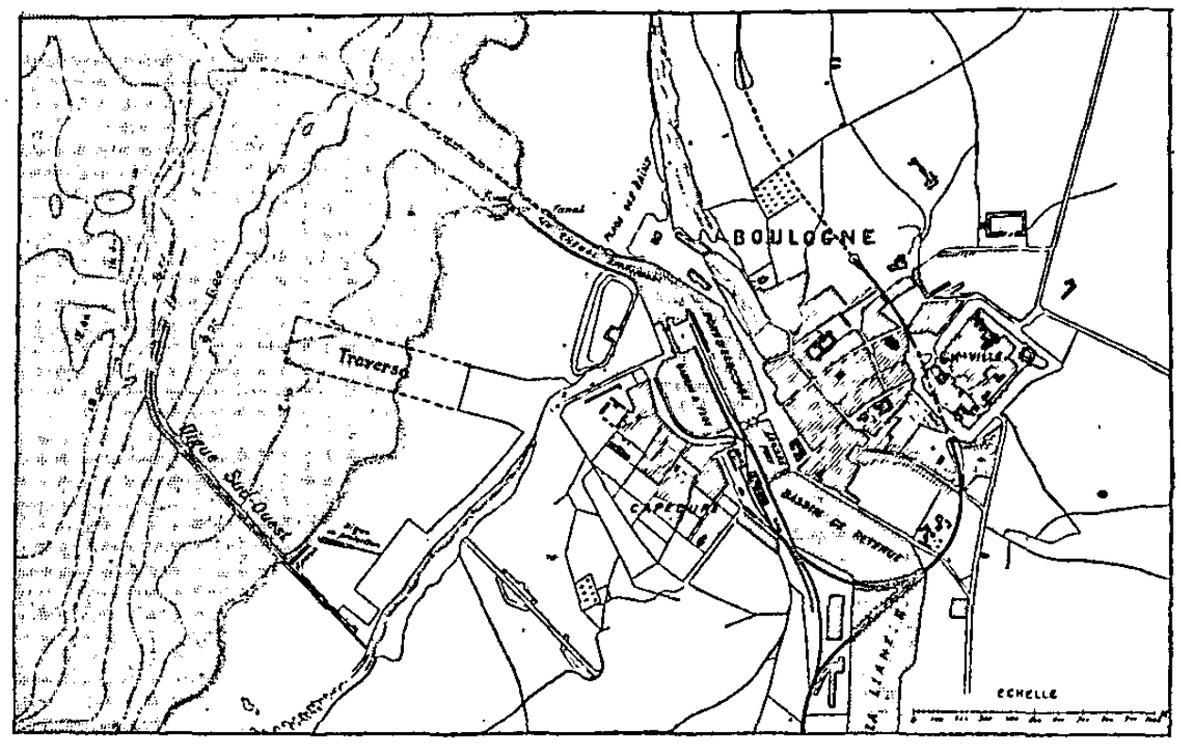


Fig. 744. — *Port de Boulogne en 1890.*

Boulogne, situé sur la Manche, à l'entrée du Pas-de-Calais, à peu près comme Calais à l'entrée de la mer du Nord, est à la fois une des têtes de ligne du transit anglo-français et un port de pêche très important ; il possédait depuis 1868 un avant-port et un port d'échouage de 13 hectares de superficie, ainsi qu'un bassin à flot de près de 7 hectares ; la longueur de quais accostables était de 1,434 mètres dans le port d'échouage et de 1,043 dans le bassin. L'accès du port était difficile et la rade insuffisamment protégée. Il fallait absolument assurer un abri à la nombreuse flottille des bateaux pêcheurs du littoral, créer un refuge pour les navires surpris par le mauvais temps à l'entrée ou à la sortie du détroit, et une rade tranquille pour ceux qui attendent l'heure de la marée pour entrer dans le port, enfin protéger cette entrée contre la violence des lames du large. Il fallait également procurer des quais accostables à toute heure aux paquebots rapides et aux bateaux de pêche. C'est pour réaliser ce programme que la loi de juin 1878 avait décidé la création, en avant de Boulogne, d'un port en eau profonde (fig. 744) dont l'enceinte sera formée par trois digues, l'une parallèle, les deux autres perpendiculaires à la côte ; deux passes ouvertes dans des profondeurs de 8 mètres à basse mer donneront accès dans cette rade, à peu près rectangulaire, dont la superficie est d'environ 300 hectares et à l'intérieur de laquelle doit être construite une traverse d'accostage accessible à toute heure de marée pour des paquebots de

5 mètres de tirant d'eau. La digue du large est tracée entièrement par des fonds de 7 à 8 mètres au-dessous du zéro ; elle sera divisée en deux tronçons par une passe, dite *passe ouest,* de 250 mètres de largeur ; le tronçon nord, compris entre cette passe et la *passe nord*, formera un môle isolé de 500 mètres de longueur; le tronçon sud, long de 600 mètres, se raccordera avec la digue sud-ouest; celle-ci, perpendiculaire à la côte sur laquelle elle est enracinée, aura environ 1,650 mètres de longueur. La digue *nord-est* qui complètera l'enceinte, formera sur 1,440 mètres de longueur, le prolongement de la jetée du port actuel. La passe nord aura 150 mètres de largeur. En 1889 on avait terminé la digue sud-ouest et le tronçon sud de la digue du large, qui ne forment en réalité qu'une seule digue dont les deux alignements sont raccordés par un arc de cercle de 350 mètres de rayon. Cette digue est formée par un massif d'enrochements naturels et artificiels dont le noyau est constitué par des moellons de 100 kilogrammes en moyenne. Les talus de ce noyau sont recouverts : du côté intérieur par une épaisseur de 2m,50 d'enrochements naturels pesant chacun environ 500 kilogrammes ; du côté du large, par deux couches d'enrochements, la première, de 3 mètres d'épaisseur, composée de blocs naturels de 6,000 kilogrammes ; la seconde, de blocs artificiels en maçonnerie dont le poids est d'environ 33,000 kilogrammes. Ce massif, arasé à 2 mètres au-dessus du zéro, est surmonté d'un massif de maçonnerie dont le profil a la forme d'un trapèze de 6m,90 de hauteur, de 7m,66 de largeur à la base et 6 mètres au sommet. La plate-forme supérieure arasée à la cote + 10m,90, c'est-à-dire à 2 mètres au-dessus des hautes mers de vive eau moyenne, est surmontée, du côté du large, par un parapet maçonné de 1m,40 de hauteur dont l'épaisseur varie de 2 mètres à 2m,50. De chaque côté de cette muraille, les talus d'enrochements sont couronnés et consolidés par des risbermes en maçonnerie formées de blocs jointifs de 6 mètres de longueur, et sur lesquelles s'effectue la circulation du personnel et du matériel à marée basse. La branche du large est terminée par un musoir provisoire, signalé par une balise lumineuse dont le fanal est alimenté au gaz d'huile comprimé avec feu clignotant automatique et peut brûler, sans intervention, pendant plus d'un mois. Bien que les travaux soient incomplets, on a déjà constaté que l'entrée du port est parfaitement abritée contre les tempêtes du Sud-Ouest qui sont les plus fréquentes et les plus violentes dans la Manche; elle est même partiellement abritée contre les tempêtes de vent d'Ouest. Le courant de flot qui rendait quelquefois l'accès du port impossible aux grands navires pendant la haute mer, est reporté au large de la digue et l'on entretient sans difficulté des profondeurs de plus de 4 mètres dans la passe extérieure, et de 1m,50 à 2 mètres entre les jetées, ce qui assure le service à heure fixe de voyageurs entre Boulogne et Folkestone. L'inauguration de la digue sud-ouest a été faite par M. Carnot, président de la République, le 4 juin 1889.

Dieppe est le centre d'un mouvement important de caboteurs et de bateaux de pêche ; c'est aussi la tête de ligne d'un service régulier avec Newhaven en Angleterre. Les derniers travaux ont rendu le port accessible pour les paquebots, à toute heure de marée; on a mis à la disposition du commerce un nouvel avant-port et un nouveau bassin à flot, communiquant avec l'avant-port par un bassin de mi-marée qui permet le passage, environ trois heures avant et après la basse mer, de la plus grande partie des caboteurs à vapeur. La fondation de l'écluse d'aval de ce dernier bassin a été construite dans un énorme caisson en tôle, de 35m,40 de longueur sur 33m,50 de largeur, soit 1,186 mètres carrés de superficie; la chambre de travail était divisée en 12 compartiments munis chacun d'une cheminée avec écluse à sas. Sa hauteur totale mesurait 16m,60, et il a été descendu à 6m,60 au-dessous des plus basses mers.

Le port du Havre se compose actuellement d'un avant-port, de neuf bassins à flots et de six formes de radoub. L'avant-port, agrandi en 1880, présente une surface de 21 hectares 85 ares. L'ensemble des bassins a 73 hectares 91 ares de superficie; mais les plus anciens, ceux du Roi, du Commerce, de la Barre et de la Floride, dont la surface totale est de 13 hectares 50 ares ne sont plus guère utilisés à cause de l'insuffisance de la profondeur et de l'absence de voies ferrées sur les quais. Le bassin-dock, de 4 hectares 40 ares de superficie, est concédé à la Compagnie des docks-entrepôts et ne reçoit que les navires qui apportent ou emportent les marchandises de ses magasins. Le commerce du charbon est à peu près concentré dans le bassin Vauban, principalement le long de la rive nord de ce bassin. Le bassin de la Citadelle est surtout fréquenté par les caboteurs à vapeur. Enfin les bassins de l'Eure et de Bellot sont plus spécialement affectés à la navigation au long cours. La longueur des quais accostables pour les navires est de 1,985 mètres dans l'avant-port et de 11,320 mètres dans les bassins; sur ces derniers, 2,925 mètres appartiennent aux quatre anciens bassins. La Chambre de commerce a établi sur les terre-pleins des quais seize hangars mesurant ensemble une longueur de 1,897 mètres et une surface de 57,713 mètres carrés. En outre, diverses compagnies de navigation ont construit de nombreux hangars pour leur usage exclusif; celle des docks-entrepôts possède à elle seule 37,300 mètres de hangars, 37,400 mètres de cours couvertes, 59,300 mètres de magasins et 8,300 mètres carrés de caves pouvant recevoir 8,000 tonnes de vins et de liquides. L'outillage des quais se compose : de 3 machines à mâter pouvant soulever 100, 50 et 30 tonnes; une bigue flottante de 30 tonnes ; 8 grues fixes dont la puissance varie de 1,000 à 15,000 kilogrammes; une grue flottante de 1,000 kilogrammes; 13 grues ou treuils hydrauliques de 750 à 3,000 kilogrammes et une trentaine de grues appartenant à divers services et la plupart mues à bras. Les formes de radoub ont de 45 à 150 mètres de longueur ; trois d'entre elles s'ouvrent dans le bassin de la Citadelle, et trois dans le bassin de l'Eure; deux de ces dernières peuvent

recevoir des navires de 170 mètres de longueur et leur épuisement n'exige que trois heures. Les petits navires peuvent encore être visités et réparés sur un gril de carénage ou dans un dock flottant en bois, ou bien encore abattus en carène. La batellerie de la Seine peut accéder dans le bassin de l'Eure par le canal de Tancarville, qui se termine par un bassin fluvial, une écluse à sas et un bassin de garage construits parallèlement au bassin Bellot. Une gare maritime doit être construite en arrière du bassin Bellot, entre le canal et la rive droite de la Seine. Le port du Havre se trouve donc aujourd'hui dans d'excellentes conditions ; seule, son entrée laisse à désirer parce qu'elle manque de profondeur et que les grands navires ne peuvent accéder dans les bassins que pendant trois heures au plus à chaque marée. Un projet pour établir une nouvelle entrée en eau profonde, un bassin de mi-marée et un lazaret est actuellement soumis au Sénat après avoir été adopté par la Chambre des députés; la dépense prévue est de 67 millions de francs, auxquels il convient d'ajouter 6,200,000 francs pour les travaux militaires.

Le port de Rouen a été complètement modifié à la suite des travaux d'amélioration de la Seine maritime qui permettent aux navires de remonter le fleuve avec 5m,50 de tirant d'eau en morte-eau et jusqu'à 6m,80 en vive eau. La situation actuelle comporte : dans le bassin maritime 3,347 mètres de quais verticaux et 224 mètres de quais inclinés, cales, ou perrés; dans le bassin fluvial 1,080 mètres de quais verticaux et 345 mètres de cales ou de perrés. On a créé en plus un bassin aux bois avec 1,185 mètres de quais inclinés et de cales et un bassin aux pétroles avec 1,460 mètres de berges accostables et six appontements. Une forme de radoub de 100 mètres de longueur et un slip en travers, système Labat, pour des navires de 1,800 tonnes complètent l'installation de ce port dont l'outillage comprend : une grue fixe à bras de 30 tonnes ; une mâture fixe de 20 tonnes; deux grues fixes de 10 tonnes, dont une à bras et une à vapeur; 45 grues fixes ou mobiles à bras et à vapeur de 800 à 3,500 kilogrammes; une grue hydraulique mobile de 2,500 kilogrammes; neuf grues hydrauliques mobiles de 1,250 kilogrammes et trente grues flottantes à vapeur de 1,000 à 1,200 kilogrammes. Les dépenses pour l'endiguement de la Seine maritime et pour l'amélioration du port de Rouen s'élèveront, après leur achèvement, à 80 millions dont il convient de défalquer 25 à 30 millions pour la valeur des prairies d'alluvions qui se sont formées derrière les digues et dont la superficie atteignait déjà en 1889, 9,000 hectares.

A Honfleur, on a dû décupler l'intensité et le volume des chasses nécessaires pour maintenir la profondeur du chenal d'accès exposé par la situation de ce port sur la rive Sud de la baie de Seine à des envasements considérables. Ce résultat a été obtenu par la création d'un bassin des chasses de 54 hectares de superficie, capable d'emmagasiner de 330,000 à 700,000 mètres cubes d'eau, suivant la hauteur de la marée. Pour éviter l'envasement du bassin lui-même on y introduit l'eau par un déversoir de superficie, composé de 30 hausses métalliques à axe horizontal, qui sont mises en mouvement simultanément par un appareil hydraulique. Indépendamment de ce déversoir, on a mis le bassin de retenue des chasses en communication avec le bassin à flot à l'aide de siphons-aqueducs actionnés automatiquement par une batterie de siphons amorceurs échelonnés; une seconde batterie de siphons, encore plus puissante, permet d'alimenter le bassin des chasses avec les eaux de la rivière Morelle. Ces appareils, très ingénieux et surtout très économiques, sont appelés à rendre de grands services pour le remplissage, la vidange ou la réglementation des grands réservoirs.

Il n'y a rien de bien important à signaler pour les travaux exécutés récemment dans les ports échelonnés entre le Havre et Saint-Nazaire. Cherbourg est surtout un port militaire dont la digue grandiose et le bassin à flot creusé dans le rocher, ont été décrits dans le *Dictionnaire* (V. Digue et Port). Dans la partie consacrée au commerce, on trouve un bassin à flot de près de 6 hectares, avec 923 mètres de quais qui sont en partie desservis par les rails des chemins de fer de l'Ouest. Ce bassin est précédé d'un avant-port de 6 hectares et demi avec 900 mètres de quais. La hauteur d'eau sur le busc de l'écluse métallique n'est que de 4m,23 en morte eau ordinaire et de 5m,89 en vive eau ordinaire. Cinq des grandes lignes de paquebots anglais font escale dans la rade.

Grandville est surtout un port d'armement pour la pêche de Terre-Neuve ; bien qu'il ne soit qu'à huit heures de Paris par chemin de fer, son commerce maritime se développe difficilement par suite de l'absence d'une rade et du manque de communication avec le réseau de navigation intérieure. Il possède un bassin à flot de 3 hectares et de 7 à 9 mètres de profondeur, avec 700 mètres de quais. Ce bassin sert principalement d'abri et de station d'hiver pour les navires de pêche.

Saint-Malo et Saint-Servan ont longtemps souffert du désaccord entre les deux villes qui a suspendu l'exécution des grands travaux projetés pour leur amélioration. On y a construit, depuis 1878, deux bassins à flot distincts, un pour Saint-Malo et un autre pour Saint-Servan.

Brest ne possède pour le commerce qu'un port de marée de 41 hectares de superficie avec 2,300 mètres de quais, dont une grande partie a été fondée à des profondeurs de 10 à 13 mètres, de sorte que les navires de 7 à 8 mètres de tirant d'eau peuvent s'y tenir à flot par les plus basses mers connues. Ce port a été créé principalement pour laisser à la marine militaire la jouissance exclusive du port de la Penfeld. Les paquebots transatlantiques du Havre à New-York y ont fait escale de 1865 à 1875, époque à laquelle cette escale a été supprimée. Bien qu'il soit en relation avec l'intérieur par les chemins de fer de l'Ouest et d'Orléans et par le canal de Nantes à Brest, son commerce est assez limité. Il rend surtout de grands services comme port de relâche.

Saint-Nazaire est encore un port créé de toutes pièces, il y a une quarantaine d'années, sur la rive droite de l'embouchure de la Loire, dans une anse où stationnaient les bateaux des pilotes et des pêcheurs. Il comprend deux bassins à flot, le bassin de Saint-Nazaire, ouvert au commerce en 1856, et dans lequel on trouve à basse mer de 8 à 15 mètres d'eau; le bassin de Penhouet, ouvert en 1881. Le bassin de Saint-Nazaire a 10 hectares 40 ares de superficie et 1,580 mètres de quais ; il communique avec l'estuaire du fleuve par deux écluses dont une de 25 mètres de largeur. Le bassin de Penhouet a 22 hectares et demi de superficie et 2,145 mètres de quais. On y accède en passant par l'ancien bassin avec lequel il communique par une écluse à sas de 25 mètres de largeur. Sa profondeur est de 8 mètres. Trois formes de radoub ont été construites dans le bassin de Penhouet ; l'une, de 150 mètres de long sur 18 mètres de large est réservée au service transatlantique; les autres ont 140 mètres sur 25 et 120 mètres sur 13. On a rencontré de grandes difficultés dans l'exécution des ouvrages par suite de l'épaisse couche de vase molle qui recouvre le fond et oblige de descendre les fondations à des profondeurs qui atteignent jusqu'à 18 mètres. C'est à Saint-Nazaire que l'on a employé, pour la première fois, les fondations par les blocs évidés foncés à l'air libre et les bateaux pompeurs pour le dévasement.

Pour rendre le port de La Rochelle accessible aux grands navires modernes, il eut fallu exécu-

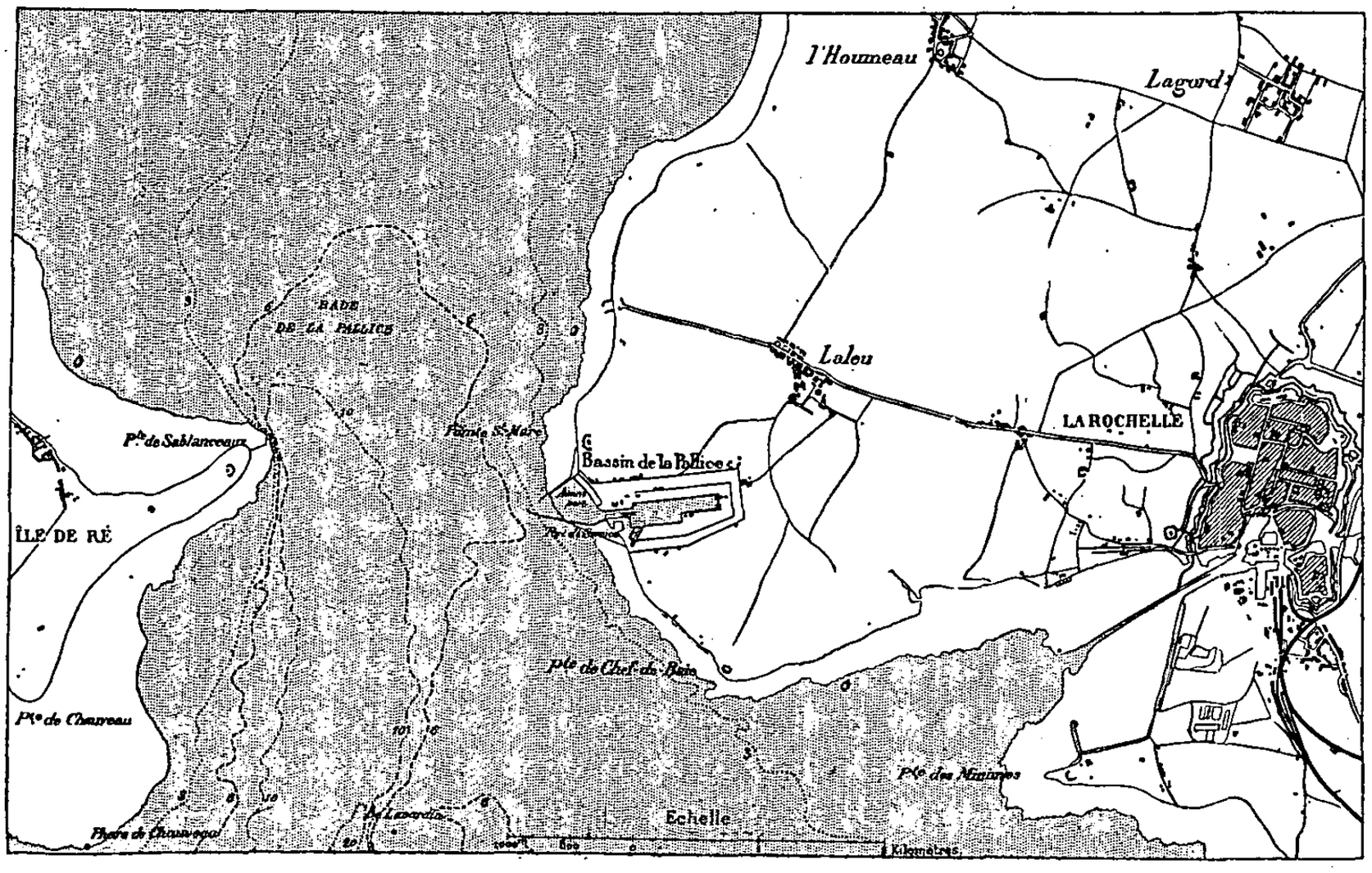


Fig. 745. — *Port de la Pallice.*

ter dans le chenal en partie obstrué par les débris de la digue de Richelieu, des travaux considérables, dont la réussite était incertaine; on a préféré une solution dont la hardiesse répond à l'importance des résultats que l'on peut attendre de la merveilleuse situation de ce bassin, placé au centre de la concavité que forme le littoral de l'Atlantique entre les embouchures de la Loire et de la Gironde. Protégé du côté du large par les îles de Ré et d'Oléron, il offre aux navires des mouillages excellents sur les rades de l'île d'Aix, de La Rochelle et de La Pallice. C'est vis-à-vis de cette dernière que l'on a décidé de creuser, sur l'emplacement appelé la *Mare de Besse*, à 4 kilomètres de la ville, un avant-port de 12 hectares et demi et un bassin à flot de 15 hectares et demi, capables de recevoir en tous temps non seulement les plus grands navires de commerce, mais encore les plus grands cuirassés (fig. 745). L'avant-port est creusé à la cote — 5 et s'ouvre dans la direction de l'ouest nord-ouest par une passe de 90 mètres de largeur, entre deux jetées, la jetée du nord, de 433 mètres de longueur, qui s'étend jusqu'au fond de $2^{m},50$ au-dessous de zéro et la jetée du sud, longue de 627 mètres, qui s'avance en mer jusqu'aux fonds de 5 mètres. Devant la côte, s'étend une digue de défense de 300 mètres de longueur. Le bassin à flot est creusé à la cote — 4; sa longueur de l'ouest à l'est est de 760 mètres; sa largeur varie de 200 à 400 mètres. Son pourtour a un développement de 1,800 mètres dont 1,600 mètres de quais desservis par les rails du réseau de l'Etat.

Le bassin à flot communique avec l'avant-port par une écluse à sas de 22 mètres de largeur et 165 mètres de longueur utile ; on a ménagé dans les maçonneries les amorces d'une seconde écluse et celles d'un canal qui permettra d'établir la communication avec de nouveaux bassins en cas d'agrandissement ultérieur. A l'extrémité ouest

du grand quai sud sont construites deux formes de radoub, l'une de 180 mètres de longueur sur 22 de large; l'autre de 115 mètres sur 14.

Les déblais de l'avant-port, s'élevant à 1,200,000 mètres cubes, ont été extraits à sec à l'abri de deux bâtardeaux construits successivement entre les jetées. Le plus avancé en mer a été fondé à l'air comprimé. Les déblais du bassin et de l'écluse ont atteint près de 1,700,000 mètres cubes. Le port de La Pallice a été inauguré le 29 août 1890 en présence de M. Carnot, président de la République. La dépense totale est évaluée à 21 millions de francs.

Rochefort occupe également une situation privilégiée, remarquable par la facilité des atterrages, par la commodité de la navigation dans l'estuaire de la Charente et par la profondeur des mouillages.

Les avantages naturels qui l'avaient fait choisir comme port militaire ont contribué, naturellement, à la création d'un port de commerce important. Les établissements composés du port en rivière ou port de la Cabane carrée et de deux bassins à flots de 2 hectares et demi de superficie, étant devenus insuffisants, à la suite des travaux d'amélioration exécutés dans la Charente, on a créé un troisième bassin à flot de 6 hectares et demi avec 1,000 mètres de quais verticaux et 160 mètres de perrés. Ce bassin est relié directement au fleuve par une écluse à sas de 163 mètres sur 18 et par un chenal d'accès de 100 mètres de long. La profondeur est partout suffisante pour assurer un mouillage de 7m,13 au minimum et de 9m,32 en vive eau moyenne. Ces ouvrages ont été entièrement creusés dans une prairie marécageuse et les quais ont été fondés à l'aide de puits coulés par havage (V. *Dictionnaire* et *Supplément*, FONDATIONS). Les quais de l'un des anciens bassins (bassin extérieur) et ceux du nouveau bassin sont desservis par le réseau des chemins de l'Etat.

Cette est un port isolé dans le golfe de Lion, au milieu de 240 mètres de côte et signalé au loin par une montagne de 180 mètres de hauteur; s'il n'a pas encore conquis le rang que semble lui assigner sa situation entre la mer et l'étang de Thau, au débouché du canal du Midi et à la rencontre des chemins de fer du Midi et de Paris-Lyon-Méditerranée, c'est que les ingénieurs qui l'ont créé de toutes pièces ont eu et ont encore à lutter contre les difficultés presque insurmontables résultant de la nature et du régime du littoral. Il a fallu remanier plusieurs fois les ouvrages de défense pour arriver à obtenir la profondeur indispensable et pour leur assurer la solidité exceptionnelle qu'exige la violence des tempêtes dans ces parages. Les blocs de protection du brise-lames atteignent anjourd'hui de 80 à 100 tonnes. L'avant-port, dont la superficie est de 11 hectares, est abrité au sud par le môle St-Louis et à l'est par la jetée de Joinville. L'entrée est protégée par un brise-lames courbe qui laisse entre ses extrémités et les musoirs du môle et de la jetée deux passes, l'une au nord-est de 160 mètres de largeur utile, et l'autre à l'ouest-sud-ouest de 150 mètres. La profondeur dans les passes et dans l'avant-port est de 6m,50 au-dessous des basses mers; il est vrai que la plus grande hauteur de la marée ne dépasse pas 0m,90. L'avant-port est suivi de deux bassins; l'ancien, de 6 hectares de superficie et de 6 mètres de profondeur avec 869 mètres de quais dont la largeur, variant de 6 à 11 mètres, est insuffisante; le nouveau bassin de 7 hectares 1/2 de superficie et 6m,50 de profondeur est accessible aux grands navires; il possède 1,223 mètres de quais de 20 à 22 mètres de largeur, desservis par les voies ferrées de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, avec une gare maritime pour les marchandises. L'ancien bassin communique avec l'étang de Thau par le canal de Cette, dont l'extrémité, élargie à 68 mètres s'appelle *le chenal* et possède 905 mètres de quais. Au fond du nouveau bassin débouche le canal maritime dont l'autre extrémité aboutit à un bassin à angle droit avec le canal maritime. La branche nord de ce bassin est réservée à la Compagnie du chemin de fer du Midi; l'autre branche est reliée avec le canal de Cette. Ces bassins ont 6m,50 de profondeur et sont bordés par 2,283 mètres de quais, dont 1,913 sont desservis par les rails de la Compagnie du Midi. Les gares à voyageurs et à marchandises de cette Compagnie sont établies sur le terre-plein qui sépare le bassin de l'étang de Thau. Le canal maritime est coupé transversalement, au milieu de sa longueur par une darse, dite de *la Peyrade* qui débouche d'une part dans le canal de Cette et d'autre part dans le canal de la Peyrade. En résumé, le port de Cette possède 7,688 mètres de quais, dont 4,984 sont pourvus de voies ferrées et 2,704 sont affectés à la navigation intérieure. Les ouvrages extérieurs sont exécutés en enrochements naturels avec des talus de 8 pour 1 vers le large, protégés par des blocs artificiels de 15 à 100 tonnes. Lorsque les prolongements du brise-lames seront terminés, on se propose de créer un nouveau bassin de 12 hectares avec 1,500 mètres de quais.

A Marseille, le domaine conquis sur la mer, depuis 1844, a été agrandi par l'addition de deux nouveaux bassins, le bassin de la gare maritime, de 15 hectares de superficie, et le bassin national, de 40 hectares. On sait que dans la Méditerranée ce nom de *bassin* ne signifie pas, comme dans les ports de l'Océan, un espace complètement fermé dont l'entrée ou la sortie se font au travers d'écluses que l'on n'ouvre qu'aux heures de la pleine mer. Ce sont simplement des espaces d'eau protégés du côté du large par une grande digue parallèle à la côte et séparés par des traverses enracinées aux quais de rive. Les bassins sont précédés d'un avant-port formé par le prolongement de la digue. La traverse qui sépare le bassin national de l'avant-port laisse entre elle et la digue une passe de 100 mètres d'ouverture, complètement libre. Celle qui sépare les deux nouveaux bassins ne laisse qu'une passe de 30 mètres d'ouverture sur laquelle sont établis deux ponts tournants hydrauliques. Ces traverses ont 310 mètres de longueur sur 130 mètres de largeur. Chacun des bassins est encore fractionné

par des môles parallèles aux traverses et comme elles enracinées au quai. Il y en a trois dans le bassin national, deux de 240 mètres de longueur sur 90 mètres de largeur et un de 130 mètres sur 60. Ce dernier est consacré pendant six mois de l'année au débarquement des bestiaux. Dans le bassin de la gare maritime il n'y a qu'un môle de 250 mètres sur 90. Le développement des nouveaux quais est de 2,122 mètres pour le bassin de la gare maritime et de 3,845 mètres pour le bassin national. Leur largeur varie de 30 à 60 mètres. Cette largeur comprend un emplacement pour les marchandises, une voie charretière de 11 mètres avec trottoir de 5 mètres et une ou deux voies ferrées. Les môles sont munis de deux files de hangars de 26 mètres de largeur, séparés par deux voies ferrées et une voie charretière. La surface totale couverte par les hangars s'élève à 64,195 mètres carrés. Si l'on ajoute à ces chiffres les ressources existant déjà dans les trois anciens bassins de la Joliette, du Lazaret et d'Arenc, on arrive à une surface totale de bassins de 140 hectares et à un développement de quais de 17 kilomètres dont 13 utilisables pour les embarquements et débarquements. La surface totale de ces quais est de 64 hectares, dont 21 pour les voies de circulation, 23 pour le dépôt des marchandises et 20 affectés à l'exploitation des docks et entrepôts. Le tirant d'eau des anciens bassins varie de 6 à 7 mètres; dans les nouveaux bassins il dépasse 7 mètres et atteint 9 mètres sur une superficie de 50 hectares. Le long du quai intérieur de la grande digue, dont la longueur est actuellement de 3,070 mètres, la profondeur varie de 11 à 15 et 20 mètres.

Un outillage hydraulique très complet a été

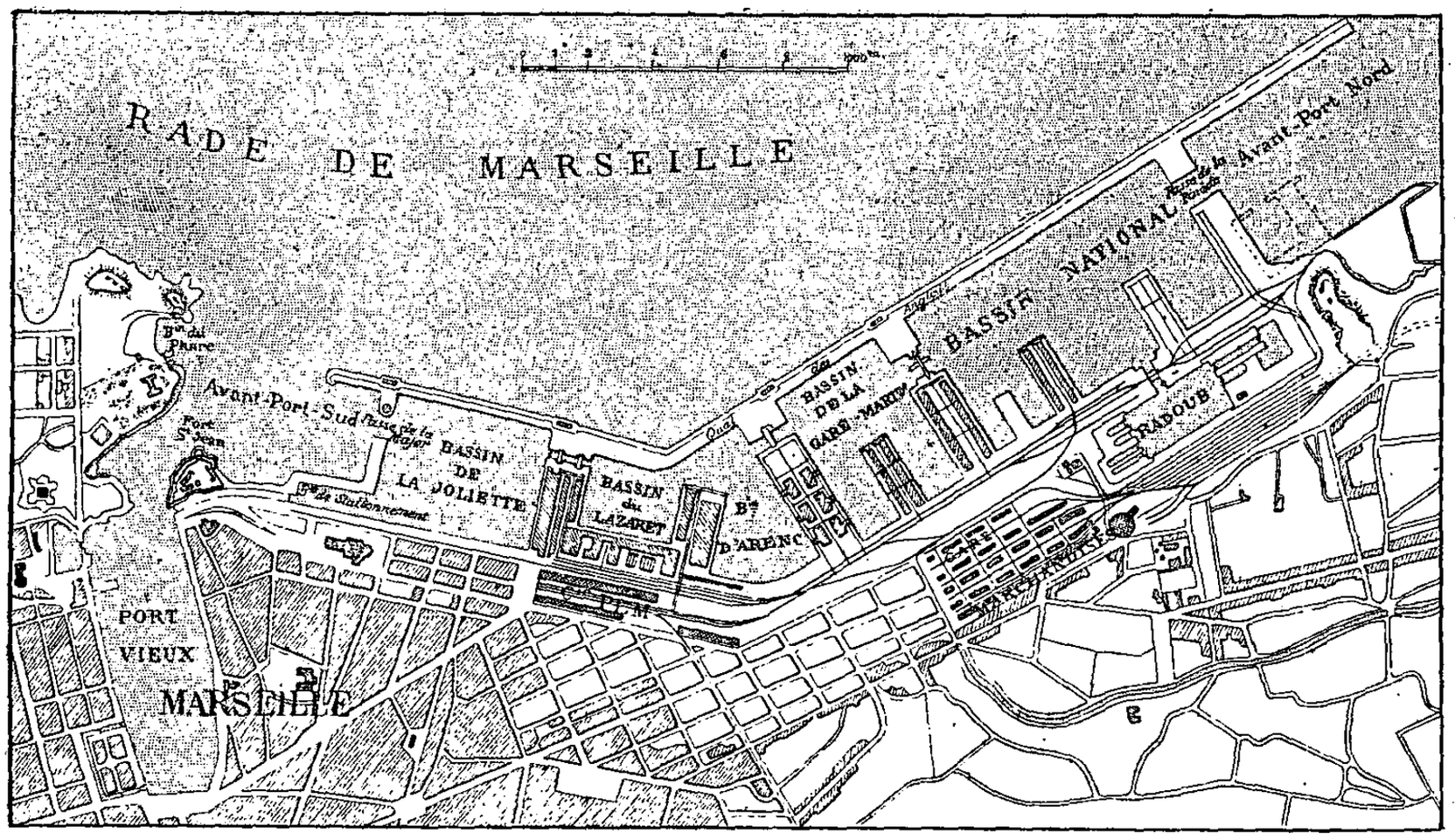


Fig. 746. — *Port de Marseille en 1890.*

installé sur les quais de rive et sur ceux des môles; il comprend : vingt-sept grues mobiles sur rails, dont seize de 1,250 kilogrammes de puissance; huit à double pouvoir de 1 et de 3 tonnes, et trois de 3 tonnes; trois treuils mobiles ayant une puissance de 1,000 kilogrammes, trente-huit cabestans de 800 kilogrammes et enfin une bigue oscillante à action directe pour l'embarquement ou le débarquement des colis pesant jusqu'à 120 tonnes. L'eau qui actionne ces appareils est comprimée à 52 atmosphères. Les machines et l'accumulateur central sont installés dans un bâtiment spécial, au sud des bassins de radoub (fig. 746).

Les établissements de radoub se composent : d'un bassin de réparations à flot de 360 mètres sur 280, qui communique avec le bassin national par un canal de 92 mètres sur 28; de quatre formes dont les longueurs sont 141^{m},50, 110 et 90 mètres, la première a un tirant d'eau de 7 mètres; les deux autres de 6 mètres: le bassin et le canal d'entrée ont 8 mètres de mouillage. On a réservé l'emplacement pour construire au besoin deux autres formes. Le canal d'entrée est franchi par un pont tournant en fer qui pèse 700 tonnes et qui tourne sur un pivot central soulevé par de l'eau comprimée à 270 atmosphères. Les dépenses de 1844 à 1889 se sont élevées à 70 millions de francs.

Il faut ajouter à ces magnifiques créations celles qui ont été réalisées sur le littoral de l'Algérie, les grands ports de commerce comme Alger, Oran, Bône et Philippeville; les ports secondaires; Benisaff, Bougie, La Calle; les ports de pêche et de refuge, Arzew, Mostaganem, Ténès, Cherchell, Delhys, Bougie, Dzidjelli, Collo, Stora et Herbillon. Ici, comme sur les côtes de la Méditerranée, on n'a besoin ni de bassin à flot, ni d'écluses; les travaux se bornent à des jetées, des brise-lames, des quais et au dérasement des roches. Mais la

construction de ces ouvrages, la plupart en eau profonde, présente d'énormes difficultés à cause de la violence des tempêtes dans ces parages; il a fallu porter successivement le poids des blocs de protection à 15, 30 et 50 tonnes. Ceux de 15 et 30 tonnes ont été quelquefois culbutés et entraînés par les lames, comme on l'a vu notamment après les tempêtes exceptionnelles de 1869, 1876 et 1886. Cependant, grâce à une lutte acharnée, on a déjà obtenu des résultats importants; le trafic régulier des nombreuses lignes qui servent de trait d'union entre les ports de France et d'Algérie est assuré et la marine militaire trouve un mouillage abrité partout où sa présence est indispensable. — J. B.

● * **PORTO-NOVO.** — V. COLONIES FRANÇAISES.

● * **PORTUGAL.** Situé à l'extrémité sud-ouest de l'Europe où il occupe environ la cinquième partie de la péninsule Ibérique, le Portugal a une superficie territoriale de 8,960,000 hectares dans lesquels la portion cultivable figure pour 8,670,000 hectares.

Les derniers documents statistiques, publiés sur sa population, sont relatifs aux années 1878 et 1881; ils remontent donc à une date assez éloignée. Le nombre de ses habitants qui, en 1878, était de 4,160,315 atteignait 4,306,554, en 1881. Il ne s'agit, bien entendu, que de la population continentale; celle des îles adjacentes, les Açores et Madère est d'environ 400,000 habitants.

Si on le compare à l'Espagne, on constate que le Portugal a une population plus dense que celle de sa voisine (48 habitants par kilomètre carré contre 33).

AGRICULTURE. La population du Portugal se livre surtout à l'agriculture, qui pourrait être une source de grande prospérité pour le pays, si l'exploitation du sol se faisait avec des procédés moins rudimentaires que ceux qui sont généralement employés. Grâce, en effet, aux conditions climatériques très diverses qu'il présente, le Portugal est apte à fournir les produits agricoles les plus variés. Il peut être divisé en sept régions ayant chacune un caractère spécial.

Dans la région qui correspond à la zone climatérique dénommée *terre froide* et située au nord-est-est, les forêts sont assez nombreuses et composées principalement de chênes et de châtaigniers. On y trouve, en outre, le mûrier et le cerisier; comme céréale, c'est le seigle qui est surtout cultivé; il y existe également de nombreux pâturages.

La région du Douro ou région chaude du nord-est caractérisée par la culture de la vigne. L'olivier, l'oranger et le froment y sont également cultivés avec succès. Le chêne commun, le châtaignier, le pin maritime, le seigle et le maïs se rencontrent dans la région littorale du nord. Dans la Beira centrale, on trouve le châtaignier, le chêne, l'olivier et la vigne; on récolte le maïs, le seigle et le froment. Le pin maritime, le chêne portugais, l'olivier à l'état sauvage, l'oranger et la vigne croissent dans la région littorale du centre.

Les deux dernières régions sont celle du sud et celle dite littorale du sud. La première possède des forêts de châtaignier et de chêne. Le froment et le seigle, l'olivier et la vigne y prospèrent. On trouve dans la seconde le figuier, l'oranger, l'olivier et la vigne. Les plantes exotiques s'y acclimatent très bien. Le commerce des oranges y a une importance considérable.

La flore du Portugal comprend presque toutes les espèces connues dans les pays tempérés et un grand nombre de plantes exotiques, telles que l'eucalyptus, le dattier, etc.

La culture dominante en Portugal est celle des céréales; le froment, le maïs, le seigle, l'orge, l'avoine, le riz y sont récoltés en grand. Ils ne peuvent néanmoins suffire à la consommation du pays; on peut dire toutefois, en ce qui concerne le maïs, que le Portugal est un des pays qui, relativement à leur étendue, en produisent le plus.

Quant à la pomme de terre, dont la culture est une des plus importantes du pays, elle se rencontre principalement dans les pays du nord, où elle entre pour une grande part dans l'alimentation du peuple.

La production du froment peut être évaluée à près de 3 millions d'hectolitres, celle du maïs à près de 7 millions, celle du seigle à plus de 2 millions, celle de l'orge à 700.000 hectolitres, celle de l'avoine à 150,000 et celle du riz à près de 7 millions de kilogrammes. Pour les pommes de terre, la production est de plus de 2,500,000 hectolitres; pour les légumes, de plus de 50 millions de kilogrammes.

Le lin et le chanvre, qui sont cultivés dans presque tout le pays, donnent près de 200,000 hectolitres de graines et plus de 10,000 quintaux de filasse.

Nous nous arrêterons d'une manière plus spéciale sur la vigne qui constitue une des principales richesses du pays.

La vigne est cultivée dans tout le pays, mais dans des conditions différentes, ce qui a amené la diversité des vins portugais. En 1878, il n'y avait qu'une commune où l'on ne récoltait pas de vin.

Les espèces de raisins sont très nombreuses, tantôt blanches, tantôt noires, quelquefois violettes. Les vins de Porto, de Figueira, de Foz et de Lisbonne étaient autrefois les seuls connus sur les marchés étrangers, mais, depuis quelques années et surtout depuis l'Exposition internationale des vins tenue à Londres en 1874, d'autres crus se sont montrés et ont vite acquis une certaine renommée.

L'énumération de tous ces crus, appartenant à huit régions vinicoles, est trop longue pour que nous puissions la donner ici. Citons cependant, en dehors des vins du Alto-Douro, dits *vins de Porto*, ceux de Bairrada, de Daô, de Cartano, de Collaris, de Lavradio, de Torres et les vins verts du Minho.

Le Portugal, comme presque toutes les autres contrées vinicoles, a subi des pertes assez considérables par suite de l'invasion du phylloxera qui, après avoir fait son apparition en 1872 avait détruit 23,000 hectares en 1887. Ses vignobles sont également atteints par l'oïdium et l'anthrachnose, connue en France sous le nom de *charbon*.

La division de la propriété vinicole est très inégale. Les propriétaires récoltant de 2,000 à 6,000 hectolitres de vins ne sont pas rares. Cependant la plus forte production est due à la moyenne et à la petite propriété, et les producteurs de 5 à 10 hectolitres sont nombreux. Le rendement moyen des vignobles était d'environ 4 millions d'hectolitres il y a dix ans.

Bois et forêts. La superficie des 310,000 hectares environ qu'ils occupent peut se diviser ainsi :

Bois particuliers, 283,000 hectares; forêts de l'Etat, 25,000 hectares; forêts des communes, 2,000 hectares. La forêt la plus importante est celle de Leiria qui a une superficie de près de 2,000 hectares.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, les principales essences sont le chêne, le châtaignier, le pin maritime.

Mines et carrières. Les exploitations minières ne sont pas très importantes en Portugal. D'après les derniers renseignements statistiques que nous avons pu nous procurer, la production minérale était la suivante en 1882 (V. le tableau de la page 1201).

On rencontre dans le pays un grand nombre de carrières de marbres, de grès, de granit et de riches ardoisières.

Les matériaux de construction de toute sorte y abondent.

	Quantités	Valeurs
	tonnes	francs
Combustibles minéraux. .	17.000	297.000
Minerais bitumineux . . .	670	2.300
— de fer	25.000	173.000
— de plomb. . . .	2.200	447.000
— de cuivre.	138.000	7.806.000
— de manganèse. .	17.200	970.000
— d'antimoine . . .	880	311.000
— d'or	222	3.100

Les marais salants sont au nombre de 1,200 et leur production peut être évaluée à plus de 22 millions d'hectolitres.

Industrie. Le Portugal étant avant tout un pays agricole et vinicole, l'industrie s'y est peu développée et a été pendant de longues années absolument tributaire de l'Angleterre. Il n'y a vraiment que deux centres industriels : Porto et Lisbonne.

En 1881, il existait seulement 338 usines ou manufactures et 907 ateliers où étaient occupés, dans les premières 10,250 hommes, 5,375 femmes et 3,599 enfants, et dans les derniers 15,733 hommes, 3,159 femmes et 2,146 enfants. On peut y ajouter 5,600 ouvriers pour lesquels l'enquête faite à cette époque n'indiquait ni l'âge, ni le sexe. Quant au travail à domicile, il employait alors 45,000 ouvriers environ. Les chiffres du recensement qui se fait en ce moment seront évidemment beaucoup plus élevés. Ainsi le district de Porto, qui comptait 63,104 ouvriers en 1881, en comprendrait 85,000, dont 40,000 habitant la ville. On ne comptait, d'ailleurs, en 1881, dans tout le Portugal, que 328 moteurs à vapeur; or, l'importation de ces moteurs a atteint, en 1889, le chiffre de 850.

L'ouvrier portugais est très sobre et il se contente d'un gain modeste: 3 fr. 60 pour les hommes, 1 fr. 66 pour les femmes et 1 fr. 18 pour les enfants, et encore s'agit-il de salaires relativement élevés dans les villes de Porto et de Lisbonne.

L'industrie du tissage des étoffes de coton se développe par suite des débouchés qu'elle rencontre dans les colonies africaines; on trouve, en revanche, très peu de filatures; la fabrication des tissus de lin et des toiles diverses est entre les mains de la petite industrie. Il convient de signaler les dentelles portugaises qui sont appréciées. Le salaire des ouvrières est très peu élevé; il varie, dans certaines localités, entre 30 et 60 centimes par jour.

Le travail du liège a également une certaine importance; les lièges portugais tiennent le milieu entre les lièges français et les lièges italiens. Citons également les fabriques de papier, de tabac, les imprimeries, les fabriques de meubles, de poteries et de porcelaines, les cristalleries, enfin les bijoux qui en filigrane sont une des spécialités de l'art industriel du Portugal.

L'industrie de la pêche a toujours eu une grande importance en Portugal et il convient de signaler à cet égard l'extension prise depuis quelques années par la pêche de la sardine.

Les principaux ports de pêche pour la sardine sont Olhao, Setubas, Lagos, Villa-Réal et Porto. Les bancs sont depuis quelques années très riches et on a vu, à plusieurs reprises, les pêcheurs rejeter à la mer l'excès de leur pêche. Les prix de vente sont, d'ailleurs, bien moins élevés qu'en France. Le pays s'est ouvert depuis peu à cette industrie puisque la première friturerie date seulement de 1881 : elle a été fondée par un Français; on en comptait plus de vingt en 1887. Les produits de la pêche sont expédiés en partie sur Bordeaux. En dehors de la pêche à la sardine, citons la pêche du thon sur les côtes de l'Algarve, du rouget, du merlan sur toutes les côtes, du maquereau sur les côtes de Péniche.

Le mouvement des importations des produits de la pêche permet de constater que la morue salée y entre pour un chiffre considérable.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la statistique la plus récente sur l'industrie portugaise remonte à 1881. A cette époque, une enquête a été ouverte en vue des négociations relatives au traité de commerce et de navigation avec la France. On ne peut donc en citer les chiffres qui manqueraient d'exactitude. D'un autre côté, la nouvelle enquête qui vient d'être prescrite à l'occasion d'un nouveau traité n'a pas été publiée. Il est pourtant possible d'établir un tableau d'ensemble des principales industries portugaises.

Industries textiles. Lin. Cette industrie possède peu de fabriques; en dehors de la consommation intérieure, elle trouve surtout des débouchés au Brésil et dans les colonies portugaises. Le travail ne se fait que de deux à six mois pendant l'année. Les sièges des principales usines sont Torres, Novas, Porto, Lisbonne.

Coton. C'est l'une des plus importantes du pays. On compte une vingtaine de fabriques occupant plus de 3,000 personnes et produisant plus de 13 millions. Les manufactures sont situées à Porto, Lisbonne, Thomar, Torres, Novas, Vallongo, Visella et Crestuma.

Laine. L'industrie lainière, l'une des plus anciennes, fabrique plus de 6 millions de produits dans les districts de Castello, de Braga, de Guarda, de Porto, de Lisbonne. La petite industrie lainière ne produit que des draps grossiers et des couvertures.

Soie. La production des articles de soie a suivi en Portugal une progression importante. Les manufactures sont situées principalement à Lisbonne, à Porto et à Braga. Celles de Porto fournissent de beaux damas, des satins, des rubans, etc.

Tissus mélangés. Les fabriques sont situées dans les districts de Porto et de Lisbonne.

Dentelles. On évalue à près de 200,000 francs la valeur des dentelles fabriquées surtout à Péniche. L'exportation se fait dans les provinces d'outremer et au Brésil.

Industries de l'habillement. Ces industries peuvent occuper 3,000 ouvriers environ. La chapellerie, une des plus anciennes industries portugaises, livre à la consommation pour 12 millions environ de produits. La cordonnerie s'est considérablement accrue et perfectionnée. Quant aux fabriques de gants de Porto et de Lisbonne, elles peuvent employer près de 2,000 ouvriers ou ouvrières.

Industrie des métaux. Introduite en Portugal au XVIIe siècle, cette industrie a végété longtemps avant de faire des progrès appréciables. Actuellement encore les principales usines sont celles de l'Etat.

Arts céramiques et verreries. La fabrication de la poterie est répandue dans tous les districts; celle des faïences a son siège à Lisbonne, Sacavem, Porto, Coïmbre; la fabrique de porcelaine la plus renommée est celle de Vista-Alegre, qui a également une cristallerie. Les verreries sont situées à Marinha-Grande, à Lisbonne, etc. Le nombre des ouvriers occupés peut être évalué à 5,000.

Papeterie et imprimerie. Les fabriques sont répandues dans un grand nombre de districts. L'Etat possède trois établissements.

Industries diverses. Les manufactures de tabac ont une importance considérable. Il en existe une trentaine à Porto et à Lisbonne.

Les distilleries d'alcool sont très nombreuses. Presque tout l'alcool de vin produit dans le pays y est consommé. On fait également de l'alcool de figue.

Les produits de l'industrie des peaux et cuirs sont assez appréciés à l'étranger.

L'industrie de la parfumerie trouve dans le pays, surtout dans le sud, un nombre considérable de plantes odoriférantes.

Commerce. *Chemins de fer, navigation.* Le commerce intérieur du Portugal voit son développement entravé par le petit nombre de rivières navigables, le manque de canaux et la petite quantité de bêtes de somme. Il existe pourtant des localités qui sont le centre de foires assez importantes.

Mais des voies ferrées nouvelles se construisent depuis quelques années et le réseau des communications par chemins de fer se développe de plus en plus. Au 31 décembre 1887, on comptait 1,829 kilomètres de voies ferrées; au 1er janvier 1890, il y avait 2,060 kilomètres en exploitation et 411 en construction.

Pour le commerce maritime, le Portugal a un certain nombre de ports, dont les plus importants sont Lisbonne, Porto, Vitubal. Le mouvement de la marine marchande s'y fait, partie par la marine portugaise, partie par celle des pays étrangers. En 1889, le mouvement des ports a été le suivant :

Entrées.

	Navires à voiles		Navires à vapeurs	
	Nombre	Milliers de tonneaux	Nombre	Milliers de tonneaux
Long cours	2.608	439	3.830	4.613
Cabotage	4.547	258	1.056	685

Sorties.

	Navires à voiles		Navires à vapeurs	
	Nombre	Milliers de tonneaux	Nombre	Milliers de tonneaux
Long cours	2.824	434	3.802	4.381
Cabotage	4.498	262	1.040	680

L'effectif de la marine marchande portugaise varie peu. On comptait, en effet :

Années	Navires		Navires	
	Voiliers	Tonneaux	Vapeurs	Tonneaux
En 1887	358	79.741	32	19.705
En 1888	346	75.209	34	31.585
En 1889	332	72.051	35	39.639

Soit un total de 99,446 tonneaux pour 1887, 106,794 pour 1888 et 111,690 pour 1889.

Commerce extérieur. Le commerce extérieur du Portugal est loin d'avoir atteint le développement auquel ce pays pourrait légitimement prétendre, si l'on tient compte d'une part, de la variété de ses productions agricoles et, d'autre part, de l'ancienneté de ses relations avec de nombreux pays d'outre-mer, des colonies qu'il possède encore dans diverses parties du monde et de celles qu'il eût autrefois et dont la plus importante, le Brésil, parle sa langue et aurait pu devenir pour lui un centre important d'influence commerciale. Mais ainsi que nous l'avons dit plus haut, son industrie est peu développée, et, d'autre part, l'exploitation agricole de son sol laisse beaucoup à désirer. Aussi l'ensemble du mouvement d'échanges entre le Portugal et les autres pays reste-t-il à peu près stationnaire, surtout en ce qui concerne les exportations, et relativement très bas si on le compare à d'autres pays d'égale importance au point de vue de la population et de l'étendue territoriale.

Voici quel a été, dans ces dernières années, le mouvement d'importations et d'exportations du Portugal (commerce spécial). Les marchandises sont évaluées en milreis, valant 5 fr. 60.

Années	Importations	Exportations	Total
	milreis	milreis	milreis
1876	34.559.000	22.674.000	57.233.000
1880	34.948.000	24.931.000	59.879.000
1885	36.906.000	23.494.000	60.400.000
1886	46.694.000	26.130.000	72.824.000
1887	42.180.000	21.245.000	63.425.000
1888	44.767.000	24.064.000	68.831.000
1889	52.352.000	25.431.000	77.783.000

Dans ces chiffres sont compris les métaux précieux, espèces monnayées et lingots.

Les principaux produits exportés par le Portugal sont les vins et le liège. En 1876, il a expédié pour 10,294,000 milreis de vins et pour 12,408,000 milreis en 1889; il y a donc ici un progrès appréciable; pour le liège, le développement de son exportation est encore plus sensible : de 969,000 milreis, chiffre de l'exportation du liège en 1876, nous arrivons à 2,912,000 milreis en 1889. Citons ensuite parmi les principaux produits qu'exporte le Portugal : le minerai de cuivre (1 million de milreis environ); les poissons et en particulier les conserves de sardines dont l'exportation a dépassé, en 1889, 900,000 milreis, les figues, le sel, l'huile d'olive, les oranges, etc.

Quant aux importations elles ont dans ces dernières années augmenté dans de sérieuses proportions. De 34 millions 559,000 milreis, en 1876, elles ont passé à 52 millions 352,000 milreis, en 1889. Les principaux articles qui ont constitué cette importation, en 1889, sont les suivants : cotonnades, 3,408,000 milreis; céréales, 3,312,000; machines et instruments, 3,072,000; fer, 2,598,000; tissus de laine, 2,006,000; morues, 1,979,000; charbon, 1,924,000; sucre, 1,886,000; animaux, 1,732,000; soieries, 1,285,000; laine, 1,130,000; peaux et cuirs, 1 million 143,000, etc.

Le pays qui tient le premier rang dans le commerce extérieur du Portugal est l'Angleterre qui, à elle seule, absorbait il y a quelques années encore plus de la moitié des importations et des exportations totales de ce pays. Autrefois même le commerce anglais avait le quasi monopole des transactions du Portugal, mais cette situation, qui s'était modifiée il y a quelque temps déjà, tend à se transformer de plus en plus. Les récents conflits qui se sont élevés entre les deux pays auront évidemment leur contre-coup dans leurs relations commerciales et faciliteront l'accès du marché portugais aux autres pays étrangers.

Pour se rendre compte de la diminution progressive des transactions commerciales entre l'Angleterre et le Portugal, il suffit de citer quelques chiffres. En 1876, les importations de l'Angleterre atteignaient 17,541,000 milreis; on les voit successivement descendre à 15,232,000 milreis en 1880, à 15,706,000 en 1885 et, enfin, à 12,689,000 en 1888. Même phénomène pour les exportations du Portugal dans le Royaume-Uni : de 11,836,000 milreis en 1876, elles passent à 10,783,000 en 1880, à 7,559,000 en 1885 et à 7,828,000 milreis en 1888.

Au second rang, dans le commerce extérieur du Portugal, mais bien loin en arrière, vient la France. Nos importations dans ce pays restent malheureusement stationnaires et ont même une légère tendance à décroître : 5,460,000 milreis en 1876 et 4,981,000 en 1888. Ce n'est donc pas la France qui a profité de la décadence relative du commerce anglais au Portugal. Les exportations du Portugal en France ont, au contraire, augmenté dans de notables proportions. En 1876, elles n'étaient que de 2,172,000 milreis et en 1888, elles atteignaient 5,207,000.

Nous verrons plus loin la cause de cette augmentation en examinant en détail les transactions commerciales entre la France et le Portugal.

Deux pays ont fait en Portugal des progrès commerciaux remarquables : ce sont l'Allemagne et les Etats-Unis. En 1876, l'Allemagne n'expédiait en Portugal que pour 632,000 milreis de marchandises; en 1888, elle lui en a envoyé pour 4,981,000. Quant aux Etats-Unis, ils passent, pendant la même période, de 2,139,000 milreis à 4,484,000. Les exportations du Portugal dans les deux pays n'ont pas suivi la même progression. En 1888, elles n'ont été que de 1,903,000 milreis pour l'Allemagne et de 554,000 pour les Etats-Unis.

Au point de vue des exportations du Portugal, c'est le Brésil qui vient immédiatement après l'Angleterre et la France. En 1888, les produits que lui a expédiés le Portugal ont été évalués à 4,195,000 milreis.

Nous avons vu plus haut que le commerce spécial du Portugal avec la France était à peu près stationnaire depuis quinze ans pour les importations de France en Portugal et avait, au contraire, augmenté pour les exportations du Portugal en France. Nos expéditions dans ce pays consistent surtout en produits manufacturés qui figurent pour 16,500,000 francs dans les 24 millions auxquels s'élève notre exportation annuelle. Voici, d'ailleurs, pour quelques-uns de ces articles les chiffres de 1876 et de 1889 :

	1876	1889
	francs	francs
Tissus, passementerie et rubans de laine	500.000	5.970.000
Outils et ouvrages en métaux.	1.000.000	1.737.000
Machines et mécaniques	1.200.000	1.478.000
Meubles et ouvrages en bois.	700.000	1.339.000
Sucres.	100.000	1.100.000
Tissus, passementerie et rubans de coton	1.400.000	983.000
Fonte, fer et acier.	»	868.000
Vêtements confectionnés et pièces de lingerie cousues.	1.400.000	1.097.000
Tabletterie, bimbeloterie et boutons	1.600.000	836.000
Tissus, passementerie et rubans de soie et bourre de soie	500.000	744.000

Quant aux exportations du Portugal en France, elles consistent presque exclusivement en produits alimentaires et surtout en vins. Pour ces derniers articles, la crise qu'a traversé la viticulture française par suite du phylloxera, leur a ouvert plus largement notre marché ainsi qu'aux autres vins étrangers. Aussi le chiffre de leur importation s'accroît rapidement. En 1875, il n'était que de 400,000 francs par an, puis il s'élève successivement à 12,100,000 en 1881, à 40,900,000 en 1885, à 65,200,000 en 1886, pour redescendre à 29,300,000 en 1887, à 39,200,000 en 1888 et, enfin, en 1889, à 31 millions 135,000 francs.

Colonies. Le Portugal a été autrefois l'un des premiers peuples colonisateurs de l'Europe, et son domaine colonial a été très considérable. Bien que très réduit aujourd'hui, il a encore cependant une certaine importance.

Les possessions portugaises d'outre-mer comprennent : les îles du Cap-Vert, la Guinée portugaise sur la côte de la Sénégambie, Angola sur la côte occidentale d'Afrique et la province de Mozambique sur la côte orientale, Goa, Macao et Timor en Asie et, enfin, les îles Saint-Thomas et du Prince dans le golfe de Guinée.

Quel peut être au point de vue économique l'avenir du Portugal? Si l'industrie manufacturière proprement dite ne semble pas pouvoir s'y développer facilement à cause du manque de combustibles minéraux, la nature de son sol permet la culture de produits agricoles variés dont la préparation et la transformation pourrait donner naissance à une foule d'industries accessoires. D'autre part, la situation géographique du Portugal, la grande étendue de ses côtes rendent faciles les rapports commerciaux avec les pays étrangers. Mais il faudrait pour l'utilisation plus productive du sol des procédés de culture et un outillage perfectionnés et, d'autre part, un réseau complet de voies de communications, routes, canaux, chemins de fer, permettant de transporter facilement les produits aux extrémités du territoire. Tout cela exigerait des capitaux et une situation financière prospère. Or, le budget du Portugal est presque chaque année en déficit et il n'est guère possible, en ce moment, de penser à entreprendre de grands travaux publics nécessaires pour donner au pays tout son développement économique. — L. B. et P. C.

Le Portugal à l'Exposition de 1889.

Le gouvernement de Portugal avait refusé de participer à l'Exposition du centenaire de la Révolution française, mais la population était sympathique à nos projets. M. le vicomte de Melicio, pair du royaume, directeur d'un des plus grands journaux portugais, a pris la direction d'une campagne en notre faveur et a emporté l'allocation d'une somme de 500,000 francs, amplement suffisante pour permettre au Portugal de faire figure à l'Exposition. Seulement, son adhésion étant parvenue très tard, on a dû le reléguer sur la berge de la Seine, à côté du palais des produits alimentaires, où un emplacement de 500 mètres lui avait été concédé; d'ailleurs, les envois du Portugal ont été assez curieux pour attirer le public de ce côté et son pavillon n'a pas paru souffrir de l'éloignement qui lui avait été imposé.

L'architecte était M. Achille Hermant, le style choisi celui du XVIII^e^ siècle, avec des clochetons et des balcons ajourés; une tourelle d'environ 35 mètres dominait le tout recouvert d'une sorte de badigeon blanchâtre. Le bâtiment comprenait un rez-de-chaussée et deux étages, reliés par un large escalier intérieur en bois découpé.

Le pays ayant peu et même point d'industrie, il fallait s'attendre surtout à trouver là des produits agricoles et alimentaires : ils étaient, du reste, fort remarquables et, à défaut d'autre richesse, le Portugal semble avoir un sol fertile et rendant beaucoup sans grand travail.

Les vins surtout sont une ressource précieuse; ils sont renommés dans le monde entier, et principalement en Angleterre où le Porto semble indispensable à la haute classe. On avait fait, au quai d'Orsay, une annexe spéciale pour ces vins, où des Portugaises vendaient, avec un succès qui ne s'est pas interrompu, des verres et des bouteilles de Porto, de Carcavellos, de Colarès et du muscat de Setubal. Cette annexe était intelligemment installée, une galerie intérieure avec balustrade chargée de draperies éclatantes était ombragée d'une fraîche tonnelle; au milieu du rez-de-chaussée, un kiosque faisait briller sa toiture hispano-arabe en tuiles vernissées, et l'ensemble se complétait par des fûts entassés et des jarres d'huile d'olive; cette création faisait vraiment honneur à l'initiative de la Commission portugaise et a attiré le public.

Pour en revenir au pavillon principal, ce qu'on y pouvait trouver de plus remarquable, en dehors des produits alimentaires, tels que conserves, liqueurs, aguardiente, etc., c'était la céramique; c'est une industrie prospère du pays et l'art y trouve sa place. Faïences de toutes formes et de toutes couleurs, de la fabrique de Caldas da Rainha, près de Lisbonne, où des fruits, des animaux, des ornements en relief rappellent beaucoup la poterie de Bernard de Palissy, et imitations très curieuses de la vieille céramique portugaise, par M. Bordallo Pinheiro. Nous avons encore reconnu, çà et là, des instruments de pêche intéressants et, plus loin, des

poissons naturalisés, des écailles de tortue, des étoffes de soie et de foulard, des eaux minérales, des cornes bizarrement contournées, petites et grandes, le tout accumulé avec le moins d'ordre et le plus de pittoresque possible; dans l'escalier, des tapisseries, des photographies, des poteries encore et une collection d'animaux et d'ossements antédiluviens; enfin, au premier étage, les denrées et curiosités coloniales; des spécimens de denrées agricoles comme on en voyait dans toutes les expositions exotiques, et qui offraient un intérêt tout spécial, puis des armes, des instruments de musique, des amulettes et des statuettes provenant de Macao, des chaussures, des chapeaux de paille de toutes les finesses et de toutes les valeurs, des éventails variés, des objets de vannerie et des étoffes bariolées.

En somme, il nous a paru, même dans ce luxueux pavillon où rien n'avait été épargné pour le plaisir des yeux, qu'à part les vins, les Portugais sont plus commerçants que producteurs et, pour la grande majorité des visiteurs, l'intérêt a plus été du côté des jolies Portugaises débitant le vin doré de Porto ou le sombre muscat de Sétubal, que du côté des vitrines; ce coin était encore, comme tant d'autres à l'Exposition, plus amusant qu'instructif.

• **POUDRE SANS FUMÉE.** La réduction du calibre des armes portatives a rendu nécessaire, lorsqu'elle fut adoptée en principe il y a plusieurs années déjà, la recherche d'une nouvelle poudre ou, pour mieux dire, la recherche d'un nouvel explosif capable de remplacer la poudre de composition ancienne qui, malgré les nombreux perfectionnements apportés dans les procédés de fabrication, avait le grave inconvénient de manquer de puissance et de donner, en brûlant, une trop grande quantité de résidus solides.

Le volume de la charge devait, en effet, diminuer avec le calibre de l'arme, sinon il eut fallu augmenter la longueur de la cartouche, ce qui eut été bien difficile à concilier avec le mécanisme à répétition; d'un autre côté, on était obligé d'augmenter beaucoup la vitesse de la balle à cause de la réduction de son poids et de son allongement. Il fallait donc trouver une poudre à forte vitesse, mais à faibles pressions intérieures, puissante sans être brisante, afin de ne pas compromettre la sécurité de l'arme. De plus, les pressions développées devaient être au plus égales et, s'il était possible, inférieures à celles obtenues avec les poudres existantes.

Enfin, il était indispensable que la nouvelle poudre fût bien moins encrassante, sous peine de voir le tir perdre toute sa justesse et même devenir impossible après quelques coups. Il s'est trouvé, en outre, que cette poudre nouvelle était sans fumée ou, pour parler plus exactement, ne produisait qu'une très faible quantité de fumée incolore et à peu près invisible. Cette propriété toute nouvelle, qui modifiait complètement les idées admises jusqu'ici, était bien prévue par les spécialistes, mais elle n'en a pas moins occasionné, aussi bien dans la masse du public que dans le monde militaire, une grande surprise mélangée d'étonnement. D'où le nom de *poudre sans fumée* que l'on a donné, d'une façon générale, aux nouvelles poudres, bien que les savants qui ont appliqué leurs études à la recherche de la véritable formule de la poudre nouvelle ne se soient pas donné la mission de trouver une poudre sans fumée. Mais, tandis que la fumée qui se dégage de la combustion de l'ancienne poudre noire, formée en majeure partie de vapeur d'eau condensée, tenait en suspension des particules entraînées et non utilisées de la matière inflammable, les nouveaux explosifs expérimentés, qui sont à base de cellulose nitrée, ne donnent naissance, par leur explosion, qu'à des gaz simples, sans mélange de corps solides d'aucune sorte.

Depuis près d'un demi-siècle déjà, les poudres dites *sans fumée* ont fait l'objet des plus savantes et des plus subtiles recherches: en France, le célèbre chimiste Berthelot et l'ingénieur des poudres et salpêtres, Vieille; en Autriche, von Lenk; en Angleterre et en Allemagne, Abel et Schültze; enfin, Nobel, le chimiste suédois bien connu par ses études sur la dynamite et ses dérivés, ont, chacun de leur côté, étudié la question.

Dans les nouvelles poudres, la formule antique a fait place à une composition entièrement originale. Plus de salpêtre, plus de soufre, plus de charbon, plus de poudre noire, plus de poudre même dans le sens propre du mot, mais une composition brunâtre, fabriquée sous la forme de feuilles ou de plaques d'aspect brunâtre que l'on découpe ensuite. Rien ne les rattache à l'ancienne poudre que le but commun et c'est pourquoi on leur a conservé l'ancienne appellation.

Etant donné les avantages que présentaient les poudres nouvelles, augmentation de la vitesse et suppression de la fumée, on ne s'est pas contenté de les employer avec les armes à feu portatives de petit calibre, on les a également utilisées pour le tir des bouches à feu de tout calibre et, à la suite de nombreux essais qui ont été faits dans presque tous les pays, la question peut être considérée comme résolue. tout au moins en principe, aussi bien pour les petits et les moyens calibres que pour les plus gros.

La charge s'allume par les mêmes procédés qu'autrefois, inflammation d'une capsule fulminante pour les armes à feu portatives, d'une étoupille fulminante pour les bouches à feu. Le bruit que produit la détonation n'a pas disparu comme l'avaient avancé à tort certains auteurs, même militaires, il ne pouvait disparaître par le seul fait qu'à sa sortie de l'âme le projectile est animé d'une grande vitesse; il est peut-être un peu affaibli mais, en revanche, il est plus sec, plus aigu. La fumée seule a complètement changé d'aspect, elle a fait place à un nuage d'une légèreté à laquelle on n'était point habitué avec la poudre noire, c'est un voile bleuâtre et transparent qui se dissipe presque instantanément. Les détonations sont donc presque invisibles, mais il faut dire presque, car il y a l'éclair du coup dont la lueur est d'autant plus éclatante qu'elle n'est pas masquée par le nuage de fumée.

Le feu de l'infanterie est absolument invisible à 300 mètres et au delà; aux distances inférieures, on croit voir s'élever çà et là, au-dessus de la ligne des tirailleurs, la fumée d'un cigare et encore faut-il regarder attentivement le bout du canon des tireurs pour l'apercevoir; lorsque

l'arme est échauffée on ne voit plus rien, même aux petites distances. Pour les bouches à feu, la disparition de la fumée est loin d'être aussi complète; jusqu'à 4,000 mètres, lorsque les circonstances atmosphériques s'y prêtent, si les pièces sont placées en avant d'un rideau vert ou foncé, on aperçoit un léger nuage de fumée grise qui s'échappe parallèlement au sol mais disparaît trop vite pour qu'il puisse être utilisé pour repérer exactement la position des pièces; avec le ciel comme fond on n'aperçoit presque plus rien.

On peut donc dire que, si la disparition de la fumée à proprement parler n'est pas complète, elle peut être considérée comme telle, car les vapeurs légères et très fugitives que dégage la combustion de la nouvelle poudre n'ont plus assez de consistance pour dessiner les lignes de feu, voiler les mouvements des troupes sur le champ de bataille et masquer les objectifs. Les conditions de la lutte dans les guerres futures se trouveront donc toutes différentes de ce qu'elles étaient avec l'ancienne poudre noire, alors que, dès les premiers moments, chacune des armées en présence se trouvait enveloppée dans des flocons épais qu'un vent violent ne venait pas toujours dissiper en temps utile. Ces nouvelles conditions seront-elles avantageuses à l'offensive ou à la défensive? Il a été jusqu'ici beaucoup écrit sur ce sujet, mais les tacticiens ne sont point encore d'accord et nous ne les suivrons pas sur ce terrain qui nous entraînerait en dehors du cadre de notre travail. De même les conditions de la guerre maritime se trouveront, elles aussi, complètement modifiées, le cuirassé n'étant plus comme maintenant entouré, après quelques coups, d'un voile impénétrable de fumée qui lui cache complètement l'assaillant, surtout lorsqu'il est de petites dimensions, comme les torpilleurs.

Toutes les poudres dites *sans fumée* connues jusqu'à ce jour sont à base de nitrocellulose ou cellulose nitrée; c'est à tort qu'on leur a reproché de détériorer l'âme des bouches à feu en acier.

La poudre adoptée actuellement en France, aussi bien pour le tir du fusil modèle 1886 que pour le tir des bouches à feu de campagne, est due aux travaux de M. Vieille, ingénieur des poudres et salpêtres; c'est la première poudre sans fumée qui ait été mise en service dans les armées européennes; sa composition et sa fabrication sont restées, jusqu'à présent, secret d'Etat; tout ce que l'on peut dire, c'est que, comme pour les autres poudres sans fumée qui ont été depuis expérimentées à l'étranger, ses propriétés sont dues, pour la plus grande part, à la cellulose nitrée, soluble ou non, qu'elle renferme.

En laissant de côté la poudre Schültze (V. *Dict.*, PYROXILE), d'un usage assez général en Angleterre et en Allemagne pour les armes de chasse, et la poudre pyroxilée adoptée en France, en 1882, pour le même usage, la première en date, après la poudre française, est une poudre brevetée, en 1886, par Sir Abel, le chimiste de Woolwich. Cette poudre contenait 100 parties de nitrocellulose à laquelle on ajoutait 10 à 50 parties de nitrate d'ammoniaque. On retrouve encore la nitrocellulose dans la poudre brevetée, en 1888, par M. Turpin, l'inventeur de la panclastite; dans la poudre-papier fabriquée à la poudrerie belge de Wetteren; dans la poudre de la fabrique autrichienne de Walsrode, dite poudre Wolf; dans celle de Maxim, l'inventeur des mitrailleuses; dans celle de Johnson et, enfin, dans la poudre Nobel.

La poudre Nobel, essayée à plusieurs reprises en Allemagne et en Autriche et adoptée en principe par l'Italie, en 1889, sous le nom de *balistite*, contient non seulement de la nitrocellulose, mais encore, et en très forte proportion, de la nitroglycérine. On la fabrique en grand à l'usine de la Société de dynamite Nobel, à Avigliana, près de Suse (Piémont). C'est en ce moment le seul explosif de guerre qui puisse être sérieusement opposé à la poudre française; expérimentée en France, elle n'a cependant pas fourni de résultats comparables à ceux obtenus avec la poudre Vieille. D'après le premier brevet pris en Angleterre, au mois de janvier 1888, par Nobel, cette poudre serait une matière cornée, formée de nitroglycérine, de nitrocellulose et de camphre. Ce serait une sorte de gélatine explosive à laquelle on aurait ajouté du camphre et dans laquelle la proportion de nitrocellulose serait fortement augmentée. Elle présenterait un peu l'aspect du celluloïd et pourrait être mise en grains d'une forme quelconque. Le deuxième brevet pris en Angleterre, au mois de mars 1889, ne fait plus mention du camphre; les éléments essentiels sont encore la nitroglycérine et la cellulose nitrée, avec ou sans addition d'amidon nitré ou de nitroglycérine; soit par économie, soit afin d'accélérer ou retarder la combustion, on ajouterait au mélange une certaine quantité de nitrate, chlorate ou picrate en poudre.

En Angleterre, on a entrepris, à l'arsenal de Woolwich, la fabrication d'une nouvelle poudre sans fumée qui présente l'apparence de corde, d'où son nom de *cordite*. Si les essais réussissent, la fabrication en grand en sera transférée à la poudrerie de Waltham-Abbey. Un certain temps s'écoulera forcément avant l'adoption générale de cet explosif parce qu'il faut examiner comment il se comportera sous l'action de variations de températures prolongées et considérables. La cordite a bien supporté les épreuves artificielles, mais il faut qu'elle subisse de longues expositions au soleil des Indes et aux neiges des régions froides.

En résumé, la question de la fabrication des poudres sans fumée est à l'étude dans tous les pays, mais, sauf en France, on ne peut la considérer comme entièrement résolue, aussi bien pour les armes portatives que pour les bouches à feu. Dans tous les autres pays on en est encore à la période des essais, des tâtonnements, sinon pour les armes de petit calibre, au moins pour les bouches à feu.

* * **PRAXINOSCOPE.** Le *praxinoscope* (de πραξις, *action* et σκοπειν, *montrer*) inventé par M. Reynaud, en 1878, est un appareil qui produit l'illusion du

mouvement, à l'aide d'une suite de dessins représentant les phases successives d'une action.

Par une nouvelle combinaison de l'optique (un prisme de glaces, dont chaque facette est placée à égale distance entre le centre de rotation et les dessins), la succession des phases se fait sans interruption dans la vision et sans réduction sensible de lumière. Le voile sombre qui, dans les appareils à fentes étroites, fait perdre l'éclat et le coloris du dessin, est ainsi supprimé. De plus, l'image étant continue, au lieu d'être intermittente, il n'est pas nécessaire d'imprimer au praxinoscope un mouvement très rapide de rotation, ce qui permet de conserver à l'action représentée sa douceur et son naturel. Le soir, une bougie placée sur un bougeoir, au centre même de l'appareil, permet à plusieurs personnes, groupées en cercle autour, d'être témoins des effets produits. Ainsi construit le praxinoscope forme un jouet d'optique intéressant et récréatif.

Dans le *praxinoscope-théâtre*, l'inventeur ajoute à l'illusion produite l'attrait d'un décor sur lequel se détache en relief le sujet animé. Pour obtenir ce résultat les poses, dont l'ensemble doit former un sujet, sont silhouettées en noir. Une glace sans tain, disposée sous un certain angle, réfléchit l'image du décor en même temps qu'elle laisse apercevoir, par transparence, l'image animée produite par la rotation du praxinoscope. Par cette ingénieuse disposition, le mécanisme de l'appareil disparaît aux yeux, ne laissant visible que l'illusion saisissante de personnages agissant au milieu d'un décor. On peut changer le décor en plaçant dans une coulisse *ad hoc* des chromo-lithographies représentant des paysages, l'intérieur d'un cirque, etc.

Enfin, dans le *praxinoscope à projection*, les images obtenues sont projetées sur un écran et, par suite, visibles de toute une assistance à la fois. Par une modification du lampascope, l'inventeur obtient, à l'aide d'une seule lampe, en même temps la projection du décor et la projection du sujet animé. Dans cet appareil les phases successives d'un sujet sont coloriées sur verre et réunies en une bande flexible par des entre-deux d'étoffe. Le faisceau lumineux, après avoir traversé ces poses disposées dans une couronne ajourée, pénètre dans un objectif qui transforme l'image virtuelle en une image réelle agrandie sur l'écran. Une manette, placée sur le pied de l'instrument, permet de lui communiquer une rotation régulière et modérée. Cet appareil produit avec une lampe ordinaire des tableaux bien éclairés et d'un très curieux effet.

M. Reynaud a composé pour ces divers modèles, une collection variée de sujets, dont la plupart reproduisent les jeux mêmes de l'enfance, et qui peut être une source d'observations instructives, en même temps qu'un agréable délassement, dans les soirées de la famille.

● * **PRIMULINE.** *T. de chim.* Matière tinctoriale découverte par M. A.-G. Green et fabriquée par MM. Brooke, Simpson et Spiller. Son mode d'application est semblable à celui des couleurs de benzidine. Elle convient également à la teinture des fibres végétales ou animales, car le bain alcalin n'est pas absolument essentiel. Elle donne un jaune pâle agréable.

Le procédé de teinture est le suivant : 3 à 4 0/0 de primuline sont dissous dans l'eau chaude (libre d'acide), et on ajoute au bain de teinture une bonne quantité de sel commun. Le bain de teinture doit contenir aussi peu d'eau qu'il est nécessaire. Pour teindre le coton, une addition ultérieure d'un peu de carbonate de soude est utile; avec la laine ou la soie, une petite quantité d'acide peut être ajoutée avec avantage. Les tissus mélangés doivent être travaillés en bain neutre. On obtient de cette manière un jaune qui est bien solide au savon ou à la lumière; il possède la propriété intéressante d'être diazotisé sur la fibre, et le composé diazoïque peut alors être combiné avec les phénols, de façon à produire des orangés, des rouges, etc. La matière, teinte dans ce cas avec 5 à 6 0/0 de primuline, est passée dans un bain froid contenant 10 grammes de nitrite de soude et 50 à 100 centimètres cubes d'acide sulfurique ou d'acide chlorhydrique par litre d'eau. La couleur diazotisée, qui a une apparence orange, est développée ensuite aussi rapidement que possible dans un bain contenant un peu de la solution développante pour la nuance demandée. La primuline diazotisée ne doit pas être laissée en contact avec des surfaces métalliques; elle ne doit jamais attendre longtemps le développement. On fournit aux teinturiers les développants ou révélateurs suivants : jaune, orange, rouge, marron, brun. Le développant jaune donne un jaune plein. L'orange produit par le développant orange est une nuance fort belle. Le rouge, sans être aussi brillant que le rouge d'alizarine ni aussi solide à la lumière et au savon, ne se présente pas moins bien sur fil. Les nuances ne sont pas changées par les acides, même l'acide sulfurique concentré, et le coton teint peut sans mordançage ultérieur se teindre aux couleurs d'aniline basiques de façon à obtenir des couleurs composées.

Les couleurs obtenues en développant : dans une solution alcaline de α-naphtol sont rouge sombre ou marron; dans une solution alcaline de β-phénol sont rouge; dans une solution alcaline de phénol, jaune; dans une solution alcaline de résorcinol, orange; dans une solution alcaline de pyrogallol, brun; dans une solution aqueuse de α-naphthylamine, pourpre, et dans une solution aqueuse de β-naphthylamine, marron. Un grand nombre d'autres composés hydrogénés donnent quelques nuances chamois ou tan. Le pourpre donné par α-naphthylamine se change en marron par le savon et les alcalis.

Les essais pour appliquer la primuline dans l'impression du calicot n'ont pas été heureux. Il est difficile d'empêcher la couleur de saigner au vaporisage, et les blancs se tachent durant la diazotisation et le développement. — A. R.

● * **PRINCIPAUTÉS DANUBIENNES.** Nous avons jugé à propos de réunir, sous le nom de *Principautés danubiennes*, les trois Etats de Roumanie, de Serbie, de Bulgarie, bien que deux portent le nom de royaumes et

qu'ils soient constamment en antagonisme. Mais leurs intérêts commerciaux et industriels sont les mêmes et ils sont appelés à jouer un rôle politique d'une importance comparable. Ce sont des pays neufs, fertiles, encore mal gouvernés, peuplés d'une race à demi-civilisée, mais l'attention de l'Europe se porte volontiers de ce côté et leur place sera peut-être grande dans ses préoccupations futures. Pour le moment, ils se contentent de nous envoyer des céréales et des pruneaux.

Roumanie. Le plus important de ces Etats est celui de Roumanie, formé des trois provinces de Valachie, Moldavie et Dobrudcha. Sa superficie est de plus de 12 millions d'hectares; deux millions d'hectares au moins sont couverts en forêts. Le pays est très arrosé, même parfois marécageux; on compte plus de trois cents lacs, dont quelques-uns fournissent du sel. Les voies de communication sont relativement fréquentes et entretenues, d'ailleurs le Danube, le Pruth, l'Oltu, quelques autres rivières servent aux transports, et la rive roumaine est partout accessible le long de la côte.

La Roumanie est un pays riche, bien situé à l'embouchure du Danube, dont il commande ainsi l'importante route commerciale et politique. Sa population atteint 5,376,000 habitants; la capitale, Bucharest, a 221,000 habitants; les autres villes importantes sont Jassy, 90,000 habitants; Galatz, 80,000 habitants; Botochani, 40,000; Ploesti, 33,000; Braïla, 28,000.

Le budget, en recettes et dépenses, a été fixé à 180 millions environ; les monopoles, les contributions indirectes et directes, les revenus domaniaux sont les principales recettes; en dépenses, la dette figure en première ligne pour un service annuel de 62,780,000 francs; le ministère de la guerre coûte 34 millions.

La dette atteignait, en 1890, un capital de 851 millions et demi.

L'armée permanente se compose d'environ 50,000 hommes; avec ses réserves, elle peut être portée, en temps de guerre, à 130,000 hommes; les routes et les chemins de fer sont suffisants pour les transactions, mais, en outre, un très grand transit s'opère par la navigation du Danube et de la mer Noire, surtout pour les grains. Les navires anglais et autrichiens sont les plus nombreux.

La Roumanie est peuplée d'une race latine ayant avec nous une affinité très grande. Son sol est ou bien en pleines, ou bien en plateaux et montagnes atteignant environ 2,000 mètres, c'est-à-dire que les productions doivent en être très variées: l'agriculture y est très florissante, aussi l'exportation spéciale agricole a-t-elle dépassé les importations de 200 millions, en 1886. En revanche, l'industrie est presque nulle et l'exportation n'atteignait que 27 millions pour les matières brutes et ouvrées, contre une importation de 268 millions.

Le maïs, le blé, sont les grandes cultures et, comme le *mamaliga*, gâteau de maïs, est la seule alimentation du peuple, le blé est exporté presque entièrement; ce pays est un des greniers de l'Europe, et la France lui sert tout particulièrement de débouchés.

En 1886, les exportations de Roumanie chez nous ont été de :

Maïs	1.229.504	quintaux.
Blé	279.850	—
Orge	149.348	—
Avoine	56.540	—
Seigle	53.773	—
Lin	1.975	tonnes.
Colza	2.006	—
Navette	1.671	—

Viennent ensuite les haricots et les pois dont la France a importé, en 1887, pour 7 millions de francs.

Si les terres basses produisent des grains, les plateaux sont couverts de belles forêts en pleine exploitation : sapin, chêne, hêtre, orme, frêne ; mais si la Roumanie exporte beaucoup de bois bruts, elle importe une plus grande quantité encore de bois ouvrés, car ses ouvriers sont encore incapables de mettre en œuvre ses richesses naturelles. A noter, à destination de la France, un commerce très important de bois pour la tonnellerie. D'autre part, l'industrie française du meuble s'est vue supplanter par l'Autriche et l'Allemagne, et ses importations en Roumanie sont tombées à rien.

Le royaume exporte pour 12 millions de vins par an, dont une notable partie en France; les crûs de Valachie sont estimés.

Dans l'excédent de 240 millions que la Roumanie importe pour les matières brutes et ouvrées, la France ne figure que pour 5 millions. L'Autriche pour 93, l'Allemagne pour 73, l'Angleterre 71, la Belgique 14. Voilà encore un marché qui nous est fermé. Notre commerce consiste surtout en laines et tissus de laine, peaux, un peu de quincaillerie et quelques machines.

Au surplus, voici des chiffres officiels, pour 1887, qui donneront une idée exacte de cet important mouvement commercial (en milliers de francs).

Pays	Importations	Exportations
Grande-Bretagne	86.787	154.243
Autriche-Hongrie	53.455	21.229
Allemagne	90.053	8.764
France	25.017	19.751
Turquie et Bulgarie	10.290	10.868
Russie	8.776	7.896
Belgique	16.616	15.702
Italie	3.664	17.225
Grèce	1.979	4.146
Suisse	15.632	179
Autres pays	2.412	5.724
Totaux	314.681	265.727

Principales marchandises, en milliers de francs :

	Importations	Exportations
Céréales	3.700	214.700
Fruits, légumes	26.800	6.800
Boissons	600	16.500
Animaux, etc.	4.800	8.500
Combustibles	4.400	1.700
Minéraux, etc.	16.300	200
Métaux et métaux ouvrés	54.200	2.300
Peaux, cuirs, etc.	18.300	2.600
Bois et bois ouvrés	6.000	4.100
Matières textiles	138.800	4.800
Papier	92.400	200
Droguerie	7.200	200
Graisses, huiles	14.500	600
Autres objets	6.700	2.500
Totaux	314.700	265.000

Les ports ont un mouvement très actif; ce sont principalement Braïla, centre du cabotage, Galatz, le grand entrepôt des céréales, Soulina et Giurgero sur le Danube et, sur la mer Noire, Coustanza, Mangalia, Toultcha.

Le réseau des chemins de fer est relativement complet, presque toutes les villes du royaume sont desservies par les trois grandes lignes ou par des embranchements. 2,500 kilomètres environ sont en exploitation.

***La Roumanie à l'Exposition universelle de 1889.** Le gouvernement roumain a

refusé de participer officiellement à l'Exposition. C'est un journaliste, M. Ciurcu, bien connu des parisiens, qui mena une campagne de protestation contre la résistance du gouvernement, forma un courant d'opinion irrésistible et parvint, grâce aussi, il faut le dire, au concours du prince Georges Bibesco, cet autre Parisien, à obtenir des Chambres roumaines une subvention de 200,000 francs ; les souscriptions particulières avaient fourni déjà 80,000 francs, enfin le produit d'une loterie spéciale atteignit 220,000 francs, soit au total 500,000 francs, plus que suffisants pour assurer à ce petit pays une représentation luxueuse. Il faut ajouter que les organisateurs ont su tirer le plus heureux parti des fonds mis à leur disposition, et que, grâce à eux, l'exposition roumaine a été un des grands succès du Champ-de-Mars.

Le prince Bibesco, ancien aide de camp du général Trochu, pendant le siège de Paris, était commissaire général, assisté de MM. Icovesco, Solacoglu, de Blarenberg et du colonel Dally.

L'emplacement accordé, trop restreint malheureusement, était de 1,126 mètres carrés ; l'architecte de la section, M. Charles Lecœur, avait tenu à s'inspirer uniquement des monuments religieux du pays, qui témoignent d'une certaine recherche artistique, dans le goût byzantin-grec. La vitrine centrale, copiée sur le dôme de la cathédrale d'Ordgesch, a été surtout remarquée.

Ce qui frappait, dès l'abord, dans la section roumaine, c'était le pittoresque.

Les broderies attiraient l'œil, comme dans tous ces pays qui touchent l'Orient, et aussi les tapis, d'une variété de dessins et d'une richesse de couleurs véritablement surprenantes, lorsque l'on considère que les ouvriers travaillent chez eux, à leur fantaisie et sans modèles, par la seule tradition ; ces tapis sont fort beaux et d'une solidité à toute épreuve. Les broderies de Mme de Lucesco méritaient une mention spéciale.

A côté, les costumes, où malheureusement en dehors de l'envoi de la Société Furnica, sous le patronage de la reine, le costume national tenait peu de place. Ne nous attardons pas à ces modèles de nos grands magasins, adaptés avec une complaisance regrettable au goût douteux de ce peuple à demi-barbare encore, qui nous envie nos modes sans les comprendre. La maison Prages, de Bucharest, avait exposé de belles fourrures; beaucoup de peaux aussi et de cuir dans ce pays où le bétail abonde ; M. Angeli, un Français, directeur de l'arsenal royal, nous a montré des armes en apparence excellentes et très finies de travail. Enfin, nous avons encore noté un obélisque destiné à rappeler la richesse en sel de la Roumanie, et des poteries intéressantes, comme elles sont dans la plupart des pays de l'Est. Tout cela dénotait une industrie prospère.

L'exposition alimentaire et agricole, au quai d'Orsay, était plus complète encore. De nombreuses friandises dénotent chez ce peuple des tendances à la gourmandise; le sol est couvert de fruits, et les confitures sont très en faveur; M. Capska avait exposé des confiseries appétissantes. Des échantillons de céréales attiraient les spécialistes, ainsi que les bois, très beaux pour une contrée européenne ; ainsi M. le général Floresco, président du Sénat, avait envoyé une rondelle de chêne de 2 mètres de diamètre, coupée dans une de ses forêts.

Nous avons gardé pour la fin le clou de l'exposition roumaine, et une des curiosités le plus goûtées de la foule des visiteurs, c'est le coquet chalet-restaurant élevé dans le prolongement de la rue du Caire par les soins de la maison de construction André, sur les dessins d'un jeune architecte roumain, M. Mincu; il était d'ailleurs imité du type ordinaire des maisons de campagne roumaines, avec pignon, tourelles et toit en saillie sur une galerie ouverte. De jeunes roumaines dans un joli costume étincelant d'or et de paillettes y servaient des plats bizarres fortement épicés, et arrosés des crus fameux des coteaux du Danube : vins blancs de Cotnari, de Socola, d'Odoberti; vins rouges de Nicoresti, de Panciu, de Plenitza, de Costesti; muscat de Tavaioasa. Pour les amateurs d'exotisme, on avait en réserve la *trouica*, eau-de-vie de prunes aromatisée, et l'*iatou*, lait de buffle caillé. La Roumanie produit annuellement plus de 6 millions d'hectolitres de ces vins, dont une partie est exportée en Turquie, en Autriche et même en France. Un orchestre de *lautars*, avec une *flûte de pan* d'une extraordinaire virtuosité, contribuait, par une musique douce et poétique, à donner l'illusion d'une soirée sur les bords du Danube. Ce pavillon était dû à l'initiative de M. Ciurcu.

Cette exposition si pittoresque et si curieuse de la Roumanie a fait le plus grand honneur à ce pays, qui s'était déjà distingué par la part qu'il avait prise à la dernière exposition de Paris, et à celle de Vienne en 1873.

Serbie. La Serbie, récemment érigée en royaume, a 48,500 kilomètres carrés, une population de plus de 2 millions d'habitants, un sol fertile, un climat favorable, un débouché suffisant par le Danube; c'est un pays encore arriéré, mais qui travaille à prendre une extension pacifique plus considérable. Les documents statistiques sont rares; néanmoins, les douanes fournissent quelques chiffres instructifs dont voici les principaux.

L'importation et l'exportation s'équilibrent à 36 millions. L'exportation est alimentée en grande partie par les produits agricoles, les blés, par exemple, dont il sort annuellement pour dix millions de francs et qui, passant par les pays autrichiens, circulent sous le nom de *blés de Hongrie* et viennent grossir artificiellement le commerce d'exportation de ses voisins. Le maïs est aussi très cultivé : on estime qu'il y en a annuellement 400,000 hectares plantés. Mais cette céréale dessert surtout la consommation sur place, pour le pain des paysans et le bétail.

Après les céréales, l'article le plus important pour le commerce extérieur, c'est les prunes sèches ou pruneaux : plus de 28 millions de kilogrammes, 6 millions de francs, 75,000 hectares sont plantés en vergers, les trois quarts en pruniers. Viennent ensuite les porcs, pour 5 millions, d'une race particulière excellente, mais qui se développe lentement; les vins pour un million, à destination surtout de la France, le maïs pour un million, les dindons. On peut encore relever les noms de quelques objets manufacturés : broderies de tous genres, en laine ou soies de couleurs, en argent ou en or, tapis de Pirot, etc. Enfin, il faut tenir compte, pour l'avenir plus ou moins prochain de ce pays, de l'existence de mines en apparence riches, de plomb argentifère, mercure, cuivre, antimoine, houille et lignite. Toutes ces richesses, ainsi que de belles carrières de marbre, semblent abandonnées. Pourtant divers puits avaient été creusés récemment et quatorze concessions accordées depuis trois ou quatre ans.

Là aussi, l'Autriche-Hongrie fournit la majeure partie de l'importation, soit environ 27 millions, l'Angleterre 3, l'Allemagne et la Roumanie, plus d'un million chacune, la Belgique, 500,000 francs, la France 93,000 fr. seulement, malgré la facilité relative de ses communications par Salonique et la voie maritime de Galatz et du Danube. Il semble pourtant qu'il y aurait autre chose à faire pour notre commerce, dans ce pays qui réclame des machines, des meubles et des étoffes.

Belgrade, la capitale, est un centre important sur le Danube, elle compte 36,000 habitants.

La situation financière de la Serbie est malheureusement aussi peu favorable que sa situation politique. Les dépenses sont supérieures d'environ 2 millions aux recettes. 250 millions de dette réclament plus de 15 millions d'intérêt par an : le service du département de la guerre en exige presque autant, et il ne reste presque rien pour les travaux publics qui réclament pourtant

plus de soins et d'argent. Une seule dépense vraiment considérable et utile : 3 millions pour l'instruction publique; en 1871, on comptait 23,000 élèves de tout ordre, maintenant plus de 50,000.

Voici, pour terminer, les chiffres du commerce (en francs) pour les dernières statistiques connues :

Années	Importations	Exportations
1884	43.398.000	39.968.000
1885	40.472.000	37.615.000
1886	42.029.379	40.718.677

Il faudra longtemps encore pour que le pays se suffise à lui-même.

La Serbie à l'Exposition de 1889.

La Serbie est un des premiers, parmi les Etats européens, qui ait envoyé son adhésion officielle à l'Exposition. 200,000 francs furent mis à la disposition de M. Goudovitch, ancien ministre, nommé président de la Commission.

L'emplacement de 432 mètres qui lui avait été assigné a été bien rempli par un nombre respectable d'exposants. La façade, sur l'avenue de Suffren, à côté de la façade japonaise, était d'un joli style byzantin-serbe, imité d'édifices anciens ; la caractéristique de cette décoration était les mosaïques émaillées, aux couleurs claires et voyantes, entourées de plaques ou de colonnes en marbres ; cette façade a été transportée à Belgrade. Les murs étaient entièrement tendus de belles tapisseries rouges de Pyrot, la renommée des tentures bulgares.

Dans le vestibule, de beaux échantillons de marbres blancs et clairs, des bois intéressants, un appareil de M. Vittorovich pour égrapper le raisin; tous ces pays danubiens, qui possèdent des vignes superbes, ont bien besoin de perfectionnements dans la fabrication de leurs vins.

A l'intérieur, beaucoup de céréales, naturellement, du maïs, du blé de parfaite qualité et d'un poids élevé, de l'orge, de l'avoine, des légumes secs, surtout des haricots, des pruneaux superbes, du tabac, du chanvre. Beaucoup d'échantillons minéralogiques, afin de donner aux étrangers l'idée d'amener des capitaux pour établir sur un grand pied une exploitation un peu perfectionnée. Peut-être les richesses du sol en vaudraient-elles la peine. Nous avons vu là des minerais à 8 0/0 de mercure, du charbon, de l'or, de l'argent, du cuivre, de l'antimoine ; enfin, on a découvert, près de Valyero, un gisement de ces pierres lithographiques dont l'Allemagne avait jusqu'ici le monopole.

L'exposition industrielle témoignait d'efforts trop récents peut-être pour être bien appréciés, mais qui font prévoir que, dans un avenir prochain, on pourrait mettre en œuvre sur place les matières premières du pays. Non seulement on a pu voir beaucoup de ces beaux tapis fabriqués par les paysans, chez eux, avec une habileté et un goût dignes d'éloges, des vêtements brodés, aux formes élégantes, aux couleurs harmonieuses, des manteaux en poils de chèvres qui sont particuliers à ces pays d'Orient, mais des draps de belle qualité, des dentelles d'une finesse remarquable, de la bière, des cuirs, des articles métallurgiques, tels que les machines à fabriquer les cartouches, de M. Seleskovich, les armes de Kragoujewatz, des couteaux, des poteries, des verres gravés, des instruments de musique, parmi lesquels une mention spéciale est due au *gousslé*, sorte de violon monocorde, aux sons peu variés et énervants, qui fait le bonheur des Bulgares.

On fait beaucoup, en Serbie, pour l'instruction publique. Actuellement, 60,000 élèves suivent les écoles, et les envois de l'Académie royale et de l'école réelle de Belgrade étaient le meilleur gage du développement intellectuel de ce petit pays.

Bulgarie. Il est très difficile de se faire une idée exacte de l'importance commerciale et industrielle de ce pays nouveau; les documents officiels font défaut, et l'union, depuis 1885, de l'administration de la Roumélie orientale et de la Bulgarie complique encore les statistiques.

Le pays est à la fois montagneux et bien arrosé par plusieurs cours d'eau descendant des Balkans; l'un d'eux, le Toundja, parcourt la célèbre vallée de Kasanlik, où poussent les roses qui donnent l'essence estimée dans le monde entier. Le climat est rude, il neige souvent en juin à Sofia, et la chaleur devient tout de suite très forte en été.

La Bulgarie comprend environ deux millions d'habitants et 2,800,000 avec la Roumélie ; la capitale, Sofia, en compte 26,000 et paraît appelée à un rapide développement; les villes principales sont : Schoumla, 25,000 habitants; Routschouk, 24,000 habitants; Philippopolis, 24,000; Widine, sur le Danube, 22.000; Varna, principal port de la région, 21,000; Tirnova, ancienne capitale ; Sistova et Silistrie.

Le budget s'élève à 46 millions environ, pour les recettes, et 48,500,000 fr. pour les dépenses. Les frais de guerre et du ministère des finances prennent la plus forte part des dépenses. Il faut tenir compte encore que le pays a une dette très lourde et doit payer tribut à la Turquie. La Roumélie a un budget d'environ 12 millions.

La grande culture du pays est le maïs qui sert à la nourriture des paysans, puis viennent le blé, l'avoine et l'orge. A part ces cultures faciles, rien ne vient bien en Bulgarie parce que les paysans y sont ignorants, routiniers et paresseux. Il faut signaler de bons vins, du tabac, des peaux, surtout en Roumélie, des laines, de la soie, des fruits, surtout des prunes dont on fait de l'eau-de-vie.

Beaucoup de forêts, quelques mines mal exploitées complètent la richesse de cette contrée.

L'industrie est encore bien rudimentaire, comme dans toutes les provinces turques. La laine est travaillée assez bien ; les tapis bulgares sont estimés dans toute la presqu'île et en Autriche ; à noter encore une tannerie, une savonnerie, des fabriques de poterie, de filigranes d'argent, enfin, des ustensiles de ménage en cuivre martelé.

Les importations sont bien supérieures aux exportations ; en 1887, elles étaient de 64,742,000 francs contre 45,747,000. Voici les chiffres par pays, pour 1886, en milliers de francs.

Pays	Importations	Exportations
Turquie	11.220	16.959
Grande-Bretagne	18.291	4.586
Autriche-Hongrie	17.056	2.416
France	3.784	9.328
Roumanie	3.283	1.290
Russie	3.594	266
Italie	1.373	1.496
Allemagne	2.118	90
Autres pays	3.567	1.307
Totaux	64.286	37.767

Le blé est le principal article d'exportation, puis viennent les fromages, la laine, les peaux, le beurre, les prunes, l'essence de roses de Roumélie pour environ 1,200,000 francs. A l'importation, le coton, le fer, le vin et l'alcool, les bois de construction, le sucre, le sel, le pétrole.

Le port de Varna est le siège d'un transit actif, grâce

surtout à la Compagnie du Lloyd autrichien qui fait le service entre Constantinople et ce port; les petits ports de Baltchik et de Kavarna sont spécialement affectés à l'exportation des blés et des orges.

La France n'a que peu de rapports commerciaux avec ces pays, surtout pour l'écoulement de ses marchandises ; ses prix sont trop élevés, et le manque de correspondants sur la place ne permet pas d'accorder des crédits sans lesquels aucune transaction n'est possible avec de petits commerçants qui n'ont aucune avance.

** **PROJECTION.** L'art des projections photographiques à la lanterne ne cesse de progresser. La vieille lanterne magique est remplacée par une lanterne perfectionnée, où la photographie remplace les anciens dessins coloriés sur verre, plus ou moins corrects et plus amusants généralement qu'instructifs.

Depuis que les appareils photographiques portatifs se sont répandus à tel point qu'on peut dire qu'il y a peu de familles où ne se trouve un de ces instruments, les épreuves à projeter se sont multipliées à l'infini.

Quel plus beau moyen y a-t-il de montrer à toute une assistance, une collection projetée à l'aide de la lanterne, des vues d'une excursion, d'un voyage lointain, des collections ethnologiques ou des reproductions dans tous les genres d'études à l'appui des démonstrations. Les lanternes sont éclairées soit à l'électricité, soit au gaz, au pétrole ou à l'huile. Mais surtout, pour les projections à faire à travers des espaces assez étendus, à la lumière oxyhydrique ou mélange des gaz oxygène et hydrogène dont le jet enflammé est dirigé sur un morceau de chaux. Avec un ensemble de deux ou trois lanternes, on arrive à combiner des projections colorées, du plus bel effet.

Les colorations faites à la main ne produisent que des résultats incomplets, il faut, pour les projections colorées, imprimer les images photographiques sur verre, en usant d'un procédé spécial connu sous le nom de *procédé par imbibition*; chacune des lanternes projette sur le même écran le monochrome d'une des couleurs et la réunion des trois monochromes qui se superposent, se combinent et se pénètrent entre eux, donne des effets vraiment admirables.

L'enseignement public use de plus en plus des projections et il a été créé en vue de cette application de remarquables collections de sujets à projeter. — L. V.

* **PUITS.** Fonçage des puits de mines. Foncer un puits peut être le travail le plus simple ou le plus difficile; quelquefois les difficultés s'élèvent jusqu'à l'impossibilité. Il faut, en effet, non seulement excaver le sol, mais soutenir les parois sur des hauteurs considérables; il faut traverser tous les terrains qui peuvent se présenter; il faut enfin dominer, masquer autant que possible les eaux des terrains aquifères.

Dans une exploitation, c'est par les puits que des centaines d'ouvriers respirent et communiquent avec le jour; c'est par là qu'ils envoient à la surface les produits de leur travail et qu'ils reçoivent tous les matériaux nécessaires aux constructions à exécuter à l'intérieur. On ne saurait donc entourer ces voies essentielles de trop de garanties, et l'on doit non seulement percer les puits, mais assurer la solidité de leurs parois par tous les moyens que peut suggérer l'art de la construction.

Les puits doivent avoir une section telle, qu'ils puissent satisfaire aux services de la descente et montée du personnel, de l'aérage, de l'extraction des produits de l'exploitation, de l'épuisement des eaux, etc.

Il s'agit, en effet, de traverser les terrains quelle que soit leur nature; durs ou peu consistants ou même ébouleux; lors même qu'ils contiennent des eaux ou des niveaux. Il s'agit de les établir dans des conditions telles que tous les services précités soient assurés et que la profondeur puisse être successivement portée à toutes les exigences de l'exploitation. Les puits de 5, 6, 7, 8 et 900 mètres, même de 1,000 mètres et plus de profondeur, commencent à être nombreux, en Belgique et en Angleterre principalement.

Section. Cette question n'est pas indifférente, il importe beaucoup, en effet, de la déterminer suivant les nécessités des services que l'on veut établir et de la nature des terrains que l'on présumera avoir à traverser d'après les données géologiques des lieux.

La division devra donc s'établir suivant les terrains : en puits boisés rectangulaires; puits muraillés, ronds ou elliptiques; puits cuvelés, ronds ou polygonaux. Les puits boisés rectangulaires conviennent aux terrains solides. C'est la forme préférée pour les terrains de transitions métallifères, composés de roches semi-cristallines. Le boisage d'un puits rectangulaire est établi comme celui d'une galerie, avec cette seule différence que les cadres d'une galerie posent sur le sol, tandis que dans un puits ils doivent être soutenus par des buttes et des abouts solidement encastrés dans des entailles pratiquées dans les parois. Le muraillement est préférable au boisage lorsque les terrains sont mauvais, parce que le boisage cesse de présenter les garanties suffisantes. Dans ce cas, les puits sont ronds ou elliptiques.

Un fonçage ouvert dans les couches crétacés ne prend le nom de *puits* que lorsqu'il est arrivé au terrain houiller et qu'il a été cuvelé; tant que son existence n'a pas été assurée, il reste désigné sous le nom d'*avaleresse*.

Pour pénétrer dans les terrains ébouleux, la méthode la plus employée est celle des *palplanches-divergentes*. Pour traverser les terrains meubles et facilement pénétrables, on fait grand usage des *trousses coupantes*, procédé presque toujours suivi lorsque les terrains ébouleux sont à la surface.

Le fonçage par trousses ou palplanches divergentes n'est applicable que dans les terrains pénétrables, tels que les sables, les marnes sablonneuses, les argiles, mais il est des terrains ébouleux composés de roches dures en gros fragments incohérents, dans lesquels il serait impossible d'enfoncer aucun garnissage. Nous avons,

au *Dictionnaire*, donné divers procédés de *fonçage* et de *cuvelage*, nous ne nous arrêterons ici qu'au procédé nouveau qui consiste à solidifier artificiellement les terrains aquifères à traverser.

Ce dernier procédé est d'une application plus récente ; nous en donnons la description succincte que nous faisons suivre d'un nouveau perfectionnement de muraillement métallique, relatif au fonçage par congélation; les opérations de ces deux genres différents de travaux devant être exécutées simultanément dans ce procédé.

Fonçage des puits par congélation. La traversée des sables mouvants et de terrains aquifères constitue une difficulté sérieuse dans les fonçages des puits de mine.

C'est donc rendre service à l'industrie minière que de faire connaître un procédé nouveau qui a déjà réussi dans une application en grand, et paraît pouvoir être étendu à un certain nombre de cas particuliers.

Ce procédé consiste à opérer la congélation artificielle du terrain à traverser, et, une fois ce résultat obtenu, on se trouve en présence d'une masse solidifiée pouvant être taillée au pic et ne présentant plus de difficultés particulières. Le procédé imaginé par MM. Poetsch et Lambert s'opère ainsi : on commence par enfoncer à travers la couche de sable des tubes en fer de $0^m,20$ de diamètre, munis à la partie inférieure d'un couteau circulaire en acier.

Ces tubes sont au nombre de vingt à trente également espacés sur la section de l'avaleresse. Quand ils ont pénétré jusque dans le lignite et que leur extrémité inférieure a été rendue étanche par des obturateurs en plomb recouverts de plusieurs couches de ciment et de goudron coulées à l'intérieur, on introduit au centre de chacun d'eux un tube de $0^m,06$ de diamètre, bouché par en bas, mais pourvu d'ouvertures latérales percées vers son extrémité (fig. 747).

C'est dans ces tubes, reliés entre eux, qu'on fait circuler une solution suffisamment refroidie pour pouvoir congeler d'abord le terrain qui les sépare les uns des autres, et, de proche en proche, celui de l'intérieur du puits et celui du pourtour jusqu'à une distance suffisante pour la solidité.

Le liquide réfrigérant est une dissolution concentrée de chlorure de calcium, dont le point de congélation est de — 40°.

La solution refroidie à — 25°, par le moyen indiqué plus loin, est refoulée par une pompe dans les tubes de $0^m,06$, d'où elle remonte par l'espace annulaire entre ces tubes et ceux de $0^m,20$ jusqu'au réfrigérant, où elle arrive à une température de —19° en moyenne. L'effet de cette circulation ne se fait pas attendre, et, au contact des tubes de fer, le terrain imbibé d'eau est rapidement congelé.

Naturellement le refroidissement le plus intense a lieu à la partie inférieure des tuyaux; on obtient d'abord de petits cônes de terrain glacé dont la base est au bas, et dont les dimensions augmentent progressivement; ils s'entrecroisent et se soudent, formant ainsi un seul massif, dont l'épaisseur croît avec la profondeur.

On obtient ainsi en trente jours environ, une masse congelée de 6 mètres de large sur 8 mètres de longueur et 9 mètres de profondeur. Pour observer la marche de refroidissement, on place, de distance en distance, dans le terrain, des tubes pleins d'une dissolution de chlorure de calcium, dans laquelle plongent des thermomètres. On peut ainsi constater, et on constate toutes les vingt-quatre heures, l'abaissement de la température. La variation totale est de celle de la temrature initiale jusqu'à —19°. Toutefois, on peut présumer avec raison qu'une température bien plus basse est atteinte, car les observations ne peuvent avoir lieu que dans la partie supérieure des sables. Des sondages horizontaux montrent aussi que le terrain se congèle autour de chaque tube dans un rayon de 3 mètres.

Après trente jours environ de congélation, les ouvriers peuvent procéder au creusement du puits. La masse d'eau et de sable congelée a une dureté analogue à celle du calcaire, difficilement attaquable au pic seul, et offrant une cassure conchoïde. Au fur et à mesure de l'enfoncement, le courant réfrigérant protège les travailleurs contre l'envahissement des eaux et du sable en maintenant une sorte de cuvelage formé d'un seul bloc de glace pouvant résister à des pressions énormes.

Le mode de production du froid dérive du système Carré, il est dû à M. O. Kropff. Il est fondé sur la propriété des liquides d'absorber une grande quantité de chaleur pour passer à l'état gazeux.

Le liquide employé est l'ammoniaque liquide qui bout à la température de 0° sous une pression de 3 atmosphères 1/2 et à — 20° sous la pression de 0 atmosphère 84; c'est-à-dire qu'à une pression de 0,84, l'ammoniaque se volatilisant abaisse la température à —20°.

Dans une chaudière convenablement disposée on met en ébullition une dissolution aqueuse de gaz ammoniac. Le gaz se rend dans un condenseur refroidi par un courant d'eau et dans lequel la pression atteint 10 à 12 atmosphères. A cette pression, le gaz est passé à l'état liquide et se rend dans un réservoir muni d'un indicateur de niveau.

De ce réservoir l'ammoniaque liquide est conduite par un tuyau dans un appareil à serpentin où elle se volatilise de nouveau, empruntant la chaleur latente au chlorure de calcium liquide qui entoure les serpentins.

Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de cet appareil dont les dessins et la description complète se trouvent dans le mémoire de M. André Dumont; il suffit d'en avoir indiqué le principe.

Sans doute de nouvelles applications pratiques viendront confirmer l'opinion favorable que l'on peut déjà concevoir de ce procédé ingénieux.

Il serait utile de connaître la dépense pour pouvoir établir, au point de vue économique, la comparaison avec les procédés usités jusqu'à ce jour

pour franchir ces passages dangereux des sables aquifères.

Nous dirons seulement, pour terminer cette description, qu'il y aurait probablement une grande témérité à entreprendre par un tel procédé des fonçages d'une grande profondeur et d'une certaine importance, qu'il y a une eertaine réserve à faire quant à la solidité du revêtement à appliquer dans de telles conditions, dans un milieu dont la température descend au-dessous de —20°, on ne peut faire usage de maçonnerie, elle ne ferait pas prise; pût-on l'employer elle céderait de toutes parts quand les choses seront rétablies dans leur état normal et que la poussée des terrains mouvants reprendra son action.

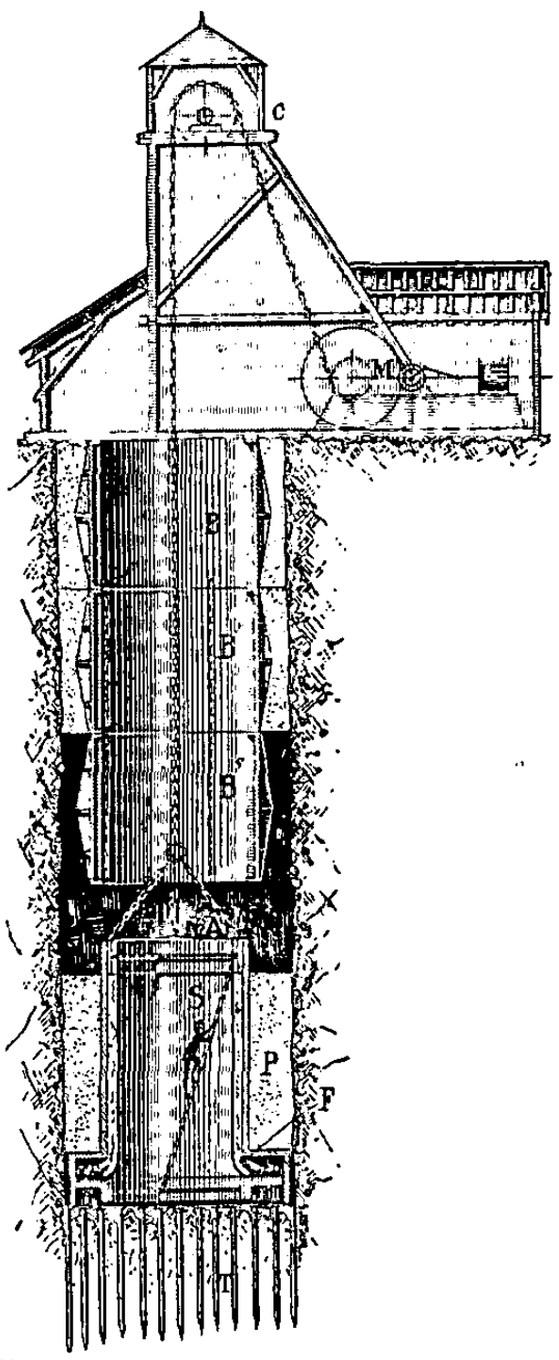


Fig. 747. — *Coupe verticale par l'axe du fonçage des puits de mine par congélation, système Poetsch-Lambert, avec cuvelage perfectionné par MM. Maréchal et Badiou.*

A Avaleresse. — *C* Chevalet du puits. — *M* Treuil à vapeur. — *B B' B''* Bagues de cuvelage. — *S* Seau du garnissage mécanique des parois. — *F* Foyer circulaire, communiquant son calorique à l'air ambiant, et, maintenant une température normale à la pâte *P*, à la paroi de l'avaleresse *A* et celle de la bague *B''*. — *P* Béton en ciment semi-liquide formant pâte de garnissage de la bague *B''*. — *T* Tubes en fer de congélation des sables et d eau du terrain aquifère.

Seul, un cuvelage métallique très résistant peut être efficacement appliqué à cet ingénieux procédé de fonçage; nous faisons donc suivre sa description succincte par celle d'un cuvelage perfectionné qui, pour n'être pas aussi récent et nouveau, n'en est pas moins propre à assurer le succès de ce précieux procédé de fonçage par congélation. Ce mode de cuvelage s'appliquant indifféremment et couramment aujourd'hui aux divers procédés de fonçage, a été conçu et indiqué par M. Maréchal, sur les données et instructions de longue pratique et expérience de M. Badiou, entrepreneur spécialiste de fonçage des puits de mines (fig. 747). Il consiste à faire le cuvelage métallique du puits au fur et à mesure de l'approfondissement, au moyen d'un dispositif mécanique de garnissage du vide entre la paroi du cuvelage et celle de l'avaleresse.

Pour faciliter la manutention du montage des bagues, on les fait en trois segments égaux et on leur donne généralement 3 à 4 mètres de hauteur; leur épaisseur est calculée pour résister à une pression triple de celle présumée avoir par les terrains à traverser; leur diamètre intérieur est égal à celui du puits, plus la saillie des brides intérieures qui existent sur tout le pourtour des bords supérieurs et inférieurs ainsi que sur les rebords verticaux de chaque segment de bague. (Il est bien préférable de mettre les brides d'assemblage à l'intérieur des bagues, tant pour la commodité du montage que pour former des saillies auxquelles on pourra toujours avoir recours, comme support et attache de pièces pour le guidage du puits et l'échafaudage nécessaire à l'entretien et les réparations à faire en un point quelconque du cuvelage, nonobstant qu'il serait évidemment plus rationnel d'avoir un cylindre, uni et lisse à l'intérieur, pour l'écoulement des fluides et liquides, au point de vue de l'aérage.)

Les brides s'unissent par une rainure dite *feuillure mâle et femelle*, afin d'assurer la juxtaposition et l'assemblage des trois segments formant la bague, ainsi que pour obtenir un joint parfaitement étanche, en intercalant une feuille mince et souple de plomb ou de caoutchouc entre les brides réunies par des boulons de serrage.

La première bague, formant l'orifice du puits, étant très exactement mise en place comme centrage et niveau, on la fixe solidement au sol, par un béton en ciment, garnissant son pourtour sur une épaisseur de 1 mètre environ; ensuite on prépare l'emplacement d'une deuxième bague par le procédé décrit plus haut s'il y a lieu, ou par l'un des autres procédés cités et décrits au *Dictionnaire*, qui aura été choisi et reconnu comme étant le mieux approprié à la nature des terrains à traverser.

L'emplacement de la deuxième bague étant terminé, on fait descendre les trois segments successivement pour les assembler sur place; chaque segment est maintenu en sa position respective par un système de chaînes dit *tirants*, solidement accroché à la bride d'une autre bague déjà en place et adhérent parfaitement avec la paroi de l'avaleresse. Lorsque les trois segments sont assemblés et la bague boulonnée à celle qui la précède, on enlève les tirants pour procéder au garnissage mécanique du vide, entre la paroi de l'avaleresse et celle de la bague, au moyen d'un seau mécanique formé d'une sole circulaire dont une partie de la circonférence centrale est occupée par un manchon vertical, pouvant pénétrer dans le diamètre intérieur des brides d'une bague; ce manchon est haut d'une bague et demie pour permettre de charger un volume de béton en ciment un peu supérieur à celui du vide à remplir, soit la hauteur d'une bague un tiers, à cause des pertes qui se produisent inévitablement sur le pourtour de la paroi de l'avaleresse et le rebord de la sole, celui-ci ne pouvant épouser exactement la même section qui est fort irrégulière, en outre, il faut que le volume soit un peu supérieur au vide à remplir pour être réduit, par la

compression que l'on obtient en faisant remonter le seau garni de béton en ciment par un treuil à vapeur installé à l'orifice du puits.

Les mineurs se tiennent, pendant cette opération, dans l'espace circulaire du manchon, les fonds du haut et du bas, étant seulement formés de croisillons reliant la paroi circulaire du manchon, donnent assez d'espace libre pour l'accès des mineurs et des matériaux avec la colonne du puits, afin de continuer le travail d'excavation pour l'emplacement d'une nouvelle bague pendant que le seau, au-dessus de leur tête, est maintenu tout ce temps fortement appliqué contre la bride inférieure de la bague pour permettre au béton en ciment de faire prise avec les deux parois de l'avaleresse et de la bague.

La composition du béton en ciment semi-liquide, c'est-à-dire à l'état de pâte se liant et s'agglomérant pour ne former qu'un monolithe annulaire compact entre les deux parois du cuvelage et de l'avaleresse, est telle qu'il ne peut faire prise avant trois ou quatre heures, temps nécessaire pour préparer le mélange des matériaux, remplir le seau et le hisser en place.

Avec le procédé de fonçage par congélation, on entretient sur un foyer circulaire, à l'extérieur du fond du manchon, en dessous de la sole, un feu dont le calorique communique à l'air ambiant une température suffisante et normale, nécessaire aux mineurs travaillant au fonçage, et, maintenant à l'état pâteux, le béton en ciment jusqu'à sa prise avec les parois qui ont aussi une température normale à leur surface, par le contact de l'air ambiant.

Les opérations se succèdent ainsi jusqu'à ce qu'on ait atteint la profondeur utile. — J.-J. M.

Q

•* **QUESNEVILLE** (Gustave-Augustin). Docteur-médecin, chimiste distingué, né à Paris le 1er janvier 1810, mort le 14 novembre 1889 à Paris. Elève et successeur de Vauquelin dans sa fabrique de produits chimiques ; reçu docteur en médecine dès 1834, il ne se livra pas à la pratique de cet art et se tourna vers l'étude des sciences et de leurs applications à l'industrie. C'est pour suivre son aptitude naturelle qu'il fonda, en 1840, la *Revue scientifique*, publication mensuelle qui, à partir de 1857, porta le nom de *Moniteur scientifique*, où trouvaient place les travaux originaux de chimistes français, anglais, allemands, spécialement les mémoires traitant des matières colorantes extraites du goudron de houille, et souvent *in-extenso*. Le docteur Quesneville dirigea cette revue pendant cinquante ans, presque jusqu'à sa mort.

C'est par sa profession de pharmacien qu'il fit sa fortune et notamment par ses spécialités (sous-nitrate de bismuth, vinaigre phéniqué, etc.), et sa fabrication de produits chimiques et pharmaceutiques. Il n'a pas été seulement un vulgarisateur intelligent, parfois sévère et railleur, il a fait des découvertes en chimie ; on lui doit, entre autres, celles des extraits inodores de Barèges qui remplacent toutes les eaux sulfureuses. — C. D.

R

•* **RADIOMÈTRE.** *T. de phys.* Le radiomètre, imaginé, en 1873, par M. W. Crookes, physicien anglais, est un instrument qui, selon l'idée de l'inventeur, est destiné à constater et même à mesurer l'action de la lumière. Il se compose essentiellement d'un tourniquet très léger, très mobile, à quatre bras terminés par des ailettes dont une face est polie ou blanche, et l'autre noircie, toutes les faces de même couleur étant tournées dans le même sens. Ce tourniquet est placé dans un gros tube en verre, renflé en boule à sa partie supérieure, et peut tourner sur une chape posée sur une pointe métallique enchâssée dans la portion inférieure du tube. Cette chape est maintenue en dessus par les bords d'un tube de verre, en sorte qu'on peut renverser l'instrument sans que le tourniquet tombe. Le frottement est presque nul, l'instrument étant placé verticalement. Le tourniquet ne pèse que 150 milligrammes ; les ailettes sont en mica ou en aluminium, carrées ou rectangulaires, ayant 14 à 15 millimètres de côté. Des expériences nombreuses faites avec cet instrument ont montré : 1° sa sensibilité sous l'action de la lumière diffuse du jour, ou celle de la flamme d'une bougie placée à 20 ou 30 centimètres de distance, ou sous l'influence de la chaleur obscure ; lumière ou chaleur ayant traversé des liquides, comme l'eau, ou une dissolution aqueuse d'alun, ou une dissolution d'iode dans le sulfure de carbone ; 2° son mouvement produit, aussi bien par les rayons de chaleur que par les rayons de lumière ; 3° sa vitesse de rotation d'autant plus grande que le vide est plus parfait (M. Crookes est parvenu à pousser la raréfaction de l'air dans son radiomètre jusqu'à 1 millionième d'atmosphère) et que la température

ambiante est plus basse. Il est d'ailleurs évident que la vitesse croît avec l'énergie de la source de chaleur ou de lumière.

M. Crookes « considère les mouvements de son radiomètre comme étant la manifestation d'une action mécanique directe de la lumière ». Cette manière de voir a été contestée par divers physiciens, entre autres, par le professeur Reynold qui explique les mouvements du radiomètre par la théorie cynétique des gaz : « Le fait incontestable est que les rayons de chaleur qui viennent frapper les ailettes de l'instrument échauffent plus les surfaces noircies que les surfaces blanches ». Avec le degré de vide obtenu, les molécules gazeuses restantes viennent frapper les ailettes et rebondissent après s'être échauffées à leur contact. Il en résulte un recul de l'ailette, recul qui est plus grand du côté noir que du côté blanc, parce que les molécules s'étant plus échauffées du premier côté que du second, leur vitesse augmente davantage quand le radiomètre contient trop d'air. La résistance du gaz gêne le mouvement des ailettes » (*Annales de chim. et de phys.*, 5e série, t. VIII. p. 285 et 288).

Quant à la force mécanique, qu'elle qu'en soit la cause, qui met en mouvement les ailettes, elle est extrêmement faible, comme le montre une expérience de M. Crookes. Ce physicien « a mesuré avec une balance de torsion la force nécessaire pour retenir les palettes du radiomètre quand elles sont exposées à l'action d'une bougie placée à 15 centimètres. Il a trouvé que cette force devait faire équilibre à un poids de 1/100 de milligramme par centimètre carré, c'est-à-dire à 1/100,000,000 de la pression atmosphérique. La même expérience faite en remplaçant la bougie par une lampe à magnésium a montré que la force est deux fois plus grande ». Finalement, le radiomètre, instrument bien curieux au point de vue théorique, paraît impropre à mesurer les radiations lumineuses ou calorifiques; c'est-à-dire qu'il ne peut servir ni de photomètre, ni de thermomètre, par suite des irrégularités, encore inexpliquées, qu'il présente dans son jeu, suivant les différentes conditions expérimentales. — C. D.

* **RAFFINOSE.** *T. de chim.* Un hydrate de carbone ayant la formule $C^{18}H^{32}O^{16}+5H^2O$ et possédant des propriétés très intéressantes. Sans avoir un goût sucré, il est considéré comme un sucre composé de *dextrose*, *lévulose* et *galactose*.

C'est à M. Désiré Loiseau que revient le mérite de la découverte et de l'étude approfondie du *raffinose*, qu'il a extrait de mélasses de raffinerie. M. Berthelot l'a extrait de la manne d'Australie et MM. Bœhm et Ritthausen de tourteaux des grains de cotonnier. Le raffinose se trouve également dans le jus de betteraves et dans certains produits de la fabrication du sucre, notamment dans les sucres et sirops provenant de sucraterie. Il cristallise en aiguilles allongées, blanches et transparentes, s'agglomérant souvent en boule. La présence du raffinose dans un produit sucré, provoque une modification dans la cristallisation du sucre de cannes, qui cristallise en aiguilles allongées et pointues, alors qu'en absence de raffinose il forme des cristaux bien développés du système clinorhombique.

Chauffé modérément et graduellement jusqu'à 100° centigrades, le raffinose perd son eau de cristallisation; mais en chauffant brusquement, à une température élevée, les cristaux se fondent dans l'eau de cristallisation et alors celle-ci n'est plus facile à éliminer. Il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool méthylique, peu soluble dans l'alcool éthylique absolu et froid et insoluble dans l'éther.

Le raffinose est dextrogyre et son pouvoir rotatoire spécifique et de $[\alpha]D=105°$; il n'attaque pas la liqueur cuivrique.

Théoriquement, le raffinose est composé de dextrose, lévulose et galactose. Par l'inversion avec de l'acide chlorhydrique on le décompose partiellement; le lévulose se trouve séparé, alors que les deux autres sucres tiennent, pour ainsi dire, ensemble; dans ce cas, la solution de raffinose inverti est encore dextrogyre, mais son pouvoir rotatoire est tombé à $[\alpha]D=53°$ et il diminue avec l'augmentation de la température. Cette solution réduit la liqueur Fehling; Tollens et Beythien ont trouvé que 1 centimètre cube de liqueur Fehling est réduit par 0g,0077 de raffinose inverti.

Sous l'action de la levure, le raffinose fermente très rapidement, mais cette fermentation n'est complète qu'en présence d'une levure de bière issue de la *fermentation basse*, tandis qu'avec la levure de brasseries travaillant avec la *fermentation haute*, il n'y a qu'un tiers de raffinose transformé en alcool et acide carbonique, et il y reste une substance particulière qui résiste à la fermentation et qui agit sur la liqueur Fehling dans la proportion de glucose correspondant à la moitié du raffinose mis en fermentation. Ces faits, observés par Berthelot, par Loiseau et par Tollens et Beythien, faisaient prévoir l'existence d'un sucre particulier, une combinaison de dextrose et lactose, qui reste en solution après la fermentation du raffinose, le lévulose étant seul détruit. Dans la solution invertie, ce corps se trouve mélangé avec le lévulose séparé.

C'est à MM. Scheibler et Mittelmeyer que revient le mérite d'avoir isolé et étudié ce dérivé de raffinose, auquel ils ont donné le nom de *mélibiose* et qui est isomère avec le sucre de lait, sans qu'il y ait identité absolue.

Avec les alcalins et les alcalis terreux, le raffinose forme des combinaisons chimiques (raffinosates) qui offrent quelques analogies avec les sucrates, ce qui explique la présence de raffinose dans les produits de sucraterie. Toutefois, la formation des raffinosates diffère sensiblement de celle des sucrates, et MM. Tollens et Beythien en ont rendu compte dans une très intéressante étude qu'ils viennent de publier dans les *Annales de chimie*, de Liebig. Ces savants ont constaté que le raffinose forme bien plus difficilement ses combinaisons avec les alcalis-terreux et dont celles de baryte ne sont point insolubles, ce qui ne con-

corde point avec les propriétés des sucrates. Avec la strontiane à froid, le raffinose n'entre pas en combinaison monobasique et c'est ainsi que le sucrate monobasique de strontiane

$$(C^{12}H^{22}O^{11}+SrO+5H^2O),$$

obtenu industriellement des mélasses de sucrerie, est exempte de raffinose. Ce fait, constaté par Scheibler, en 1882, a servi à ce savant pour extraire le raffinose de mélasse de sucraterie et le Dr V. Lippmann s'en est servi pour extraire le raffinose des jus de betteraves.

Pour obtenir des raffinosates, il faut chauffer pendant plusieurs heures la solution de raffinose additionnée de l'alcalin ou de l'alcali-terreux; on obtient ainsi des composés cristallins dont ceux des alcalis-terreux sont insolubles. Tollens et Beythien ont préparé et étudié les raffinosates suivants :

1° Bi-raffinosate de strontiane,

$$C^{18}H^{32}O^{16}+2SrO+H^2O;$$

2° Tri-raffinosate de chaux,

$$C^{18}H^{32}O^{16}+3CaO+2H^2O;$$

3° Tri-raffinosate de plomb,

$$C^{18}H^{32}O^{16}+3PbO;$$

4° Monoraffinosate de sodium,

$$C^{18}H^{32}O^{16}+Na;$$

5° Biraffinosate de sodium,

$$C^{15}H^{32}O^{16}+Na+NaHO.$$

Avec la *baryte*, le raffinose ne semble pas former des combinaisons; on peut chauffer pendant vingt-quatre heures une solution de raffinose additionnée de l'hydrate de baryte, sans qu'on obtienne de précipité. En chauffant une solution de raffinose avec de l'acide azotique, on obtient de l'acide mucique (22 à 23 0/0).

Dosage du raffinose. Comme le raffinose se trouve principalement dans les produits sucrés, son dosage présente un grand intérêt; il devient parfois même indispensable, car sa présence peut quelquefois rendre illusoire le dosage du sucre de canne par voie optique, le raffinose possédant un pouvoir rotatoire plus élevé que le sucre de canne. Les méthodes actuellement en usage pour le dosage simultané du *sucre de canne* et du *raffinose* reposent toutes sur la différence de la rotation de ces corps avant et après inversion à l'acide chlorhydrique. Voici la méthode proposée par M. Creydt, adoptée officiellement en Allemagne :

On fait d'abord la polarisation directe du produit soumis à l'épreuve. Puis, on mesure 50 centimètres cubes de liquide filtré et l'on y ajoute 5 centimètres cubes d'acide chlorhydrique pur et concentré, on agite le liquide pour le rendre homogène et on le chauffe, pendant quinze minutes, à 68° centigrades, en le maintenant dans un bain-marie muni d'un thermorégulateur. On retire la fiole et on la refroidit par immersion dans l'eau froide, afin de la ramener à la température de 20° centigrades, et l'on passe le liquide au saccharimètre, où l'on trouve une rotation à gauche. On multiplie les degrés observés par 1,1, afin de tenir compte de la dilution du liquide par l'addition d'acide.

M. Creydt ayant fait de nombreux essais avec des produits purs et des mélanges préparés en proportions calculées a constaté que, dans ces conditions, une solution de sucre titrant 100° au saccharimètre donnera, après inversion, 32° à gauche, tandis qu'une solution de raffinose titrant 100° directement donnera, après inversion, une déviation *à droite* de 50°,7. Un mélange des deux corps en proportion définie donnera une déviation intermédiaire, soit :

A la rotation directe;

B la rotation après inversion et à 20° centigr.;

C la différence A — B;

On aura la teneur en sucre de cannes (S) et en raffinose (R) par les formules :

$$(1) \qquad S=\frac{C-0,493A}{0,827},$$

$$(1) \qquad R=\frac{A-S}{1,57}=1,017A-\frac{C}{1,298}.$$

Le procédé Creydt exige beaucoup de précaution, et particulièrement celle de maintenir dans le bain-marie, pendant toute la durée de l'inversion, la température constante de 68° centigrades, ce qui n'est point facile.

M. Lindet propose d'ajouter au liquide acide, *porté à l'ébullition*, du zinc en poudre, afin de modérer l'action de l'acide sur les deux sucres, de l'arrêter aussitôt l'inversion terminée et de décolorer en même temps le liquide par l'hydrogène naissant. L'inversion se fait à la vapeur du bain-marie, et l'on n'a à se préoccuper ni de la quantité d'acide, ni du temps nécessaire à l'inversion. Voici la manière d'opérer, indiquée par ce savant :

On pèse 16g,20 du sucre à essayer, que l'on dissout dans environ 60 à 75 centimètres cubes d'eau; on ajoute du sous-acétate de plomb, on ramène avec de l'eau au volume de 100 centimètres cubes, on agite, on filtre et on passe au saccharimètre. Nous appellerons A la déviation observée.

Puis on prendra de ce liquide 40 centimètres cubes et on les placera dans une fiole de 100 centimètres cubes qui n'a pas besoin d'être graduée. Cette fiole sera suspendue au-dessus de l'eau d'un bain-marie, bien noyée dans la vapeur; on y ajoutera environ 5 grammes de zinc en poudre, et, quand le liquide de la fiole aura pris la température du bain-marie, on y fera tomber 20 centimètres cubes d'acide chlorhydrique étendu dans son volume d'eau, soit 10 centimètres cubes d'acide pur. Cette addition devra être faite en un quart d'heure, vingt minutes, à intervalles réguliers, autant que possible, toutes les cinq minutes, par exemple.

Ceci fait, on laissera refroidir la fiole ou on la refroidira artificiellement, on filtrera dans une fiole jaugée à 20 centimètres cubes, et l'on complètera à ce volume. On refroidira exactement à 20° centigrades, et on passera la solution au saccharimètre, en multipliant par 2,5 la déviation observée, afin d'avoir celle qui aurait été produite par

la liqueur normale. En appelant B cette déviation, et C la différence (A—B) des deux polarisations, on trouve les quantités respectives de sucre (S) et de raffinose (R), à l'aide des formules suivantes :

$$(1)\ S=\frac{C-0,489A}{0,810}\ \text{et}\ (2)\ R=\frac{A-S}{1,54}.$$

M. Scheibler a indiqué une méthode très ingénieuse pour le dosage du raffinose, qui repose sur la grande solubilité de celui-ci dans l'alcool méthylique, dans lequel le sucre de canne se dissout fort peu. Cette méthode est très belle; mais elle a l'inconvénient d'exiger une dessiccation complète de l'échantillon soumis à l'essai, avant de le traiter à l'alcool méthylique. — D. S.

Bibliographie : *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXII, p. 1058 et t. CIII, p. 533; *Notes*, de MM. Loiseau, Berthelot et Lindet; Tollens et Beythien : *Annalen der Chemie*, t. CCLV, p. 195-213, Sidersky : *Traité d'analyse des matières sucrées* (Paris, 1890), p. 36 à 38 et p. 191 à 197. Scheibler et Mittelmeyer : *Neue Zeitschrift für Zuckerindustrie*, t. XIX, p. 71.

***RAMIE.** Depuis la publication du *Dictionnaire*, les industriels se sont beaucoup préoccupés de la ramie : un très grand nombre de machines à décortiquer ont été inventées en différents pays et les gouvernements anglais et français ont organisé, le premier aux Indes, le second en France même, des concours de décortiqueuses. Bien que ceux-ci n'aient pas donné de résultats bien significatifs, en ce sens qu'un trop petit nombre de constructeurs y ont pris part et que les données du programme à résoudre ont été bien vagues et, pour le moins incomplètes au point de vue pratique, ils n'en ont pas moins attiré l'attention d'une façon plus active sur le décorticage de cette plante, toujours considéré comme le problème le plus difficile à résoudre en ce qui la concerne. Nous croyons donc devoir insister à nouveau sur cette question.

Quant à la culture proprement dite, on s'en préoccupe beaucoup et très sérieusement dans diverses contrées à l'heure actuelle, notamment dans l'Amérique du sud; c'est donc encore de ce côté une nouvelle série d'essais qui commence et qui ne peut manquer d'amener des conséquences fructueuses aux points de vue de la propagation de la plante et de l'utilisation de ses fibres. Mais nous devons dire qu'en France et dans les pays dans lesquels on avait quelque peu poussé cette culture, celle-ci a pour ainsi dire disparu. Il en existait il y a quelques années en Egypte, à Zagazig, deux cents hectares et, en Algérie, une centaine; actuellement, il n'y a plus un seul pied de ramie en Egypte et, en réunissant tous les mètres cultivés en Algérie, on aurait bien du mal à obtenir un hectare. C'est, qu'en effet, la ramie, les machines et les procédés ont trop servi, dans ces divers pays, à monter des « affaires » et qu'en présence des échecs industriels des préconisateurs et du non écoulement des produits, les cultivateurs hésitent aujourd'hui à s'occuper de cette plante. De leur côté, les industriels n'osent édifier des usines, ne sachant où ils trouveront de quoi les alimenter. Il y a là un cercle vicieux. Ce qu'il faut maintenant, c'est que les cultivateurs, d'une part, organisent de petites exploitations de façon à montrer qu'ils sont prêts à se livrer en grand à la culture de la plante et, d'autre part, que les industriels commencent à s'outiller en petit sur les lieux de production, si cela est possible, de façon à encourager l'agriculture; et, lorsque tous deux seront en présence, le développement de l'un et de l'autre ne sera qu'une question de temps, l'un et l'autre étant sûrs de l'écoulement de leurs produits. Nous donnons, figures 748 à 751, une vue de la plante telle qu'elle se rencontre le plus habituellement.

On sait que la décortication de la ramie peut



Fig. 748 à 751. — *Plant de ramie (feuille et graine).*

s'effectuer de deux façons : la première sur la plante verte immédiatement après la coupe, connue sous le nom de décorticage à l'état vert ou en vert; la deuxième sur la plante après séchage, appelée décorticage à l'état sec ou en sec. Ces deux manières d'opérer ont eu, jusqu'à ce jour, toutes deux leurs partisans et ont été l'objet de nombreuses controverses de la part de chaque inventeur, soutenant l'un ou l'autre, suivant le mode de travail qui réussissait le mieux à sa machine. Depuis, l'Exposition a amené à Paris un nombre considérable de personnes venues spécialement pour chercher la machine conforme au problème à résoudre. Pour toutes, la question de décorticage à l'état vert est admise. Pour que le séchage soit réellement efficace, en effet, il faut qu'il soit lent, uniforme et parfait, la moindre humidité faisant perdre une grande quantité de

fibres; de sorte que, soit que l'on emploie des hangars et qu'on espace les tiges sur un terrain sec et aéré en ayant soin de les protéger contre l'humidité de la nuit, soit que l'on fasse usage d'appareils de séchage spéciaux, la manutention ne laisse pas que d'être très coûteuse. Le décorticage en vert supprime ces préoccupations.

Il existe plus de cinquante machines différentes pour le travail de la ramie. Ne pouvant les décrire toutes, nous nous contenterons de signaler, parmi les plus connues, une machine anglaise, une machine américaine et les principales machines françaises qui ont figuré à l'Exposition.

Machine anglaise de Death. Elle se compose uniquement d'un batteur en bois formé par un cylindre sur lequel se trouvent posées, parallèlement à l'axe, des cornières en fer; ce batteur tourne à l'intérieur d'un coursier circulaire, lequel est placé dans l'eau. Ce batteur tourne à la vitesse de 500 tours à la minute, un réservoir d'eau doit être placé à côté de la machine et peut être remplacé par le jeu d'une pompe mue à bras ou par manège.

Cette machine, construite par M. Death, de Leicester, a figuré au concours organisé par le gouvernement anglais, à Saharumpoore, dans l'Inde. Elle a travaillé à raison de 725 kilogrammes de tiges effeuillées en dix heures, avec un rendement de 3k,75 0/0, soit 25 kilogrammes par jour de lanières de bonne qualité. Simple et robuste, elle a été reconnue comme l'une des meilleures connues, donnant des lanières bien décortiquées et lavées, et non arrachées, malgré la vitesse du tambour, car l'eau forme matelas et modère sa trop grande brutalité.

Elle a trois inconvénients : sa faible production, la force motrice très grande qu'elle exige et l'eau nécessaire à son fonctionnement. Sa faible production résulte de ce que les tiges doivent y entrer deux fois, ressortir deux fois et être retournées, et qu'étant tenues à la main, la quantité traitée chaque fois ne peut excéder 6 à 10 tiges; sa force motrice considérable provient de la résistance opposée par l'eau à l'action de la grande vitesse du batteur; enfin, il ne nous paraît pas utile d'insister sur la difficulté de se procurer et d'amener l'eau nécessaire de 18 mètres cubes par jour, sous une pression de 2m,20.

Dans ces derniers temps, pour augmenter la production de cette machine, on y a ajouté une toile sans fin amenant automatiquement les tiges, sur laquelle se trouve un levier actionné par une came qui les retire et les retourne. Cette disposition permet à deux hommes d'alimenter la décortiqueuse et un nombre double de tiges est traité à chaque opération; le rendement se trouve maintenant porté à 50 kilogrammes de lanières sèches par dix heures. Mais il faut remarquer que cette disposition a l'inconvénient de porter le poids et le volume de la machine à une proportion triple.

Machine américaine de Gibson. Cette machine, construite par MM. Butler et Godmer, de Pittsburg (Pensylvanie), a figuré pour la première fois à l'Exposition de la Nouvelle-Orléans, en 1885. Elle se compose de deux rouleaux broyeurs suivis d'une toile sans fin conduisant la tige à deux rouleaux alimentaires en face desquels se trouvent deux autres rouleaux à spirales triangulaires à pas très allongés; à la suite se trouvent une autre paire de rouleaux cannelés et deux toiles sans fin; au-dessus et au-dessous de ces trois premières paires est placé un rouleau de gros diamètre entouré de quatre autres petits rouleaux avec râcleurs et d'une brosse. Deux toiles sans fin sont situées à la sortie de ces petits cylindres.

La tige est aplatie entre la première paire de broyeurs, prise et conduite entre les seconds, où elle rencontre les rouleaux à hélice qui la pèlent en donnant deux lanières, lesquelles, se trouvant projetées respectivement contre les rouleaux supérieur et inférieur, sont entraînées par les toiles sans fin et passent entre ces rouleaux et les petits, pour être reçues sur les autres toiles sans fin. La tige, dépouillée de son épiderme, est saisie par les deux toiles sans fin et rejetée hors de la machine.

Ce mode de travail n'est pas admissible. Les fibres sont constamment maintenues en place, particulièrement sur le rouleau supérieur, non par leur poids, mais par la force de rotation des organes, et cheminent en sens contraire du mouvement rationnel; elles sont constamment enroulées autour des cylindres, aussi ceux-ci sont-ils munis de râcleurs. Dans une deuxième disposition, on a remédié à cet inconvénient en mettant des toiles sans fin conductrices; la machine n'est plus alors qu'une série de toiles sans fin en tous sens, ce qui la complique. Elle ne peut d'ailleurs travailler la ramie qu'en sec.

Machine De Landtsheer. Cette machine, construite par la Société de constructions de Saint-Quentin (Aisne), a figuré à l'Exposition de 1889. Elle est composée de trois cylindres tangents à un cylindre central; ces trois cylindres sont cannelés au quart de leur circonférence, le reste est lisse. En avant se trouvent deux batteurs à lames fixes tournant à la vitesse de 500 tours à la minute. Un levier permet à l'ouvrier, à l'aide d'un coup de la branche, de changer le mouvement des cylindres et de les faire tourner en sens inverse sans changer celui des batteurs. Les tiges sont présentées au cylindre tenues à la main par 5 ou 6 à la fois et engagées aux trois quarts environ; on donne un mouvement en sens inverse à la machine, elles sont tirées, retournées et ensuite représentées par l'autre extrémité et soumises à la même opération. Les quatre cylindres broient les tiges et l'action des batteurs en arrache le bois.

Cette machine a une faible production, elle n'a donné, en effet, au concours, que 1,035 kilogrammes par dix heures avec un personnel de trois hommes, ce qui correspond à 40 kilogrammes de lanières sèches. En outre, les cylindres brisent les tiges mais ne les ouvrent pas, ce qui nécessite une action très énergique des batteurs, laquelle abîme les lanières. Enfin, le mouvement de retour donné à l'aide d'un coup de hanche est très défectueux, car cette manœuvre, répétée plus de cent fois à l'heure, ne peut être longtemps soute-

nue et cause une fatigue énorme qu'elle développe par suite d'un choc assez violent: une pédale eut été beaucoup plus simple et plus pratique.

Machine Favier. Cette décortiqueuse, propriété de la Société la « Ramie française », opère à sec et donne de la filasse. Elle se compose d'une série d'éléments formés d'une paire de cylindres à cannelures longitudinales, après lesquels est placée une paire de cylindres hexagonaux, suivis eux-mêmes d'un conducteur formé par une tige carrée ; le nombre de ces éléments est très considérable et comporte bien une soixantaine d'axes. On peut passer 4 ou 6 tiges à la fois. La manœuvre exige deux engreneurs et deux receveurs, soit quatre personnes. Les tiges doivent être séchées à l'étuve avant de passer à la machine.

Cette machine est d'un prix fort élevé, car tous ses organes sont en bronze. Elle est, de plus, fort compliquée, ce qui amène de fréquents engorgements et nécessite des ouvriers spéciaux. En outre, le séchage préalable des tiges et le peu de travail produit malgré ce nombreux personnel, donne un coût de décortication très élevé.

Machine Michotte. La machine Michotte se compose de quatre rouleaux en fonte de 25 centimètres de diamètre, superposés par paires avec ressorts très puissants, et portant une légère cannelure hélicoïdale de forme spéciale ; ils sont munis d'un batteur à ailettes mobiles venant frapper sur un contre-batteur formé par une planche inclinée reposant, d'un côté sur un axe autour duquel elle oscille et supportée, à l'autre extrémité, par un deuxième axe rattaché au bâti par deux étriers à écrous, ce qui permet de régler l'écartement entre ce batteur et le contre-batteur à l'avant. Le bâti est prolongé par un bras démontable portant un rouleau, lequel, à l'aide de trois autres rouleaux portés par le bâti, fait mouvoir une toile sans fin sur laquelle se placent les tiges. La commande se fait par deux arbres intermédiaires, le mouvement est donné à l'un par courroie de droite et transmis par lui, à l'aide d'une courroie croisée, au batteur et à l'aide d'un engrenage à un second arbre actionnant les cylindres. La manière d'opérer est la suivante : les tiges sont étalées par grandes quantités, 80 ou 100, sur la toile qui, entraînée par l'un des rouleaux, les présente à la première paire de cylindres ; celle-ci les saisit, les broie et les présente à la seconde paire qui complète le broyage et qui, par son mouvement, les présente étalées et broyées sur le contre-batteur où elles subissent l'action du batteur; les débris tombent en tas et les lanières sont prises à la main par l'ouvrier. La durée du temps du passage total des tiges de $1^m,60$ à $1^m,80$ est de 20 secondes. Cette machine est l'une des meilleures et des plus pratiques de toutes celles qui ont été inventées jusqu'à ce jour; elle est certainement, dans tous les cas, celle dont on obtient la production la plus considérable. — A. R.

°***RAYNAUD** (François-Edmond-Jules). Ingénieur électricien très distingué, né le 13 février 1843, à Trans (Var), mort à Paris, le 8 janvier 1888. Il entra, à 16 ans, à l'Ecole polytechnique, en sortit classé dans le service télégraphique. Après un court apprentissage à Marseille, il fut détaché à Toulon où, à l'occasion de la réparation des câbles sous-marins, il fut chargé des mesures électriques, de 1863 à 1869. De là datent ses belles recherches qui l'ont placé au premier rang des électriciens. En 1869, nommé chef de station à Calais, il poursuivit ses études sur les appareils de transmission applicables aux lignes sous-marines. En 1870, au moment de l'investissement de Paris, il prit une part active à l'immersion du câble devant relier Paris à Rouen par le lit de la Seine. Ce câble ayant été rompu par l'écroulement d'un pont, Raynaud alla relier, sous le feu de l'ennemi, les extrémités du câble et réparer de ses propres mains le dommage, ce qui lui valut la croix de la Légion d'honneur. La pièce rétablie, l'administration appela Raynaud à Paris et lui confia l'examen des questions nouvelles relatives à l'introduction des appareils rapides, des systèmes Duplex, multiples, spécialement celui de Baudot dont il saisit l'importance. En 1878, il fut nommé professeur de l'Ecole supérieure de télégraphie. De 1870 à 1881, Raynaud publia divers travaux dont témoignent les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, le *Journal de physique*, les *Annales télégraphiques*. Parmi ses vingt-sept mémoires, il faut citer au moins la thèse de doctorat ès-sciences physiques : *Recherches sur les lois de Ohm et leurs applications à la mesure électrique des câbles sous-marins*; les mémoires *sur les lois de la propagation de l'électricité à l'état permanent et la dérivation des courants le long des lignes électriques ; sur les essais dits de la boucle*, etc.

En 1881, il publia une traduction du *Traité expérimental d'électricité de Gordon;* les notes très importantes qu'il y joignit mirent le sceau à sa réputation scientifique; ces travaux lui valurent la place de répétiteur du cours de physique à l'Ecole polytechnique. L'exposition d'électricité de Paris en 1881, et les conférences internationales qui suivirent achevèrent de mettre Raynaud en pleine lumière. Membre du jury de l'exposition, membre du congrès des électriciens, membre de la commission des unités électriques et des conférences pour la protection des câbles sous-marins, enfin, directeur de l'Ecole supérieure de télégraphie depuis la mort de Blavier, Raynaud se montra partout à la hauteur de sa mission; au milieu de ces innombrables occupations, il trouvait encore le temps de rédiger, pour le *Dictionnaire encyclopédique de l'industrie et des arts industriels*, d'admirables articles où il résuma, sous la forme la plus concise, tous les principes de construction des appareils télégraphiques. Officier de la Légion d'honneur depuis 1881, officier de la Couronne d'Italie, commandeur du Nicham Iftikar de Tunis, officier de l'instruction publique, son affabilité, sa bienveillance inaltérable, son tact parfait, sa modestie sans égale, lui avaient valu toutes les sympathies de ses camarades et de ses subordonnés. Pour achever de peindre l'homme, ajoutons que, pendant le choléra de Toulon, en 1865, il prodigua ses soins à ses collègues, passant les

nuits à leur chevet, arrachant à la mort un commissaire de marine privé de tout secours, prenant lui-même la place d'un expéditeur de dépêches, etc. Eh bien! ce savant aimable, cet homme excellent, est mort assassiné, à Paris (le 8 janvier 1888), par un employé des Postes et Télégraphes, Victor Mimaut, mécontent exalté, se disant frustré par l'administration, et personnellement par Raynaud, de son invention d'un télégraphe, au profit d'un autre ingénieur télégraphique, M. Baudot. Cette fin tragique souleva l'indignation générale et les regrets attendris de tous ceux qui avaient connu Raynaud. — C. D.

I. **RÉGULATEUR.** *T. de mécan.* Nous avons résumé au *Dictionnaire* la théorie du régulateur de Watt, et nous avons indiqué brièvement quelques-unes des principales études dont cet appareil a été l'objet en vue de lui donner les qualités d'isochronisme appropriées aux besoins, qualités qui lui font défaut dans sa forme primitive. Nous avons signalé en particulier le dispositif général imaginé par M. Leauté, pour permettre de faire varier le degré d'isochronisme et la vitesse de régime d'un régulateur donné; nous avons mentionné également la savante étude de M. Pichault, sur cette question, et décrit le type pendulaire auquel il s'est arrêté.

Nous complétons ici cette description en parlant d'un régulateur de type analogue, connu sous le nom de *régulateur cosinus*, dans lequel le moment de la force centrifuge, pour chaque vitesse angulaire, est toujours proportionnel au cosinus de l'angle d'écartement du pendule.

Ce résultat est obtenu en réglant, au moyen d'une coulisse ou plutôt d'un galet de frottement d'un tracé approprié, les écarts et les oscillations du pendule.

L'appareil est représenté dans les figures 752 et 753, nous en donnons simplement la description sans en reproduire la théorie qui se rapproche, d'ailleurs, dans une certaine mesure, de celle du régulateur Pichault. Il comprend, comme on voit, deux pendules cosinus semblables logés à l'intérieur du manchon conique CD, monté à frottement doux sur l'arbre A dont on veut régler la vitesse. Cet arbre est muni d'un plateau uni *a* lequel porte un prisonnier *b* qui pénètre dans un trou *c*, et oblige ainsi le manchon à tourner avec lui tout en lui laissant la liberté d'oscillation dans le sens vertical.

Chacun des pendules consiste en un levier coudé mobile autour d'un axe *o* pénétrant dans la douille *g* qui est folle sur celui-ci. Le levier porte à l'une de ses extrémités la boule sphérique *h* et à l'autre le contrepoids *i* auquel se rattache le petit bras *k*, portant un axe sur lequel est ménagé un galet excentrique *m* destiné à appuyer sur le plateau *a*; l'ensemble du galet et du plateau remplaçant la coulisse de réglage dont nous avons parlé plus haut. L'axe O est fixé dans les ouvertures *n* ménagées à cet effet sur le manchon sphérique, et il transmet ainsi aux pendules, le mouvement de rotation de ce manchon.

On voit, d'après cette description, comment s'opère le fonctionnement; lorsque les boules du régulateur sont mises en mouvement, elles tendent à s'élever avec le manchon, en appuyant continuellement la came placée à l'autre extrémité du levier coudé, sur le plateau uni relié à l'arbre moteur.

Dans ce mouvement, l'angle d'écartement du pendule prend à chaque instant une valeur variable dépendant du tracé de cette came, ce qui permet donc de le régler à l'avance. On peut, en effet, déterminer le tracé à donner à la came d'après le degré d'isochronisme et de stabilité qu'on veut obtenir, en tenant compte de la nature de la machine qu'on veut conduire. L'appareil permet ainsi de faire varier la différence des vitesses correspondant aux deux positions extrêmes des manchons, depuis zéro qui correspondrait à l'isochronisme parfait, jusqu'à un degré quelconque de stabilité répondant, par exemple, à une variation de vitesse comprise entre 1 et 5 0/0.

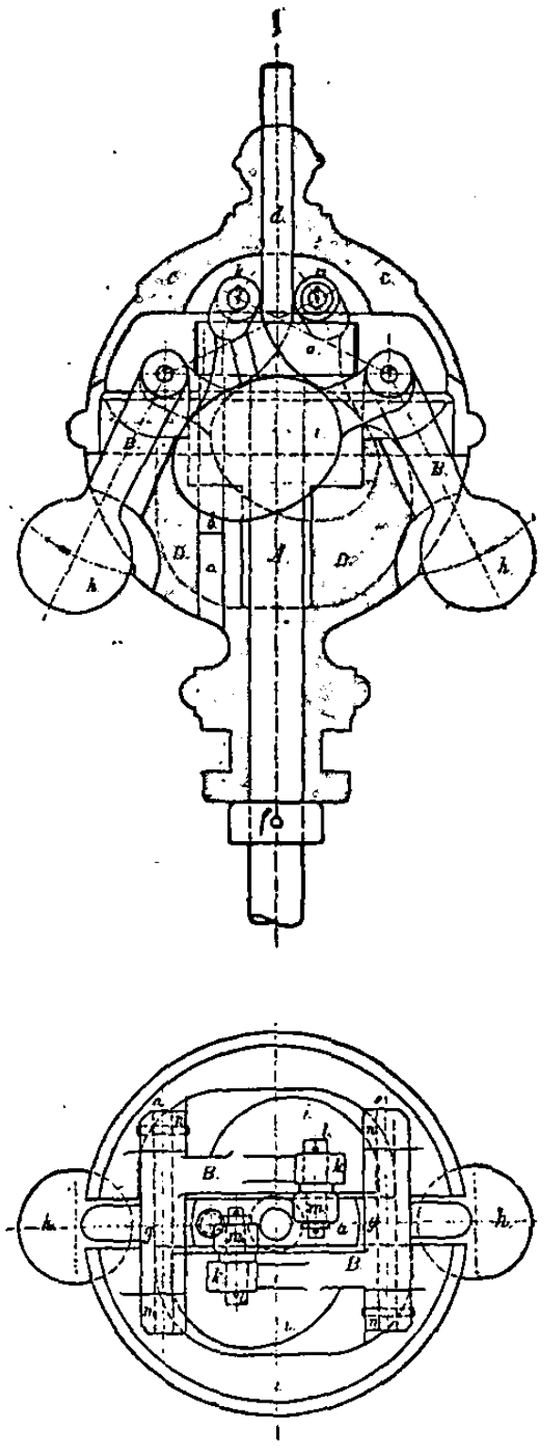


Fig. 752 et 753.

Lorsqu'on s'est attaché ainsi à assurer la stabilité de préférence, on peut en même temps s'arranger de manière à donner aux manchons des déplacements toujours proportionnels aux différences de vitesse, quelle que soit la valeur de celle-ci.

II. **RÉGULATEUR.** *T. de tiss.* et *de filat.* Il y a lieu de distinguer les appareils de ce nom employés sur les métiers à tisser et ceux employés sur les métiers à filer rénvideurs.

Régulateur de métier à tisser. Les régulateurs servent ici à livrer l'étoffe terminée, soit en l'enroulant sur une ensouple, soit en la déposant dans une caisse; ils actionnent le rouleau d'appel ou directement l'ensouple enrouleuse. On les distingue en positifs et négatifs. Les régulateurs

positifs enroulent l'étoffe sans tenir compte de la formation du tissu, tandis que les régulateurs négatifs n'enroulent qu'au fur et à mesure du tissage. La production de l'étoffe commande-t-elle directement les mouvements d'enroulement, les régulateurs sont dits *négatifs à transmission directe*; ou bien le tissu laisse-t-il seulement se produire un mouvement de commande qui détermine l'enroulement, c'est le cas des *régulateurs négatifs à transmission indirecte*. Comme ce mouvement de commande doit avoir une certaine amplitude, l'action n'a lieu qu'après le tissage d'une longueur déterminée d'étoffe ; la commande est intermittente. Lorsque les duites sont de grosseur différente, il doit y avoir compensation, la commande est momentanément interrompue, pour reprendre ensuite. On appelle ces régulateurs *négatifs à action indirecte*, *intermittente* ou *compensatrice*, ou plus simplement *régulateurs compensateurs*.

Régulateurs de secteur de renvideur. Le mouvement des broches du métier à filer renvideur pendant la rentrée du chariot, c'est-à-dire pendant le renvidage, est produit par l'action de la chaîne du secteur sur le barillet; mais les lois de rotation, qui résultent de cette action, ne satisfont pas complètement aux conditions de renvidage, principalement pendant la formation du fond de la canette, si l'on ne déplace de temps en temps l'écrou du secteur, de façon à produire un nombre de tours de broches de moins en moins grand. C'est ce que faisait autrefois le fileur en donnant de temps en temps quelques tours à la vis du secteur pour faire monter l'écrou, point d'attache de la chaîne; et c'est ce que produit automatiquement l'emploi d'un régulateur. Divers genres de ceux-ci sont appliqués. L'un des plus simples et des plus faciles à régler est celui de M. Jaigle. Il agit dès que la réserve, c'est-à-dire la quantité de fil comprise entre la baguette et la contrebaguette, devient trop faible; il fait monter l'écrou du secteur de façon que, le renvidage diminuant, la contrebaguette remonte. Dès qu'une réserve suffisante est obtenue, le régulateur débraie la commande de l'écrou. De plus, la réserve devant diminuer au fur et à mesure de la formation de la bobine (la quantité de fil à empointer devenant moindre), la baguette entre en jeu pour forcer la contrebaguette à descendre d'autant plus avant d'embrayer le mouvement de commande de l'écrou, que le fond de la bobine est plus avancé. Le fond de la bobine terminé, la baguette cesse son action. — A. R.

• **RÉGULATEUR DE TENSION.** Cet appareil consiste essentiellement en un commutateur de réduction automatique employé à la décharge d'une batterie d'accumulateurs. Il comprend un relai formé d'un fléau de balance monté sur couteaux en acier et portant, à l'une des extrémités, un noyau de fer doux attiré par un solénoïde en dérivation sur le point où l'on veut maintenir la tension constante, 100 volts par exemple. L'autre extrémité porte un contrepoids réglé pour que le fléau reste horizontal quand la tension normale est obtenue. Une masse est fixée d'équerre avec le fléau pour régler la sensibilité de l'appareil en changeant la position du centre de gravité.

Le voltage restant constant, le fléau reste en équilibre; s'il vient à augmenter, le fléau s'incline du côté du noyau, s'il diminue, il penche du côté du contrepoids. Dans l'un de ces deux cas, le fléau qui porte de chaque côté un pont isolé de sa masse et constitué par une partie métallique supportant 2 crayons de charbon, fait plonger ces crayons dans des godets de mercure. Un courant local est ainsi fermé sur l'une des bobines. Si le fléau penche à droite, la bobine de droite reçoit le courant; si le fléau penche à gauche, c'est la bobine de gauche qui le reçoit à son tour.

La bobine ainsi excitée devient le siège d'un champ magnétique intense qui aspire un noyau de fer doux supporté par des galets. Ce noyau de fer doux agit sur le grand levier vertical qui se meut en remontant un contrepoids.

Le levier entraîne dans son mouvement une ancre qui agit sur un engrenage à lanterne en le faisant tourner d'un sixième de tour. Un dispositif spécial empêche cet engrenage de tourner de plus d'un sixième de tour. L'engrenage est calé sur le même arbre qu'un pignon qui actionne une crémaillère solidaire d'un plot mobile se promenant, d'une part, sur une règle en communication avec le circuit de débit principal de la batterie et, d'autre part, sur une série de plots en communication chacun avec un élément de la batterie.

Il en résulte que si l'avancement du plot mobile et de la crémaillère qui correspond à 1/6 de tour de la lanterne, correspond ainsi à l'avancement d'un plot sur l'échelle fixe, le mouvement du balancier aura eu comme résultat de mettre ou de retirer du circuit un élément de la batterie et, par conséquent, d'augmenter ou de diminuer le nombre des éléments en service pour ainsi régulariser la tension d'utilisation.

Un dispositif spécial fait que, lorsque le grand levier est arrivé à fin de course, une fois le 1/6 de tour exécuté, son contrepoids actionne une excentrique qui agit sur le fléau du relai pour faire relever le crayon qui plongeait dans le mercure. Il en résulte que le courant ne peut plus passer dans la bobine; l'attraction sur le noyau cesse, le contrepoids ramène le grand levier à sa position d'équilibre et, sur le point d'y arriver, il agit de nouveau sur l'excentrique qui rend le fléau du relai libre de fonctionner à nouveau dans un sens ou dans l'autre.

Comme détail particulier, le plot mobile est constitué par 3 plots isolés entre eux; les 2 plots extrêmes sont reliés à celui du milieu par une résistance métallique suffisante pour qu'au moment du contact formé entre 2 plots fixes successifs par le passage du plot mobile, l'accumulateur en jeu ne soit mis en court circuit que sur une résistance qui assure un débit maximum compatible avec la bonne conservation des plaques.

Pour éviter les à-coups produits, les noyaux creux des grosses bobines forment dash-pots,

grâce à un piston cannelé entraîné par le noyau de fer doux, et à une vis de réglage d'air fixée à l'extrémité de la chambre intérieure.

Le même appareil peut être disposé, au moyen d'une légère modification, pour actionner un commutateur circulaire agissant sur le rhéostat de champ magnétique d'une dynamo, de façon à assurer une tension constante en un point quelconque du circuit d'utilisation, quelle que soit la charge de la canalisation. — J.

REMBLAI. — V. DEBLAIS.

***RETORDAGE.** Nous avons indiqué dans le *Dictionnaire* quelle était, pour les filés de coton, la méthode de retordage en usage dans le rayon du Nord et de Paris pour la fabrication des fils à coudre, nous croyons devoir compléter notre exposé par quelques indications sur les modifications apportées à ces procédés dans la région de Villefranche qui s'est plutôt spécialisée dans la fabrication des cotons à tricoter.

Lorsqu'il s'agit du retordage à deux bouts, les bobines du renvideur sont tout simplement portées au râtelier du métier à retordre. Là, elles se dévident, se doublent et se retordent en même temps, dans une direction inverse, comme on le sait, de celles des broches de filature.

Mais lorsqu'il s'agit de faire du retors à trois bouts et plus, il est d'usage de rassembler les fils préalablement à l'aide de la machine à doubler, et c'est ensuite seulement qu'intervient le métier à retordre. On évite ainsi le déchet considérable qui serait occasionné par la rupture d'un seul bout sur trois. Ces métiers à retordre sont des continus à anneau ou à ailettes, les premiers préférés aux seconds. Il est cependant des filateurs qui emploient le renvideur pour faire le retordage, ils peuvent ainsi livrer le retors en bobines lorsqu'on le leur demande pour servir de chaîne ou pour quelques articles de broderie.

La machine à doubler, employée pour les retors trois bouts, est toujours munie de casse-fils, de sorte que le dévidage au métier à retordre est des plus réguliers. Le doublage s'y fait sur des bobines en bois dont les rondelles sont plus ou moins grandes, suivant que le dévidage au métier à retordre s'en fera « à la défilée », c'est-à-dire verticalement, comme pour les bobines de renvideur, ou « à la déroulée », c'est-à-dire horizontalement comme pour une pièce de tissu. Dans le premier cas, on emploie des bobinots blindés, ainsi nommés parce qu'une des rondelles est recouverte d'une mince feuille de métal (étain, cuivre ou zinc) dans le but de rendre toujours lisse la tranche de la rondelle constamment frottée par le coton dévidé; les bobinots ont alors un petit diamètre (80 millimètres) et un grand fût (45 millimètres); dans le second cas, on augmente le diamètre des rondelles (95 millimètres) et on diminue celui du fût (35 millimètres).

Parmi les métiers à retordre employés, le plus ancien est celui faisant l'écheveau. Il comporte deux rangées de broches cylindriques actionnées par un tambour en fer-blanc, et est muni de dévidoirs doubles à six branches indépendants et placés l'un au-dessous de l'autre, et parfois d'un compteur mécanique permettant de faire l'écheveau à tours comptés. Il est à cônes différentiels. Chaque dévidoir est muni d'un disque échancré qui permet d'en enlever les écheveaux sans être obligé de le soulever. On n'emploie ce métier que pour des retordages peu serrés. Les bobines contiennent de 120 à 140 grammes de coton.

Un autre métier à retordre fait la bobine bi-cônique. Les broches sont ici actionnées de la même manière. Il y en a sur un premier rang, espacées de 16 centimètres, qui reçoivent le coton doublé d'un bobinot blindé; puis, sur un deuxième rang à plateau, à 1 mètre environ au-dessus des broches tordeuses, qui reçoivent les tubes cônes sur lesquels s'envide le fil formant la bobine bi-cônique. Les cylindres d'appel et de pression placés en avant des broches à plateau, amènent le fil retordu qui s'enroule sur les tubes cônes. Une tige supportée par des bras animés de deux mouvements, dont l'un, de lève et de baisse, régulier, et l'autre ascensionnel, ce dernier, très lent, forme la bobine. Des coulisses pratiquées dans le bâti permettent de changer les engrenages pour activer ou ralentir la vitesse des cylindres d'appel et aussi pour le mouvement ascensionnel des bras. Ce métier est à double face. Les bobines peuvent contenir 300 à 400 grammes de coton et sont employées pour faire des pelotes ou des petits écheveaux réguliers.

Enfin, l'un des métiers les plus employés est celui à anneaux. Plus le nombre de bouts de coton assemblés est grand, plus il faut employer de curseurs pesants afin d'éviter le ballonnement, et plus il faut ralentir la vitesse des broches; par contre, plus la matière à retordre est fine, plus il faut employer les curseurs légers tout en utilisant les métiers à anneaux d'un diamètre restreint. Ainsi, pour le retordage d'un coton n° 50, à 10 bouts, on a un bon résultat en employant un curseur de 2/3 de gramme, avec des anneaux de 80 et en donnant une torsion de 2,000 tours à la minute; mais si on retord du n° 16 à 10 bouts, il faut alors employer des curseurs de 6 grammes, avec des anneaux de 110 millimètres de diamètre, en allant à petite vitesse. Les broches sont de forces différentes, suivant les anneaux. Quant aux bobines produites, elles contiennent de 200 à 250 grammes de coton pour les anneaux en 80 et de 350 à 400 grammes pour ceux de 110. Les organes de ce métier sont très simples et la force exigée pour leur fonctionnement est moindre que pour les autres systèmes. Ils forment toujours des bobines dures, de sorte qu'il n'y a guère d'éboulement à craindre. Dans la région du Rhône, ils sont manœuvrés par des femmes. — A. R.

•* **RÉUNION** (La). — V. COLONIES FRANÇAISES.

•* **RHODAMINE.** Matière colorante rose appartenant à la classe des phtaléïnes, fabriquée pour la première fois en Allemagne par la Badische-Anilin-und-Sodafabrik. Sa préparation s'effectue en chauffant, pendant trois à quatre heures, à 180-190°, du chlorhydrate de méta-amido-phénol avec de l'anhydride phtalique en présence d'acide

sulfurique à 66° Baumé; la réaction étant terminée, on dissout le produit de la fusion dans l'eau et on précipite la matière colorante de la dissolution filtrée au moyen du sel marin. On laisse déposer pendant douze heures et on recueille le chlorhydrate de rhodamine qu'on purifie par une simple cristallisation dans l'eau. La matière colorante pure est en feuilles cristallines à reflet métallique vert; elle est facilement soluble dans l'eau bouillante et donne, sur tissus, des nuances roses d'une grande beauté.

Les nuances obtenues sont très fleuries; la soie en particulier conserve la fluorescence de la matière colorante. — V. Rouge. — A. R.

* **ROBURITE.** Explosif formé par le mélange avec l'azotate d'ammoniaque de la chlorobinitrobenzine.

Les essais faits par la Commission des substances explosives sur les conditions d'emploi des substances explosives dans les mines à grisou ont montré que l'emploi de cet explosif offre une sécurité satisfaisante lorsque la proportion des substances mélangées est convenable. Le mélange à combustion complète correspond à 21,8 de la substance organique et 78,2 d'azotate d'ammoniaque.

ROUGE (V. *Dictionnaire*. Colorantes (Matières), Eosine, Phtaléine, Ponceau, Rosaniline, Rouge). Nous ajouterons comme complément :

I. Dans la série du triphénylméthane, section des phtaléines, à côté des éosines, érythrosines, pyrosines, primerose, rose Bengale, érythrine, chrysoline, phloxine, cyanosine, etc. : 1° *auréosines* qui sont des fluorescéines traitées par l'hypochlorite de sodium, *auréosines jaunes*, ou par l'hypobromite, *auréosines rouges*; 2° *rubéosines*, ce sont les auréosines traitées à chaud par l'acide nitrique étendu de son poids d'eau; 3° *rhodamines* qui sont obtenues en copulant l'acide phtalique anhydre avec les méta-amidophénols, les phtaléines qui en dérivent peuvent être ensuite méthylées, éthylées, etc., pour donner des rhodamines de diverses nuances; les substitutions de radicaux alcooliques aux hydrogènes de l'amidogène peuvent être faites préalablement dans le méta-amidophénol, telle est la marche industrielle; pour préparer le méta-amidophénol, on fait réagir sur 10 parties de résorcine, 6 parties de sel ammoniac et 20 parties d'ammoniaque à 10 0/0. L'amidogène AzH^2 de l'ammoniaque AzH^3 remplace un oxhydryle dans la résorcine. Pour obtenir le dérivé diméthylé du méta-amidophénol, on met en réaction avec résorcine et chlorhydrate d'ammoniaque l'acétate de soude $CH^3—CO.ONa$. Pour le dérivé diéthylé, on fait chauffer avec résorcine du chlorhydrate d'ammoniac et une solution aqueuse à 10 0/0 de diéthylamine. La formule générale de formation des rhodamines est :

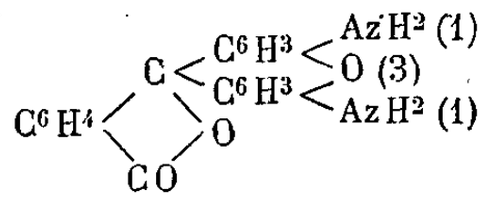
$$C^8H^4H^3 + 2C^6H^4.AzH^2.OH\ (1,3)$$

Ac. phtalique — Méta-amidophénol

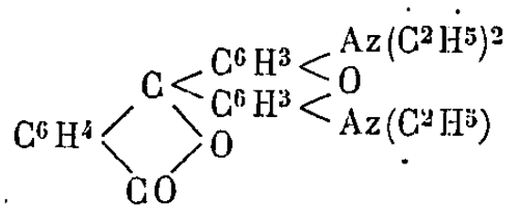
$$= 2H^2O + C^{20}H^{14}O^3$$

Eau — Rhodamine

On admet pour les édifices moléculaires :

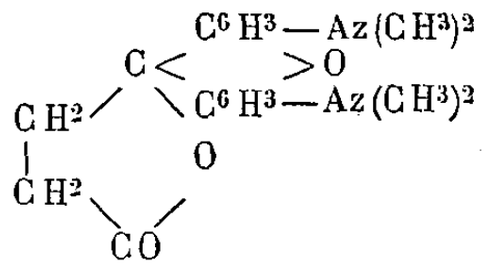


Rhodamine fondamentale



Rhodamine commerciale, dérivé tétraéthylique de la rhodamine

La *rhodamine* S est formée avec deux molécules de diméthylmétaamidophénol et une molécule d'anhydride succinique. On a pour cette succinéine :



La *rhodamine* AMV dérivé tétraéthylique de la imidée (AzH remplace O du diméthyle-métami-rhodamine-naphtol, les rhoséosines dérivés bromés des rhodamines, la *flavéosine* ou rhodamine dophénol dans une rhodamine tétraméthylée), le *rouge saumon* ou dérivé de l'imido-fluorescéine (AzH^2 remplace OH et AzH remplace O de la résorcine dans la fluorescéine), les *rosamines* (rosindamines) qui sont des benzéines des métaamidophénols, les *cyclamines* ou éosines sulfurées provenant de la thiochlorofluorescéine se rattachent encore au triphénylméthane. La *pyronine* et le rose de Kasanlick dérivent du tétraméthyldiamidodiphénylméthane.

Les rhodamines sont les plus importantes des phtaléines pour la fraîcheur de la nuance et pour la solidité à l'air.

Dans la même série du triphénylméthane, nous dirons quelques mots sur l'industrie de la fuchsine.

La *fuchsine* (d'une étymologie allemande signifiant *renardine* ou du nom de *fuchsia*, fleur dont le colorant rappelle la nuance), est restée stationnaire ou à peu près, depuis quinze à vingt ans, dans ses procédés de fabrication. Les frères Fischer, dans leurs remarquables travaux sur le triphénylméthane en ont démontré scientifiquement la constitution (V. *Dict.*, Fuchsine et *Suppl.*, Triphénylméthane). La théorie de la fabrication repose sur une oxydation d'un mélange d'aniline et de toluidine. Les conditions dans lesquelles se fait cette oxydation, dépendant de la nature de l'oxydant, de la température et de la durée de la réaction, exercent la plus grande influence sur les rendements de l'opération. Cette oxydation peut se porter sur l'aniline seule, ou sur la toluidine ortho, méta, para, ou sur des mélanges différents d'aniline et de telle toluidine, ce qui donnera violaniline, mauvaniline, chrysotoluidine, chrysaniline; elle peut encore être poussée plus loin dans les circonstances de la fabrication, de

là formation inévitable de quantités variables de matières résineuses. On comprend dès lors que dans cette complication de réactions accessoires, les rendements en fuchsine pure n'atteignent pas les 40 0/0 de l'aniline pour rouge, déduction faite des échappés.

Dans le grand nombre de procédés qui ont été proposés pour la fabrication industrielle de la fuchsine, deux seulement sont restés dans la grande pratique: le procédé à l'acide arsénique de Medlock et le procédé à la nitrobenzine, de Coupier.

Le procédé à l'acide arsénique avait été breveté en Angleterre, en janvier 1860, mais il tomba dans le domaine public en janvier 1865, par décision de la cour de la chancellerie anglaise, pour insuffisance de description. Un brevet d'importation en France, en septembre 1860, était frappé de nullité par expiration du délai légal. MM. Girard et de Laire avaient breveté en France, en mai 1860, et avaient vendu à la maison Renard et Franck, de Lyon, ce brevet, qui était seul légalement valable, c'est pourquoi ce procédé, à l'acide arsénique, est souvent désigné comme procédé de Girard et de Laire qui avaient complété et perfectionné le procédé Medlock.

C'est le procédé qui donne la fuchsine à plus bas prix, bien que le rendement en fuchsine pure ne soit que de 32 0/0 de l'aniline, déduction faite des échappés.

Le procédé à la nitrobenzine (1866) donne des rendements un peu moindres et le prix de la fuchsine est un peu plus élevé. Cependant, le procédé à l'acide arsénique a contre lui l'emploi en grandes quantités, d'un produit dangereux pour les ouvriers occupés à cette industrie ; de plus, on ne peut pas débarrasser cette fuchsine, tant s'en faut, de toute trace d'arsenic, ce qui doit en faire proscrire l'emploi dans la coloration des substances entrant dans l'alimentation ; enfin son emploi dans la teinture même et l'impression est condamné, au moins pour les pays du Nord où l'on a prohibé depuis une dizaine d'années la vente de tout tissu contenant de l'arsenic. Aussi le procédé à la nitrobenzine tend-il de plus en plus à se substituer au procédé à l'acide arsénique.

Depuis que la maison de Ludwigschaffen, B. A. S. F. a produit son violet synthétique, *violet hexaméthylé* ou *violet cristallisé* par le gaz phosgène et la diméthylaniline (V. Violet et Aniline), on peut entrevoir une nouvelle voie de progrès pour la fabrication de la fuchsine. Si jusqu'à ce jour cette branche d'industrie n'a pas encore profité de ces travaux scientifiques si heureusement appliqués déjà à la fabrication du violet, le jour n'est pas éloigné sans doute où l'on réalisera cette nouvelle synthèse si désirable. Une première méthode, essayée industriellement met en réaction, dans une chaudière émaillée, durant six heures, vers 130° (procédé Baum 1887) : paranitrobenzylaniline, 250 ; chlorhydrate d'aniline, 120; chlorure ferrique cristallisé, 25.

II. Dans la série azoïque. A. A côté des azo : rouges solides A, B, C, D, ponceaux et Bordeaux, coccines, coccinines, rouges de crésol, de phénétol, d'anisol, roccelline, substituts d'orseille, écarlates (1) nous mentionnerons : tropéoline 0000 ou azococcine G, se prépare avec aniline et α-naphtol monosulfonate de sodium (NW), et a pour isomère l'écarlate de cochenille

$$C^6H^5-Az=Az-C^6H^3<\begin{matrix}OH\,\alpha\\SO^3Na\,\alpha\,(NW)\end{matrix}$$

Tropéoline 0000

$$C^6H^5-Az=Az-C^6H^3<\begin{matrix}OH\,\alpha\\SO^3Na\,(C)\end{matrix}$$

Ecarlate de cochenille

Les écarlates de cochenille 2R et 4R sont des homologues ayant pour point de départ, le premier, la toluidine; le second, la xylidine.

B. A côté de tétrazo : rouge Congo, benzopurpurine, azarine, nous citerons :

1. Le *rouge Congo* (V. *Dictionnaire*, Rouge, § *Rouge Congo*) est le rouge Congo proprement dit. On a ensuite préparé, avec le tétrazodiphényle, le *Congo* GR qui est plutôt un orangé (V. Orange), le *Congo Corinthe* qui est un violet (V. Violet), le *Congo brillant* G en combinant une molécule de tétrazodiphényle avec une molécule de β-naphtylamine disulfo R et une de β-naphtylamine monosulfo (acide B). On prépare encore d'autres marques du Congo : le *Congo* 4R, le *Congo brillant* B, le *Congo Corinthe* B, en prenant pour point de départ le tétrazoditolyle au lieu du tétrazodiphényle et en copulant pour le Congo 4R avec résorcine et naphtionate de sodium, pour le Congo brillant B avec les mêmes amines que pour le Congo brillant G; le Congo Corinthe B est un homologue supérieur du Congo Corinthe G.

2. La *benzopurpurine* (V. *Dictionnaire*, Rouge, § *Benzopurpurine*) est la benzopurpurine 4B. D'autres benzopurpurines sont préparées en faisant réagir une molécule de tétrazoditolyle, soit sur deux molécules de β-naphtylamine-β-monosulfonique (acide β) et l'on a *benzopurpurine* B, soit sur un mélange de deux isomères, acide β et acide F, en β-naphtylamine monosulfonique et l'on a la *benzopurpurine* 5B, soit sur deux molécules d'acide α-naphtylamine monosulfonique (acide L) et l'on a la *benzopurpurine* 6B, soit sur deux molécules d'acide β-naphtylamine-δ-monosulfonique (acide δ) et l'on a la *benzopurpurine* 7B, soit enfin sur deux molécules de β-naphtylamine monosulfonique (acide F) et l'on a le *rouge diamine*.

3. Les Congo et les benzopurpurines dérivent de la benzidine et de la toluidine, les *pourpres de Hesse*, avec marques N, ou P ou B, ont pour point de départ le tétrazo du diamido-stilbènedisulfo qui réagit sur deux molécules de β-naphtylamine pour N ou deux d'acide naphtionique pour P, ou un mélange de β-naphtylamine monosulfo Br et de β-naphtylamine-δ-sulfonée pour B. Les Congo, les benzopurpurines et les pourpres de Hesse sont devenus, par un syndicat entre les brevetés, la propriété de trois fabriques à Berlin, à Elberfeld, à Bâle.

La B.A.S.F. de Ludwigshaffen, a fabriqué pour sa clientèle un produit qui répond pour la

(1) Plusieurs écarlates : l'écarlate G T, l'écarlate de cochenille, écarlate de cochenille 2 R, écarlate de cochenille 4 R sont des azo proprement dits, tandis que d'autres écarlates : l'écarlate de crocéine, l'écarlate de Biebrick sont des tétrazo, classés souvent dans les azo entendus dans le sens général.

couleur et pour le mode d'application au rouge Congo, ce produit est nommé *rouge de naphtylène* dont la composition n'est pas encore publiée.

4. On a préparé deux *deltapurpurines* : l'une deltapurpurine G avec une molécule de tétrazodiphényle et deux molécules de β-naphtylamine-δ-monosulfonate de sodium (sel δ), l'autre deltapurpurine 5B avec une molécule de tétrazoditolyle et deux molécules d'un mélange d'acides β et F isomères en β-naphtylamine monosulfonique.

5. *Rosazurine* B formée par une molécule de tétrazoditolyle et deux molécules de méthyl-β-naphtylamine-δ-monosulfonate de sodium, comme l'indique la formule de constitution

$$C^6H^3<\begin{matrix}CH^3\\Az=Az-C^{10}H^5<\begin{matrix}AzH(CH^3)\\SO^3Na\end{matrix}\end{matrix}$$
$$|$$
$$C^6H^3<\begin{matrix}Az=Az-C^{10}H^5<\begin{matrix}SO^3Na\\AzH(CH^3)\end{matrix}\\CH^3\end{matrix}$$

Rosazurine B

La rosazurine B est donc le tétrazoditolylméthyl-β-naphtylamine-δ-monosulfonate de sodium. La *rosazurine* G n'a qu'un amidogène AzH^2 substitué par du méthyle : elle est le tétrazoditolyl-β-naphtylamine-δ-monosulfonate de sodium, méthyl-naphtylamine-δ-monosulfonate de sodium.

6. Depuis 1889, la rhodamine a été le point de départ d'une série de tétrazo, nommés *rouges Carnot*. On forme d'abord le tétrazo d'une rhodamine qui à ses deux amidogènes non substitués et on copule pour le rouge Carnot type avec deux molécules de rhodamine, pour le rouge Carnot R avec deux molécules de β-naphtol disulfo

$$C^6H^3(Cl)<\begin{matrix}Az=Az-C^6H^3<\begin{matrix}C<\begin{matrix}>O\\C^6H^3-Az=Az-Cl\end{matrix}\\O\\CO\end{matrix}\\Az=Az-Cl\end{matrix}$$

Tétrazo de la rhodamine (de M. Villon)

Chaque Cl prend un hydrogène, soit dans le noyau phénylène C^6H^4 des molécules de rhodamine, soit dans le noyau $C^{10}H^5$ du naphtol disulfo et les restes remplacent Cl.

7. On doit à Rosenstiehl et Nœlting les *rouges de Saint-Denis* fabriqués par la Société anonyme des Produits chimiques et Matières colorantes de Saint-Denis. Ils résultent de l'action du tétrazo de l'azoxy ou oxyazo-orthotoluidine sur deux molécules de α-naphtol-α-monosulfonique

$$O<\begin{matrix}Az-C^6H^3(CH^3)-Az=Az-C^{10}H^5<\begin{matrix}SO^3Na\,\alpha\\OH\,\alpha\end{matrix}\\|\\Az-C^6H^3(CH^3)-Az=Az-C^{10}H^5<\begin{matrix}OH\\SO^3Na\end{matrix}\end{matrix}$$

8. Le rouge pour drap G et le rouge pour drap R sont préparés tous deux avec le diazo de l'amidoazotoluol, et en faisant réagir le β-naphtol-β-monosulfonique pour obtenir la nuance G et le β-naphtol disulfonique R pour obtenir la nuance R

$$(G)\ C^6H^4<\begin{matrix}CH^3\\Az=Az\text{-}C^3H^3<\begin{matrix}CH^3\\Az=Az\text{-}C^{10}H^5<\begin{matrix}OH\,\beta\\SO^3Na\,\beta\end{matrix}\end{matrix}\end{matrix}$$

$$(R)\ C^6H^4<\begin{matrix}CH^3\\Az=Az\text{-}C^6H^3<\begin{matrix}CH^3\\Az=Az\text{-}C^{10}H^4<\begin{matrix}OH\,\beta\\(SO^3Na)^2\end{matrix}\end{matrix}\end{matrix}$$

C. Dans les azines, nous signalons :

1. Les *eurhodines* ont été découvertes par Witt. Elles se rattachent aux azines et particulièrement à α-β-naphtophénazine

$$C^{10}H^5(AzH^2)<\begin{matrix}Az\\|\\Az\end{matrix}>C^6H^3(CH^3).$$

L'eurhodine type se prépare avec le chlorhydrate d'orthoamidoazotoluène et le chlorhydrate d'α-naphtylamine. Il y aurait d'abord dédoublement de l'orthoamidoazotoluène en aniline et en orthotoluylène-diamine suivant l'équation :

$$C^6H^5-Az=Az-C^6H^3<\begin{matrix}CH^3\\AzH^2\end{matrix}+2H^2$$

Orthoamidoazotoluène

$$=C^6H^5.AzH^2+C^6H^3<\begin{matrix}CH^3\ (1)\\AzH^2\ (3)\\AzH^2\ (4)\end{matrix}$$

Aniline Orthotoluylène-diamine

L'aniline formée resterait étrangère à la réaction, et il n'y aurait véritablement comme produits jouant un rôle dans la formation de cette eurhodine type que l'α-naphtylamine et l'orthotoluylène diamine. Dans les indulines préparées avec les amidoazo et une amine, l'amidogène AzH^2 est en *para* par rapport au groupe Az=Az, tandis que pour les eurhodines AzH^2 doit être en *ortho* avec Az=Az dans l'amidoazo.

2. On a obtenu, il y a deux ans, une induline rouge de la naphtaline : c'est l'*azocarmin* ou *rosazine* ou le dérivé sulfonique de la phényl-rosinduline. Il résulte des travaux récents de MM. Fischer et Hepp, qui ont eu pour résultat la découverte d'une nouvelle classe de colorants, les rosindulines ou indulines de la naphtaline, que les indulines de la série benzinique ou indulines bleues dérivent de l'azophénine, dérivant elle-même de la dianilidoquinone, comme les indulines de la série de la naphtaline ou indulines rouges ou rosindulines dérivent de l'anilidonaphtoquinonanile. Ces travaux tout en conduisant à l'azocarmin, colorant industriel, ont mis en évidence la constitution des indulines, fabriquées depuis 1866 industriellement et sur la théorie desquelles les ouvrages les plus récents et les plus recommandables n'osaient se prononcer.

3. On peut faire la même réflexion à propos de la safranine entrevue d'abord par Willm, en 1859, introduite industriellement, en 1868, par Perkin, et dont la théorie de fabrication et la formule de constitution n'ont été données que depuis quelques années par les travaux de Bernthsen, Andresen et Bindschedler. Aujourd'hui, toutes les conditions de leur fabrication sont bien précisées et la théorie les rattache nettement à la phénazine. La safranine ordinaire est une phéno-safranine. La formule générale est $C^nH^{2n-21}Az^4Cl$; si $n=20$ on a $C^{20}H^{19}Az^4Cl$. On prépare d'abord la paratoluylène diamine, et on oxyde par le bichromate et l'acide sulfurique un mélange de cette paradiamine, d'orthotoluidine et d'aniline

$$C^6H^3<\begin{matrix}CH^3\\AzH^2\\AzH^2\end{matrix}+C^6H^4<\begin{matrix}CH^3\\AzH^2\end{matrix}+C^6A^5.AzH^2-8H$$
$$=C^{20}H^{18}Az^4$$

pour la base de la safranine et $C^{20}H^{19}Az^{4}Cl$ pour le colorant industriel.

4. Le *rouge neutre* ou le rouge de toluylène obtenu en faisant réagir la nitrosodiméthylaniline sur la métatoluylène diamine appartient aussi aux azines et a pour formule de constitution

$$C^6H^3.Az(CH^3)^2\begin{matrix}<\\>\end{matrix}\begin{matrix}Az\\|\\Az\end{matrix}\begin{matrix}>\\<\end{matrix}C^6H^2<\begin{matrix}CH^3\\AzH^2\end{matrix}$$

5. Le *rose de Magdala* ou chlorhydrate de rosonaphtylamine, tout à fait comparable à la fuchsine ou chlorhydrate de rosaniline dans le premier mode de sa fabrication, rentre aujourd'hui dans les indulines ou se rattacherait aux azines. L'amidoazonaphtaline ou azodinaphtyldiamine

$$C^{10}H^7.Az=Az.C^{10}H^6.AzH^2$$

ne peut guère se préparer par transposition moléculaire du diazoamidonaphtaline

$$C^{10}H^7.Az=Az.AzH.C^{10}H^7.$$

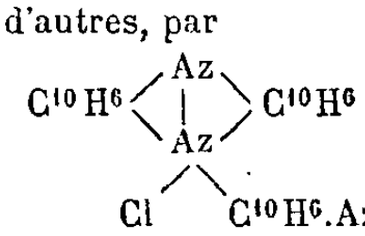
On le prépare industriellement, soit en traitant par un mélange de potasse et d'azotite de potassium le chlorhydrate de α-naphtylamine, soit par réduction d'un mélange de mono et de dinitronaphtaline

$$C^{10}H^7AzO^2+C^{10}H^6(AzO^2)^2+7H^2$$
$$=6H^2O+C^{10}H^7.Az=Az.C^{10}H^6.AzH^2$$

C'est cet amidoazo qui réagit sur une molécule de naphtylamine pour donner avec élimination d'ammoniaque le rose de Magdala, représenté par

$$C^{10}H^6(C^{10}H^7)Az=Az-C^{10}H^6.AzH^2$$

ou suivant d'autres, par



III. Un brevet inscrit au 21 août 1890, exposé le 1er décembre 1890, de la maison Farbenfabriken, à Elberfeld, nous annonce une nouvelle série de colorants dérivés de l'alizarine et des pigments de la même famille. On traite l'alizarine, la purpurine, la flavopurpurine, l'anthrapurpurine par l'acide sulfurique à 70 0/0 SO^3 sans dépasser 60° (d'après le brevet) ou, d'après autre renseignement, par l'acide sulfurique à 20 0/0 SO^3 à une température de 180°-200° et on obtient le Bordeaux d'alizarine. L'acide sulfurique intervient comme oxydant. Le Bordeaux d'alizarine a pour formule de constitution :

$$C^6H^2(OH)^2\begin{matrix}<\\>\end{matrix}\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\begin{matrix}>\\<\end{matrix}C^6H^2(OH)^2$$
$$(1.4)\qquad\qquad(1.2)$$

Les dérivés ainsi obtenus sont susceptibles de se transformer en d'autres colorants, comme, par exemple, le Bordeaux d'alizarine donne, par une nouvelle oxydation avec acide arsénique ou bioxyde de manganèse, l'alizarine cyanine

$$C^6H(OH)^3\begin{matrix}<\\>\end{matrix}\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\begin{matrix}>\\<\end{matrix}C^6H^2(OH)^2$$
$$(1.2.4)\qquad\qquad(1.2)$$

IV. Enfin, les *francéines*, à constitution inconnue, sont des matières colorantes rouges qui sont produites par l'action plus ou moins prolongée de l'acide sulfurique concentré sur les dérivés chlorés, bromés, iodés, de la benzine, de la naphtaline, de l'anthracène. Ces francéines étaient exposées par M. Istrati, dans la section de Roumanie à l'Exposition de 1889. Pour les emplois de ces colorants rouges, V. *Dictionnaire* et *Supplément*, TEINTURE. — V.

***ROUMANIE.** — V. PRINCIPAUTÉS DANUBIENNES.

***ROUMÉLIE.** — V. PRINCIPAUTÉS DANUBIENNES.

***RUSSIE.** La Russie appelle de plus en plus l'attention du public. Son extension dans l'Asie centrale, l'influence de plus en plus grande qu'elle exerce dans les affaires européennes la signalent aux préoccupations des hommes politiques. Son développement économique n'est pas moins digne d'examen. Aussi avons-nous cru utile de traiter avec quelques détails la partie de cet article relative à son industrie manufacturière.

La population de l'Empire russe s'élève à près de 113 millions d'individus, ainsi répartis dans les différents pays :

Russie d'Europe	85.395.209 hab.
Pologne	8.308.122
Finlande	2.305.916
Caucase	7.284.567
Sibérie	4.313.680
Asie centrale (y compris le territoire transcaspien)	5.327.098

Son territoire, dont la superficie est de 21,885,942 kilomètres carrés comprend, au point de vue administratif pour la Russie d'Europe et la Pologne, 60 gouvernements ; pour la Finlande, 8 ; pour la Russie d'Asie et le Caucase, 12 ; pour la Sibérie, 7 ; pour l'Asie centrale, 10.

La Russie peut être divisée au point de vue climatérique en sept régions, savoir : la région des glaces qui renferme la Nouvelle-Zemble et une partie de la Laponie ; on y récolte avec peine quelques légumes ; la région des mousses ou des toundras ; on n'y voit que des marécages presque toujours gelés ; la région des forêts résineuses, où l'orge, l'avoine et le seigle commencent à végéter ; la région des arbres feuillus, dans laquelle on cultive le seigle, le blé, le chanvre, etc. ; la région des céréales, qui produit en abondance des céréales, du tabac, des fruits ; la région des maïs, où croissent très bien la vigne et les céréales, enfin la région des oliviers ou région transcaucasienne, dans laquelle on récolte des céréales, du vin, de l'huile d'olive, de la soie et du sucre de canne.

Au point de vue purement agricole, on la divise généralement en dix zones : la zone du Nord (Archangel) a un sol pauvre, mais on y voit de grandes forêts ; la zone de la Baltique (Livonie, Courlande, Finlande, etc.) possède aussi de vastes forêts, elle produit des céréales, du lin et du bétail ; la zone des plaines marécageuses (Lithuanie, Pologne) renferme des marais et des terres fertiles ; la zone centrale ou zone manufacturière (Moscou, Novgorod) fournit du lin, du chanvre, des légumes, des fruits, mais on y récolte peu de céréales, relativement à son étendue ; la zone de l'Oural renferme des marais et des bois ; la zone de la terre noire appelée Tchernotzem (Podolie, Poltava, Volhynie, etc.) comprend une immense surface de dépôts limoneux d'une grande fertilité ; elle produit beaucoup de céréales, aussi la regarde-t-on comme le grenier de la Russie ; elle est située entre le Pruth et l'Oural ; la zone des steppes ou pastorale (Astrakan, Tauride, Bessarabie) présente au printemps des plaines de verdure ; la zone asiatique ou transcaucasienne est un pays à climats variés.

Il existe en Russie deux modes de propriété rurale : la propriété personnelle et la propriété collective. La

première n'existe qu'à titre d'exception parmi les paysans. Sous le régime de la propriété collective, les terres sont possédées en commun par les paysans réunis en une association appelée *mir*. Le mir est propriétaire à titre de personne juridique de la terre donnée au village. Il fixe le mode d'exploitation. Généralement la terre est divisée en trois parts : l'une est affermée, la seconde se compose des bois et pâturages qui restent dans l'indivision et sont exploités en commun ; la troisième est partagée entre tous les habitants à intervalles plus ou moins réguliers pour être cultivée par chacun séparément à ses risques et périls, et celui-ci en a la jouissance à titre individuel, comme sous le régime de la propriété personnelle.

Cette organisation donne au paysan russe une véritable protection contre l'accaparement du capital, d'autant plus que la terre d'un paysan ne peut être achetée que par un paysan et dans les mêmes conditions de jouissance et de possession.

En Russie, comme dans les autres pays d'ailleurs, les jeunes gens désertent les villages, se rendent dans les villes et préfèrent une petite place avec un salaire fixe aux travaux de l'agriculture. On peut dire, toutefois, que le paysan russe demeure, en principe, attaché à sa terre ; il se loue quelquefois, mais autant que possible sur place et pour une période relativement courte.

A cause de sa population encore clairsemée, la Russie agricole n'a pratiqué jusqu'à présent que la culture extensive. Toutefois, comme la Hongrie, l'Amérique et l'Australie, elle a prodigieusement développé la culture des céréales. Le territoire qui y est consacré est d'environ 13 0/0 de la superficie totale de l'empire et on estime à 715 par 100 habitants le nombre des hectolitres de grains récoltés.

Les principales productions agricoles sont les céréales, la pomme de terre, le tabac, le chanvre et le lin. Nous reviendrons sur ces derniers produits en examinant l'industrie textile. On trouve la vigne dans les provinces méridionales.

Céréales. La Russie cultive deux sortes de froments : le froment de printemps et celui d'hiver. Le froment de printemps est le plus répandu dans la région du Sud-Est, qui comprend les steppes où les étés sont chauds et les hivers froids et sans neige. Le froment d'hiver est presque exclusivement récolté en Pologne, dans la Volhynie méridionale, dans les gouvernements de Kiew, de Koursk, d'Orel, de Tambow et dans les provinces de la Baltique.

Les parties méridionales de la Podolie, du gouvernement de Poltava, les gouvernements de Kherson, de Kharkow et de Voronège fournissent à la fois le blé d'automne et le blé de printemps. Le rendement atteint une moyenne de 8 hectolitres par hectare.

La production de l'orge est relativement peu développée en Russie. Quant au maïs, il ne peut être cultivé au delà de 53° de latitude. On le rencontre dans la partie méridionale ou dans les gouvernements de Kherson, Bessarabie, Tauride et Astrakan.

Le pays le plus grand producteur d'avoine est la Russie d'Europe où on compte plus de 18 hectares ensemencés pour 100 hectares de terres labourables. Pendant longtemps, l'accroissement de la superficie ensemencée en avoine a été de 7 0/0 par an. L'avoine est répandue au Midi aussi bien que dans les provinces du Nord. Elle est jaune, rousse ou noire. La noire de Finlande est très renommée.

La culture du seigle a été étendue dans d'énormes proportions par la conquête de vastes surfaces de terrains en friche. Son grain entre pour une grande part dans l'alimentation du paysan russe. On le récolte principalement dans les provinces du Nord et la Finlande.

Le sarrasin occupe chaque année, en Russie, plus de 4 millions d'hectares. Le grain, qui est destiné à la consommation locale, est converti en gruau avant d'être livré au commerce. Quant au millet, il est surtout produit par les gouvernements de Voronège, Tambow, Saratow, Kherson et Tauride et dans la terre des Cosaques du Don. Les grains ne sont jamais livrés au commerce qu'après avoir été décortiqués. Ils remplacent le riz dans l'alimentation des indigènes.

Production des céréales. La culture du froment se développe chaque année et le rendement des champs devient de plus en plus considérable et régulier. Ce progrès est dû à l'emploi toujours en progression des machines et instruments agricoles, ainsi qu'à l'engrais artificiel. D'après les statistiques qui viennent d'être publiées par le Comité central du ministère de l'intérieur, la récolte des céréales a atteint, en 1889, le chiffre de 260,884,000 tchetverts (le tchetvert vaut 219 litres), en diminution de 21,9 0/0 sur l'année précédente.

Le tableau suivant indique quel a été, en 1888 et en 1889, le chiffre de la production de chaque céréale :

	1888	1889
	tchetverts	tchetverts
Seigle	126.685.000	98.900.000
Orge	28.443.000	20.723.000
Avoine	97.188.000	85.807.000
Froment d'hiver	36.454.000	8.669.000
— d'été	31.105.000	22.986.000

La récolte des céréales, en 1889, se répartit ainsi qu'il suit dans les différentes régions :

Région agricole du centre	45.381.900	tchetverts.
Moyen Volga	35.548.200	—
Bas Volga	17.763.600	—
Novorossisk	21.665.300	—
Sud-Ouest	15.565.200	—
Petite Russie	14.393.300	—
Région industrielle de Moscou	24.223.800	—
Bielorousk	14.688.100	—
Oural	30.775.800	—
Extrême Nord	3.152.400	—
Lacs	9.080.000	—
Litovsk	8.915.000	—
Baltique	7.651.400	—
Total pour les 50 gouvernements de la Russie d'Europe	246.804.900	—
Gouvernements du rayon de la Vistule	14.079.200	—
Total général	260.884.100	tchetverts.

Pommes de terre. Après l'Allemagne, c'est la Russie qui fournit le plus de pommes de terre. Sa production annuelle peut être évaluée à 140 millions de quintaux métriques et la superficie ensemencée à 2 millions d'hectares.

Chanvre. La culture du chanvre se fait dans toute la Russie ; elle est développée principalement dans les gouvernements d'Orel, de Tchernigow, de Kalouga, de Koursk, de Tambow, de Smolensk, etc. Elle est généralement pratiquée par des propriétaires disposant de peu de terrain et ce sont les paysans qui produisent les chanvres livrés au commerce. Le chanvre de Russie s'exporte dans presque toutes les contrées d'Europe. Autrefois on en envoyait des quantités considérables en Amérique, mais actuellement ce débouché semble se fermer.

Tabacs. Quant au tabac, la récolte de 1890 a dépassé d'un tiers celle de l'année précédente, le rendement ayant été presque partout meilleur. L'augmentation a été surtout considérable pour les tabacs turcs. Voici, d'ailleurs, quelle a été, pendant les trois dernières années, la quantité de tabac récoltée :

Années	Nombre de plantations	Etendue des cultures	Quantités récoltées
		déciatines (1)	pouds (2)
1888	655.680	52.638	»
1889	518.335	35.998	2.555.126
1890	607.582	41.739	3.406.492

(1) La déciatine vaut 109 ares 25. — (2) Le poud vaut 16 kil. 381.

Vignes. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la culture de la vigne réussit très bien dans les provinces méridionales de l'Empire. Elle occupe une partie du territoire en Crimée, en Bessarabie, dans la région du Caucase, sur les bords du Don, aux embouchures du Volga. Le gouvernement russe fait de grands efforts pour encourager, protéger et développer ses vignobles dont les produits sont d'assez bonne qualité. On fabrique beaucoup de vins mousseux imitant le vin de Champagne.

Bois et forêts. La superficie des forêts russes était de 212 millions d'hectares en 1885. L'ensemble de la production en bois était de 179,200,000 mètres cubes et la consommation de plus de 171 millions de mètres cubes, soit de plus de 2 mètres cubes par tête.

Pendant de longues années, les propriétaires de forêts, affranchis de tout contrôle, trouvèrent dans celles-ci des ressources faciles; aussi ravagèrent-ils sans merci leurs domaines forestiers. On évalue à plusieurs millions de déciatines, la superficie des forêts détruites. Ce déboisement exagéré a eu une influence désastreuse sur les conditions climatériques du pays. Aussi, en 1888, une loi est-elle venue apporter des limites à la libre exploitation des forêts.

En Sibérie, les immenses forêts de pins, mélèzes, sapins, cèdres, bouleaux, trembles et tilleuls, qui forment la richesse de cette grande contrée, appartiennent en partie à l'Etat. Les forêts de la Sibérie orientale ne fournissent guère de bois que pour la consommation locale. Le point principal du commerce des bois sibériens est la ville de Tomsk.

Animaux. De tous les pays du monde, c'est la Russie qui offre de beaucoup le plus de ressources en chevaux; c'est elle qui en fournit le plus à l'exportation. Elle a plus de 16 millions de chevaux. Les trotteurs russes ont acquis une réputation méritée. L'élève des chevaux est très soignée dans les steppes, dans les provinces du Sud-Ouest et en Pologne.

Le nombre des animaux de l'espèce bovine est évalué pour l'empire (Pologne non comprise) à 24 millions de têtes. La Russie tend à vendre, comme d'autres pays, à l'état de viande abattue, une partie de son gros bétail que les gouvernements européens ne veulent pas recevoir sur pied par crainte de la peste bovine.

La Russie est le pays d'Europe qui possède le plus de porcs. On en compte de 10 à 11 millions (Pologne non comprise) et l'excédent annuel de l'exportation sur l'importation atteint 500,000 têtes environ.

Quant aux moutons, leur nombre est de plus de 60 millions. Nous parlerons plus loin de la production de la laine.

Beurre et viande. Le beurre naturel, sauf celui de Finlande, laisse beaucoup à désirer, tant sous le rapport de la qualité qu'au point de vue de son prix relativement élevé. Si les fermiers russes arrivaient à en perfectionner la fabrication, le beurre deviendrait facilement pour eux un important article d'exportation.

Industries agricoles. Il existe un grand nombre d'établissements pour la transformation industrielle des produits agricoles. On trouve en Russie de très belles minoteries, mues par la vapeur, qui fabriquent des farines de blé et de seigle et des gruaux de millet et de sarrasin. Les plus grandes minoteries sont situées dans le centre, à Odessa, à Varsovie, etc.

Les fabriques de sucre et les raffineries, au nombre de 245, produisent par an environ 21,152,270 pouds de sucre et 8,306,233 pouds de mélasse. Elles consomment 250 millions de pouds de betteraves. Celles-ci sont cultivées sur plus de 260,000 hectares.

Il existe près de 2,000 brasseries et plus de 8,000 établissements où la bière se vend au détail. La production de la bière peut être évaluée à près de 4 millions d'hectol.

En 1889-1890, il a été distillé dans toute la Russie d'Europe, 3,738,130 hectolitres d'alcool, soit une diminution assez sérieuse sur les deux exercices précédents. Le nombre des distilleries a, d'ailleurs, diminué. De 2,095 il est passé à 2,036.

Il se fait une grande consommation de liqueurs en Russie, à cause de son climat si rigoureux dans beaucoup de ses parties. La spécialité la plus remarquable est toujours le kummel. Il faut signaler, néanmoins, comme produits spéciaux qui font l'objet d'un grand commerce intérieur les crèmes de thé, de groseilles, de framboises, de cerises, d'oranges amères, de mamoura (alcool de seigle) et de sorbier.

Industries manufacturières. Depuis un quart de siècle le mouvement de l'industrie a pris, sous l'influence des idées protectionnistes, un développement anormal qui a abouti, en 1875-1876, à une crise économique. Un revirement favorable s'est produit lors de la dernière guerre d'Orient et l'activité des manufactures a repris son essor. En 1885, le nombre des fabriques était de 33,815 employant un personnel de 932,094 ouvriers et leur production s'est élevée à 1,521,453,000 roubles. Il faut ajouter à ces chiffres 9,000 établissements, occupant 20,000 ouvriers, qui ne figurent pas dans cette statistique, à cause de leur faible importance ou parce qu'ils appartiennent à des industries exclusivement rurales.

On peut donc évaluer, sans exagération, à 5 milliards de francs le chiffre total de la production manufacturière et à plus de 1 million d'individus le personnel employé directement dans les fabriques.

Il paraît intéressant, avant de passer en revue les industries principales de la Russie, de montrer d'une manière générale le montant annuel des opérations effectuées par les entreprises industrielles qui paient, dans ce pays, les droits de guilde (sorte de patente) :

Industries	Nombre des entreprises	Montant annuel des opérations (en millions de roubles)
Filatures de laine.	615	64.8
— de coton	559	78.7
Fabr. de textiles (lin, chanvre)	380	16.9
— de tissus de laine. . . .	143	12.0
Teintureries d'étoffes et de filés	239	35.9
Fabriq. de produits chimiques	284	8.9
Raffineries de suif et de cire.	459	12.6
Fabriques de cuirs et d'autres produits animaux.	690	25.2
Mines métallurgiques et techniques.	731	48.8
Industries travaillant le bois..	692	22.6
Verreries, fabriq. de porcelaines, faïences et briques..	670	24.0
Fabr. de produits alimentaires	2.926	102.0
Typographies et lithographies	817	12.8
Photographie	441	2.9
Tailleurs.	236	4.8
Confiserie et boulangerie. . .	486	13.6
Totaux.	12.064	528.7

Soie. L'industrie russe de la soierie a été fondée à Moscou, en 1848, par des canuts lyonnais émigrés. Elle emploie aujourd'hui, comme matières premières, pour plus de 40 millions de francs de soies importées d'Orient ou d'Europe. Elle est concentrée presque exclusivement dans le gouvernement de Moscou, qui possédait, en 1885, 148 fabriques de soieries, avec 8,874 métiers et produisant plus de 7 millions de roubles. Il y a également dans ce gouvernement 72 autres petites fabriques dont la production n'atteint pas 1,000 roubles. On compte dans les autres gouvernements 25 fabriques dont la production atteint 1 million de roubles.

Il faut ajouter plus de 100 fabriques de tissus ornés de broderies d'argent, d'or et d'oripeau, occupant près de 3,000 ouvriers et produisant plus de 2,500,000 roubles. Les soieries russes qui ont été très remarquées aux ex-

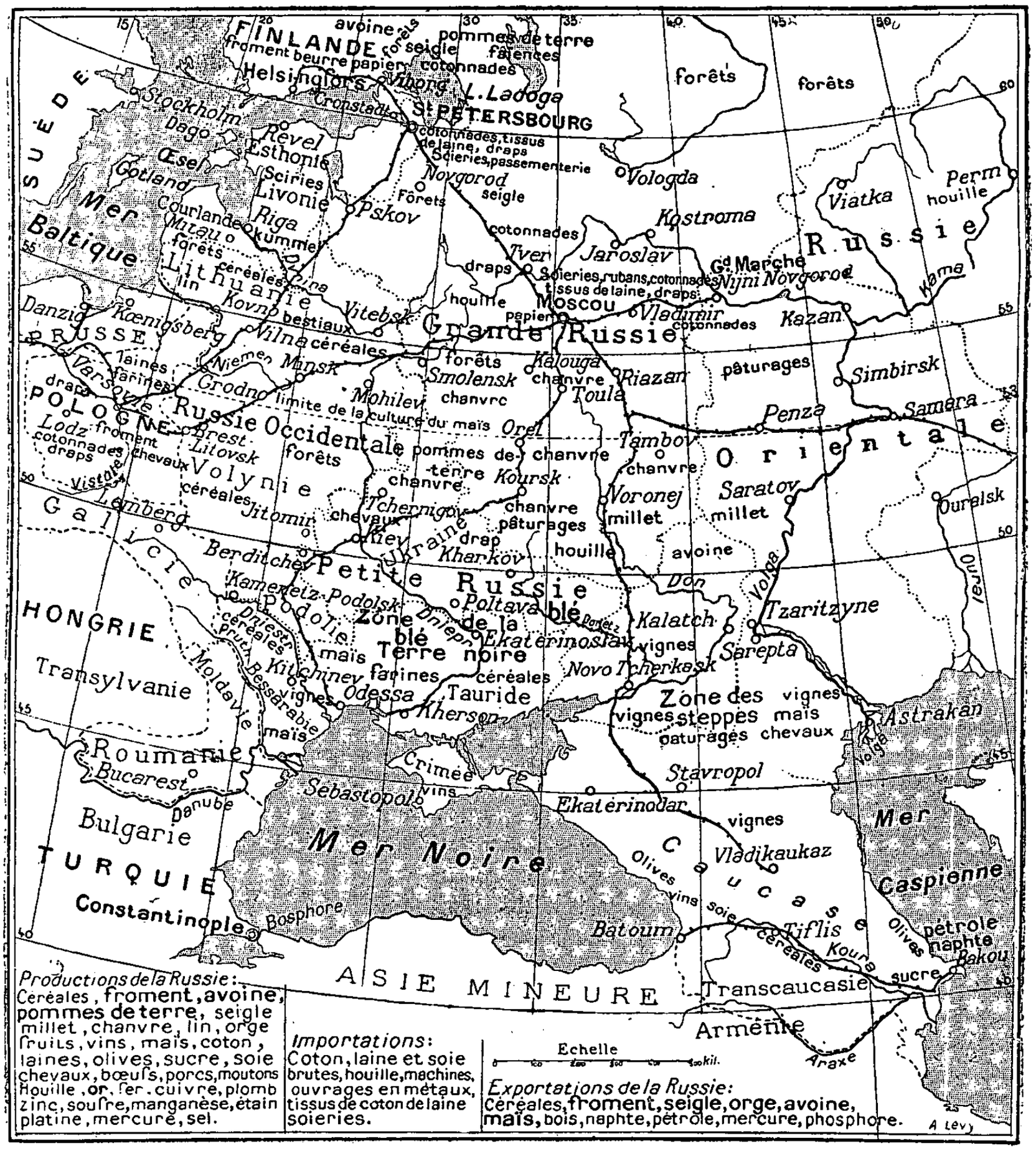


Fig. 754. — *Carte de la Russie.*

positions de Paris, de Vienne et de Philadelphie ont atteint un très grand degré de perfection.

Rubannerie. La rubannerie est une industrie qui a fait de grands progrès depuis quelques années. Favorisée par un tarif de douanes très élevé, la fabrique russe produit actuellement de beaux articles courants à des prix qui défient toute concurrence de l'étranger. Aussi n'importe-t-on que des rubans de haute fantaisie assortis aux modes nouvelles, articles qui deviennent très chers par suite des droits de douane.

Cette situation empêche nos fabriques de St-Etienne et St-Chamond d'exporter les articles courants. La Russie produit aussi, concurremment avec Saint-Etienne, des lacets, ganses et doublures. Les fabriques de rubans se trouvent dans le gouvernement de Moscou. Leur production annuelle atteint plus de 600,000 roubles.

Coton et tissus de coton. La Russie est en train de créer un centre de production de coton à Ferghana (Russie asiatique). En 1885, on a commencé à ensemencer du coton américain. Dans les deux années qui ont suivi, ces plantations ont été de peu d'importance, mais elles se sont accrues en 1887. Le nettoyage du coton y occupe 17 fabriques. La récolte de 1890 peut être évaluée à 300,000 pouds. Les Russes espèrent que, dans cinq à

dix ans, leurs cotons pourront remplacer les cotons américains, mais il serait nécessaire que les planteurs fussent subventionnés par le Gouvernement.

Les filatures de coton comptaient, en 1885, 4,400,000 broches employant 264 millions de livres de coton. On les trouve surtout à Moscou et dans les Gouvernements de Vladimir, Tver et Saint-Pétersbourg. Quant aux fabriques de tissus de coton qui étaient, en 1885, au nombre de 488 avec 58,865 métiers et 80,500 ouvriers, et dont la production s'élevait à 56 millions de roubles, elles sont situées principalement dans les gouvernements de Vladimir et de Moscou. L'industrie cotonnière fait également des progrès considérables en Pologne.

Laine. La Russie tient le premier rang, en Europe, comme pays producteur de laine. Elle possède près de 50 millions de moutons ordinaires et 15 millions de mérinos. On les trouve dans presque toutes les provinces, mais ils sont bien plus répandus dans le midi, grâce aux immenses pâturages et au climat tempéré qui permet de garder les troupeaux dans les champs la plus grande partie de l'année.

L'élève des moutons à toison fine, qui avait pris un développement considérable vers 1860, a beaucoup baissé depuis lors. La construction des chemins de fer, ayant donné un nouvel essor à la culture, dans le midi de la Russie, les prix des fermages des terres s'élevèrent, tandis que ceux de la laine tombaient sous l'influence de la concurrence étrangère.

La production annuelle de la laine est de 10 millions de pouds environ, soit 6 livres de laine par mouton.

Les filatures de laine sont situées pour la moitié dans la province de Moscou. Le gouvernement de Saint-Pétersbourg occupe le second rang. Elles étaient, en 1885, au nombre de 68 occupant 4,789 ouvriers et produisant pour une valeur de plus de 5 millions de roubles.

Draps. Pour les draps, le gouvernement de Moscou est également en première ligne. Puis on peut citer Tver, Saint-Pétersbourg, Varsovie, Lods et Karkhoff. Dans le Caucase, on travaille surtout à la main avec des petits métiers très primitifs. On compte, en Russie d'Europe, près de 400 fabriques occupant 48,000 ouvriers et tissant pour plus de 40 millions de roubles de draps.

Feutre. La fabrication du feutre est peu importante. Il faut cependant citer les fabriques de Nijni-Novgorod, produisant pour près de 200,000 roubles.

Quant aux manufactures de tapis, c'est exclusivement dans l'arrondissement de Moscou qu'elles sont concentrées. En 1885, elles étaient au nombre de 9 avec 323 métiers, occupant 802 ouvriers et fabriquant annuellement pour 550,000 roubles.

Industrie linière. L'industrie linière comprend plus de 50 usines occupées à maquer le lin. Elles donnent du travail à près de 3,000 ouvriers et fabriquent annuellement plus de 850,000 pouds, soit pour près de 4 millions de roubles. Les filatures de lin étaient, en 1885, au nombre de 24, avec 185,000 fuseaux et près de 20,000 ouvriers. Leur production atteint 15 millions de roubles. L'infériorité du lin travaillé et les grossiers procédés de travail n'ont pas permis, pendant longtemps, de retirer de ce produit tous les avantages qu'il comporte. L'industrie linière était, d'ailleurs, concentrée entre les mains des paysans n'ayant aucun moyen d'introduire de meilleurs procédés techniques.

Toile. 90 fabriques de toile avec 6,530 métiers et 15,500 ouvriers fonctionnaient en 1885. Elles ont manufacturé 1,036,000 pièces d'une valeur de 786,000 roubles.

Chanvre. L'industrie du chanvre possède 308 usines de cordages avec 7,000 ouvriers et une fabrication évaluée à 620,700 roubles. Elles sont dispersées dans 31 gouvernements.

Tissus divers. Il y a près de 200 fabriques de tissus légers en laine pure ou mélangée de coton, de lin et de soie. Elles possèdent 15,000 métiers occupant 20,000 ouvriers et produisent pour 21 millions de roubles. Les articles filés sont travaillés dans 70 fabriques par 1,500 ouvriers. Leur production atteint plus d'un million de roubles. Celle des fabriques de ouate, au nombre de 55 environ, s'élève à plus de 160,000 pouds, soit à plus de 850,000 roubles. *Pour la passementerie*, le siège principal des établissements est à Moscou et à Saint-Pétersbourg. Il existe 150 fabriques environ dont la production monte à près de 2 millions de roubles.

Industrie du bois. L'industrie du bois occupe 450 scieries environ, employant plus de 13,000 ouvriers. Ces scieries sont principalement concentrées dans les gouvernements de Livonie, Archangel et Saint-Pétersbourg. On compte aussi une quarantaine de fabriques de menus articles en bois avec 900 ouvriers (production 463,000 roubles), 26 fabriques de pâte de bois, avec 400 ouvriers (production, 603,000 roubles) et près de 100 fabriques de meubles avec 3,000 ouvriers produisant plus de 2 millions de roubles.

Industries métallurgiques. Le nombre des fonderies de fonte peut être évalué à 150. De 1886 à 1889, l'importation de la fonte a diminué de plus de moitié, à cause de la surélévation des droits de douane. D'un autre côté, la production de la fonte russe a augmenté : de 28 millions de pouds en 1883, elle s'est élevée à 36,500,000 pouds en 1887.

Il existe 271 fabriques de machines (production, 39 millions), 69 fabriques de fil métallique et de clous (9 millions environ), 182 fabriques de cuivre et bronze (7 millions), 33 fonderies de cloches (1,500,000), 41 fabriques de rails et aciéries (16 millions), 250 fabriques de divers articles en métal (7,500,000), 47 fabriques d'argenterie et d'orfèvrerie (24 millions).

Armes. Les fusils de chasse de peu de valeur sont fabriqués dans les usines de Toula. Ceux de qualité supérieure sont presque tous importés, surtout de Belgique et d'Angleterre. Les armes françaises, appréciées pour le fini du travail, sont peu demandées, parce qu'elles ne sont pas faites au goût du pays.

Industries chimiques. Les industries chimiques sont représentées par 200 fabriques, employant près de 6,000 ouvriers et produisant annuellement pour une valeur de 43 millions. Les fabriques où se travaillent la gomme, le goudron et la térébenthine sont au nombre de 970 environ (production, 1,044,000 roubles). Il existe près de 400 fonderies de suif (production, 7 millions), près de 400 fabriques de savons (production, 9 millions), 300 fabriques de chandelles (production, 1,250,000 roubles), plus de 12 fabriques de bougies de stéarine, d'oléine et de glycérine (production, 9 millions), 200 fabriques de bougies de cire (plus de 5 millions de roubles par an).

On sait que la consommation des cierges, en Russie, est très considérable. A l'exception de la fabrication du savon, les industries chimiques ont atteint, dans l'empire, un perfectionnement qui leur permet de rivaliser avec les meilleurs produits étrangers.

Il y a 31 fabriques de toile cirée, avec 900 ouvriers environ.

Teintureries. Les teintureries occupent près de 30 mille ouvriers et leur production atteint près de 60 millions de roubles,

Chapellerie. La fabrication des chapeaux est encore dans la première phase de son développement et elle est principalement concentrée dans les provinces polonaises. Les 30 fabriques, occupant de 7 à 800 ouvriers, livrent au commerce 1 million de roubles de chapeaux.

Industries du cuir. L'industrie des pelleteries et des cuirs joue un rôle important dans le commerce extérieur de la Russie. Le nombre des pelleteries dépasse 400. Elles occupent plus de 3,000 ouvriers et produisent pour près de 3 millions de roubles. La préparation du cuir emploie près de 20,000 ouvriers et donne pour plus de

38 millions de roubles de produits. En dehors des 3,000 grandes usines, il existe un millier de petites fabriques dont la production n'atteint pas 1,000 roubles. Les fabriques de différents articles en cuir font travailler 2,000 ouvriers.

Papier. Les fabriques de papier, au nombre de 140 environ, avec plus de 13,000 ouvriers, fournissent pour plus de 15 millions de produits. 27 fabriques de papiers peints, presque toutes dans le gouvernement de Moscou, occupent 1,200 ouvriers et produisent pour plus de 1,200,000 roubles.

Il y a encore une quarantaine de fabriques de différents articles en papier livrant à la consommation pour près de 3 millions de roubles. Elles occupent près de 2,000 ouvriers.

La fabrication du papier avec l'écorce de bouleau s'est développée rapidement dans le nord de la Russie et en Finlande. Les principaux articles sont: le papier ordinaire, le papier pour impression et le papier d'emballage. Les papiers à lettres et ceux de qualité supérieure sont, en général, importés de l'étranger.

Industrie céramique et verrière. Les industries de la poterie et de la verrerie n'ont que peu d'importance. Disons seulement qu'il y a plus de 200 fabriques de chaux, de ciment et d'albâtre, 3,000 briqueteries, 250 fabriques de poteries et de porcelaine, et plus de 200 verreries. Ces usines occupent 6,000 ouvriers environ.

Pour la fabrication des bouchons, la Livonie vient en première ligne. Il existe une dizaine de fabriques avec 2,000 ouvriers. La production atteint près de 1,800,000 roubles.

Mines et carrières. Les mines de houille ne peuvent suffire à la consommation du pays. Ainsi, malgré l'élévation des prix du charbon étranger et les droits protecteurs dont jouissaient les charbons russes, l'importation de la houille augmente. Les exploitations en activité de Donetz, Perm, Moscou, etc., n'ont pu jusqu'ici, faire face à tous les besoins ou, tout au moins, n'ont pu fournir certaines espèces de charbon de terre et de coke pour des buts déterminés. La consommation de la houille progresse, d'ailleurs, en Russie, grâce au développement qu'y prend l'industrie et à l'augmentation du prix du bois de chauffage.

Voici quelle a été la production des mines en 1887:

Combustibles minéraux. . .	4.534.000	tonnes.
Minerais bitumineux	11.000	—
— de fer.	1.355.000	—
— de plomb. . . .	38.000	—
— de cuivre	108.000	—
— de zinc.	38.000	—
— de soufre	5.000	—
— d'étain.	1.800	—
— de manganèse. . .	58.000	—
— d'or	22.102.000	—
Platine.	1.011.000	—

Jusqu'à ces derniers temps, la Russie était, pour le mercure, tributaire de l'étranger, mais, depuis l'exploitation des gisements de Bakhmout, le mercure russe ne s'est pas seulement substitué au mercure étranger sur les marchés du pays, mais il est même devenu un article d'exportation. La production du minerai a été, en 1887, de 10,000 tonnes qui ont donné 64 tonnes de mercure.

Sel. L'industrie saline prend un développement rapide. La production du sel, qui n'était, en 1881, que de 50,700,000 pouds, s'est élevée, en 1887, à 70 millions de pouds, soit une différence de 20 millions. La consommation a dû nécessairement augmenter considérablement, l'exportation ne s'étant pas encore développée.

Il existe enfin, en Russie, des carrières de granit, de marbre, d'albâtre, d'ardoise, etc.

Pétrole et naphte. Les pétroles russes font une concurrence sérieuse aux produits américains.

Les principales exploitations sont les suivantes: frères Nobel (31,800,000 pouds en 1889), Compagnie caspienne (24,400,000 pouds), Société de la mer Noire et de la mer Caspienne (11,800,000 pouds).

Cent-soixante firmes distillent le naphte; en 1889, elles ont produit 61,200,000 pouds de pétrole et 8,400,000 pouds d'huile de graissage.

Le tableau suivant montre que, depuis 1881, la production du pétrole a toujours été croissant, en Russie.

Années	Naphte	Pétrole
	pouds	pouds
1881	40.500.000	12.800.000
1882	50.500.000	13.500.000
1883	60.400.000	15.100.000
1884	90.800.000	22.000.000
1885	117.100.000	30.000.000
1886	151.200.000	35.000.400
1887	166.000.009	44.300.000
1888	194.000.000	51.000.000
1889	205.500.000	61.200.000

Voies de communications. *Chemins de fer.* Les chemins de fer ont acquis déjà un grand développement qui augmente de plus en plus. Au 1er janvier 1888, le réseau en exploitation mesurait une longueur totale de 26,964 kilomètres, sans les chemins de fer de Finlande et la ligne transcaspienne (1,064 kilomètres). Au 1er septembre 1890, on comptait 28,327 kilomètres pour les chemins de fer russes et 1,433 kilomètres pour les voies ferrées de Finlande et la ligne transcaspienne.

Les recettes des chemins de fer s'élèvent à plus de 280 millions.

Le budget de 1891 porte une allocation de 48 millions pour les plans, études et constructions de nouvelles lignes dans lesquelles seront comprises quatre sections du Transsibérien. Cette ligne passera par les districts les plus importants de la Sibérie et desservira toute une région des plus fertiles, où la récolte des grains est une richesse pour la contrée et où les troupeaux de bétail sont innombrables. La longueur de la ligne sera de 7,200 kilomètres et on estime qu'elle pourra être terminée en douze ans. Les frais de construction sont évalués à 910 millions environ.

Routes et canaux. Les routes terrestres sont divisées en grandes routes, routes de cercle et chemins vicinaux. Citons, parmi les grandes routes, celle de Saint-Pétersbourg à Irkoutsk, 6,000 kilomètres; celle d'Orel à Odessa, 1,400 kilomètres. Le nombre des canaux est assez considérable. Ils relient la Baltique et la mer Caspienne, la mer Blanche et la Baltique, la mer Blanche et la mer Caspienne, la Baltique et la mer Noire. Les villes de Saint-Pétersbourg et de Moscou correspondent par le canal du Volga à la Moskova. Le développement des canaux de navigation atteint près de 7,000 kilomètres.

Navigation. Le mouvement général de la navigation, dans les ports de la frontière d'Europe, y compris les ports caucasiens et de la mer Noire, a été, en 1889, entrées et sorties réunies, de 25,145 navires de long cours jaugeant 7,650,217 tonneaux, en diminution de 2,575 navires et de 476,737 tonneaux sur l'année précédente. En ce qui touche plus spécialement les relations avec la France, notre pavillon a presque complètement cessé de se montrer dans les eaux de la Baltique. On a compté seulement, en 1888, 11 navires français dans les ports de Cronstadt et de Saint-Pétersbourg.

L'effectif de la marine marchande était, en 1886, de 2,983 navires jaugeant 492,030 tonneaux. On comptait, en 1889, 2,133 voiliers et 223 vapeurs jaugeant ensemble 627,114 tonneaux.

D'après le nouveau répertoire de la marine marchande pour 1890-1891, le nombre total des voiliers russes au-

dessus de 50 tonneaux est de 2,131, jaugeant ensemble 455,907 tonneaux, et celui des vapeurs d'une jauge supérieure à 100 tonneaux, de 230, représentant 177,752 tonneaux en jauge brute, et 116,742 tonneaux en jauge nette.

COMMERCE INTÉRIEUR. Les données statistiques nous manquent pour apprécier l'importance du commerce intérieur de la Russie. Il devient de plus en plus considérable au fur et à mesure du développement industriel et agricole de cet immense empire. On peut s'en rendre compte par le tableau suivant indiquant, pour les diverses entreprises commerciales soumises au droit de guilde (sorte de patente commerciale ou industrielle), le nombre des établissements et leurs chiffres d'affaires.

Commerces	Nombre des entreprises	Montant annuel des opérations (en millions de roubles)
Objets manufacturés.	21.967	484.2
Passementerie, confection et modes.	6.246	160.1
Denrées coloniales et comest.	12.549	325.7
Pain et farine.	8.458	450.7
Produits agricoles.	2.184	75.3
Articles en fer, etc.	3.313	93.5
Cuir et sellerie.	1.814	51.8
Glaces, verres, lampes, vaisselle, etc.	961	21.3
Meubles, etc.	478	10.9
Bois de construct. et de chauff.	2.683	68.7
Drogueries et pharmacies. . .	2.687	58.4
Caves et dépôts de vins. . . .	13.178	196.0
Hôtels, restaurants, traiteurs, buffets, etc.	16.690	126.3
Agents de change, etc.	2.421	2.305.7
Entrepreneurs divers.	1.313	49.5
Entreprises de transports. . .	931	24.1
Totaux.	111.139	4.914.3

Un certain nombre de grandes foires tenues sur divers points du territoire jouent un rôle considérable dans le mouvement commercial de la Russie. La plus importante est celle de Nijni-Novgorod. Elle existe depuis soixante-quatorze ans et le chiffre des affaires qui y sont traitées va toujours en progressant, ainsi que le montre le tableau suivant :

Années	Valeurs des marchandises	Années	Valeurs des marchandises
	roubles		roubles
1817	26.458.857	1857	87.142.665
1827	26.084.704	1867	126.702.800
1837	41.896.623	1877	175.000.000
1847	55.951.900	1887	185.000.000

En 1888, le chiffre des affaires s'est élevé à 190,371,165 roubles.

Il paraît peu probable, dans ces conditions, que la foire de Nijni-Novgorod soit supprimée comme le bruit en avait couru, d'autant plus que lors de la dernière foire, tenue en 1890, toutes les marchandises qui y ont été apportées ont été vendues. Elles se décomposaient ainsi qu'il suit : plus de 80 0/0 étaient russes, 15 0/0 asiatiques et 4 0/0 seulement venaient de l'étranger. Il faut citer également la foire de laines de Varsovie qui se tient au mois de juin. Celle de 1890 s'est ressentie vivement de la crise qui sévit sur les grands centres de production du pays, tels que Tomaszow, Ygierz, Kalisz, Opatow et Lodz.

COMMERCE EXTÉRIEUR. L'ensemble du commerce extérieur de la Russie comprend le mouvement des importations et des exportations qui ont lieu par les frontières d'Europe, par celles d'Asie et par celles du grand duché de Finlande. Voici à quels chiffres (métaux précieux non compris) il s'est élevé pendant les cinq dernières années (commerce spécial). (Les marchandises sont évaluées en millions de roubles).

1° Importations.

Années	Europe	Finlande	Asie	Total
1885	379.8	14.5	39.9	434.2
1886	382.9	9.9	45.4	438.2
1887	333.2	10.8	49.2	393.2
1888	332.3	11.4	47.0	390.7
1889	373.7	13.2	50.0	437.0

2° Exportations.

Années	Europe	Finlande	Asie	Total
1885	497.9	17.1	23.6	538.0
1886	436.5	16.6	35.4	488.5
1887	568.5	17.0	37.4	622.9
1888	728.1	19.8	46.5	793.9
1889	687.0	17.6	61.3	766.0

L'ensemble du mouvement du commerce extérieur de l'Empire russe dépasse donc actuellement 1,200 millions de roubles, soit, si l'on évalue le rouble à 2 fr. 40, son cours actuel, une valeur totale de 2 milliards 880 millions de francs. En 1885, l'ensemble du commerce de la Russie n'atteignait que 972 millions de roubles. C'est surtout l'exportation qui a bénéficié de cette augmentation ; les importations ont, au contraire, constamment diminué jusqu'en 1889 ; en 1889, elles se sont légèrement relevées grâce à la hausse du change. Les causes de ce fait économique sont suffisamment connues ; ce sont : l'élévation excessive des droits de douanes, le paiement des taxes en or qui équivaut à une majoration du tarif de près d'un tiers ; la baisse du change qui a subsisté jusqu'à la fin de 1888 et, enfin, le développement rapide qu'a pris l'industrie manufacturière en Russie.

Cette diminution du commerce d'importation avec la Russie a atteint toutes les puissances, l'Angleterre et l'Allemagne plus encore que la France ; il suffit, pour s'en rendre compte, de comparer les chiffres de 1879 à ceux de 1889.

Pays	1879 (milliers de roubles)	1889 (milliers de roubles)	Diminution (milliers de roubles)
Allemagne. . . .	266.864	124.082	— 142.782
Angleterre. . . .	146.291	95.877	— 50.414
France.	20.266	18.420	— 1.846
Autriche.	19.935	18.389	— 1.546
Belgique.	7.213	7.387	+ 174
Italie.	11.933	7.414	— 4.519
Turquie.	14.207	6.643	— 7.564

Sans doute, l'importation des produits français a diminué d'une façon moins sensible que celle d'autres pays, mais on doit regretter, néanmoins, de voir quelle faible place ils tiennent dans l'ensemble du commerce d'importation de la Russie qui, en 1889, a atteint 437 millions de roubles. Sur ce chiffre, notre part représente à peine

5 0/0 et nous arrivons bien loin derrière l'Angleterre et l'Allemagne. Notre chiffre d'affaires, avec un peuple qui a pour notre pays une réelle sympathie, n'est pas ce qu'il devrait et pourrait être. En examinant plus loin, avec quelques détails, le mouvement du commerce de la France avec la Russie, nous essaierons de dégager les causes de cette situation.

Un fait qui prouve le développement de l'industrie manufacturière, en Russie, c'est que la diminution des importations porte exclusivement sur les denrées alimentaires et les produits fabriqués; l'importation des matières premières nécessaires à l'industrie augmente, au contraire, d'une façon constante. La comparaison des chiffres de 1876 et de 1889 pour quelques produits est particulièrement intéressante à ce point de vue.

	1876 (milliers de roubles)	1889 (milliers de roubles)
1° Matières premières et demi-ouvrées.		
Coton brut	38.948	83.592
Laine brute	12.635	20.942
Soie brute	7.955	10.480
Houille	12.446	15.084
Cuirs bruts	1.929	7.822
2° Objets manufacturés.		
Tissus de coton	5.184	3.716
Soieries	4.579	1.905
Tissus de laine	12.635	2.680
— de lin	5.388	1.980
Ouvrages en métaux	26.924	13.621
Machines diverses	19.904	19.896
— agricoles	1.628	2.974

Quant aux exportations de la Russie, dont nous avons déjà signalé le progrès, elles comprennent surtout des produits alimentaires, notamment des céréales, et d'autres produits du sol, tels que le lin, le chanvre, les bois de toutes sortes, etc. Il ne faut pas oublier les fourrures qui constituent la branche la plus importante du commerce des parties septentrionales de l'Empire.

Le premier rang, dans les exportations, appartient aux céréales qui, à elles seules, forment plus de la moitié de la valeur totale des marchandises exportées. En 1889, elles ont atteint le chiffre de 352 millions de roubles-crédit sur 687 millions de roubles, soit 51 0/0. Sur l'ensemble des céréales exportées, le froment représente à lui seul 40 0/0, le seigle 20 0/0, l'orge et l'avoine, ensemble 20 0/0. Il y a lieu de signaler le développement que prend l'exportation du son depuis 1887. C'est surtout en Allemagne qu'il s'expédie, depuis que l'élévation des droits sur les céréales en grains a réduit l'industrie de la mouture et, par suite, la quantité des issues destinées à la nourriture du bétail. La progression de l'exportation des céréales depuis 20 ans est considérable. Si l'on prend le chiffre 100 pour représenter la valeur de chacun des divers produits exportés en moyenne pendant la période de 1869 à 1873, et si on le compare aux exportations de 1889, on obtient les résultats suivants :

	1869-1873	1889
Froment	100	203
Seigle	100	248
Orge	100	628
Avoine	100	378
Maïs	100	351
Autres céréales	100	324

C'est l'exportation de l'orge qui a pris le plus grand essor; celle du froment, par suite de la concurrence des Etats-Unis, des Indes et de l'Autriche, se développe moins rapidement. Les marchés d'écoulement du froment russe sont l'Angleterre, la France, l'Italie et la Belgique; le seigle est surtout recherché par l'Allemagne; l'avoine et le maïs s'écoulent principalement sur les marchés anglais et français.

L'exportation des produits forestiers continue également son mouvement ascensionnel; de 95 millions de pouds en 1887 (le pouds vaut 16k,38), elle est montée à 122 millions en 1888 et à 155 millions en 1889. Le bois, en général, s'exporte sous forme de planches de pin et de sapin dont les dimensions varient entre 5 et 30 pieds de longueur, 4 à 5 pieds de largeur, 1/2 à 4 pouces d'épaisseur. En outre, on exporte de préférence les poutres de pin, plus rarement de sapin, non équarries et souvent non écorcées, ayant en longueur de 14 à 70 pieds (bois de mât), en diamètre, de 5 à 17 pouces à leur coupe supérieure. La plus grande partie des bois exportés vient de la contrée de Polessié, arrosée par les affluents de droite du Dnieper, de la Bérésina et du Pripet. De là, ils sont dirigés par canal sur la Dvina inférieure, le Niémen et la Vistule, ensuite on les fait flotter vers Dantzig, Memel et Stettin. Les bois du gouvernement d'Olonetz et de Novgorod s'exportent par les ports de Saint-Pétersbourg et de Cronstadt; ceux du sud-ouest du gouvernement de Saint-Pétersbourg et du gouvernement de Pskow sont dirigés sur Narva. L'exportation du bois par la mer Blanche se concentre à Arkhangel.

Parmi les autres articles du commerce d'exportation de la Russie, il faut encore citer le naphte et le pétrole (6,333,000 roubles, 1889), le mercure, le phosphore, etc.

Les chiffres que nous venons d'indiquer pour les divers produits qui figurent dans le mouvement des importations et des exportations de la Russie ne concernent que la frontière d'Europe. Voici quelques renseignements sur le commerce de la Finlande et de la Russie d'Asie, en 1889.

Frontière de Finlande.

	Importations (milliers de roubles)	Exportations (milliers de roubles)
Produits alimentaires	3.169	9.678
Matièr. brutes et demi-ouvrées	4.696	2.850
Objets manufacturés	4.828	5.036
Animaux	567	50
Total	13.260	17.614

Frontière d'Asie.

	Importations (milliers de roubles)	Exportations (milliers de roubles)
Thés	17.579	6
Tissus	1.578	2.485
Matières textiles	10.190	2.962
Cuirs, pelleteries	3.728	735
Fruits et légumes	3.880	158
Céréales	2.079	17.558
Autres marchandises	11.052	37.399
Total	50.086	61.303

Nous avons vu plus haut que le mouvement du commerce entre la France et la Russie n'avait pas l'importance qu'il pourrait acquérir. Voici quels ont été pour les produits principaux, d'après les tableaux de l'administration des douanes françaises, les chiffres de 1889 comparés à ceux de 1879 :

Importations en France.

	1879	1889
	francs	francs
Céréales.	216.300.000	106.646.000
Lin brut, teillé et étoupes	46.200.000	35.457.000
Bois communs	31.300.000	19.700.000
Laines en masse.	5.400.000	16.003.000
Graines oléagineuses. . .	28.200.000	12.953.000
Bitumes solides et fluides.	500.000	2.233.000
Soies et bourre de soie. .	14.100.000	3.026.000
Peaux et pelleteries brutes	1.500.000	2.828.000
Chanvre teillé et étoupes.	900.000	1.104.000
Total des importations.	342.700.000	210.000.000

Les diminutions dans les importations de la Russie en France portent surtout sur les céréales, le lin, les graines oléagineuses et la soie. En revanche l'importation des laines en masse a augmenté. Pour les deux premiers articles, cette réduction a évidemment pour cause les droits de douanes établis sur les céréales et la situation peu brillante de notre industrie des tissus de lin.

Exportations de Russie en France.

	1879	1889
	francs	francs
Bâtiments de mer, en fer. . .	»	4.500.000
Vins.	5.100.000	1.803.000
Peaux brutes, fraîch. ou sèch.	600.000	963.000
Poissons marinés ou à l'huile.	1.900.000	864.000
Tissus, passementerie et rubans de soie.	3.500.000	844.000
Huiles fines d'olive et autres.	200.000	629.000
Plomb.	400.000	726.000
Tissus, passementerie et rubans de laine.	1.100.000	515.000
Indigo	2.500.000	176.000
Extraits de bois de teinture. .	2.500.000	465.000
Sucres raffinés.	3.900.000	»
Total des exportat. en Russie.	35.300.000	17.887.000

Ces chiffres représentent la valeur des produits exportés à leur sortie de France, ils représentent donc une différence assez sérieuse avec ceux des statistiques russes. Ils permettent néanmoins de constater le peu d'importance de nos exportations en Russie et leur diminution progressive. Bien que des réductions beaucoup plus fortes se soient produites au détriment des produits anglais et allemands, il convient néanmoins de fixer un instant notre attention sur cette élimination de plus en plus marquée des articles étrangers sur le marché russe. En dehors des causes communes que nous avons signalées plus haut, la faiblesse de notre commerce d'exportation avec l'empire moscovite en a d'autres qui lui sont un peu spéciales. La principale, c'est la cherté de nos produits comparés aux produits allemands, par exemple. Nous ne fournissons plus à la Russie que les objets de luxe et les modèles. Et encore les premiers s'adressent à une classe déjà peu nombreuse par elle-même, et qui se restreint de jour en jour par suite de la diminution des grandes fortunes foncières. C'est une clientèle qui disparaît pour nous, en emportant avec elle le goût des belles choses. Les progrès de l'industrie, en démocratisant, en Russie comme ailleurs, des besoins et des habitudes du luxe, ont créé, il est vrai, une nouvelle classe de consommateurs qui, se contentant de l'apparence, recherche avant tout le bon marché. C'est pour elle qu'on achète nos modèles, qu'on les reproduit en grande quantité avec des matières fournies par le pays. Nos commerçants ne font aucun effort pour conquérir cette nouvelle clientèle; ils s'imaginent que ce pays en est resté au temps des grands seigneurs et du servage et que les produits des grandes marques seuls y trouvent des acheteurs; ils se confirment dans cette opinion par ce qu'ils voient des Russes de passage en France. Quant à ceux qui désirent nouer des relations avec la Russie, ils hésitent à faire des concessions, des sacrifices pour prendre pied sur un marché déjà acquis à des concurrents étrangers. Aussi nos produits, déjà très chers à cause de la main-d'œuvre qui est plus élevée en France qu'en Allemagne et en Russie, grevés, en outre, de frais de transport et de commissionnaires plus considérables, ne trouvent pas de débit sur les marchés russes, malgré leur qualité qui n'est, du reste, pas contestée.

Une autre cause du peu de développement de notre commerce d'exportation, c'est la faiblesse de notre représentation commerciale. Nous ne possédons en Russie aucune grande maison d'importation et d'exportation; les représentants français de profession y sont très rares.

L'exposition française de Moscou qui vient de s'ouvrir permettra sans doute de modifier cette situation. Les industriels et commerçants qui prendront part à cette exposition, ou qui s'y rendront en simples touristes, auront probablement l'occasion d'y nouer des relations d'affaires. D'autre part, la connaissance de visu des produits de notre industrie les feront apprécier par le public russe, dans lequel notre commerce d'exportation trouvera, nous l'espérons, une clientèle plus étendue. — L. B. et P. C.

Finlande. La Finlande est un grand duché dépendant de l'Empire de Russie au point de vue politique, mais entièrement séparé au point de vue du budget, de l'armée, du commerce et de l'administration en général. Sa superficie totale est de 373,500 kilomètres carrés; sa population, en 1885, de 2,200,000 habitants; capitale Helsingfors, 51,000 habitants; villes principales : Albo (26,000 habitants) et Viborg (16,000 habitants). Le budget comprend, en recettes et en dépenses, 42 millions, mais le solde accuse toujours un excédent; les principales recettes sont fournies par les douanes, 12,500,000 francs; les contributions indirectes (eau-de-vie, 4 millions; tabac, plus d'un million); l'impôt foncier, les postes, les chemins de fer, les produits des forêts, etc. Les principales dépenses consistent dans l'administration civile, près de 7 millions; les cultes et l'instruction, 5 millions et demi; les chemins de fer, les travaux publics. La dette publique s'élève à 70 millions seulement. On se rendra compte de la prospérité financière de ce petit pays en considérant que les intérêts de la dette coûtent moins que l'instruction publique, et que l'armée, composée de plus de 5,000 hommes, n'exige que le quarantième des ressources totales de l'Etat.

Et, cependant, malgré le chiffre peu élevé de sa dette, la Finlande a fait, depuis trente ans, des progrès dignes d'attention. Ce pays pauvre, sans industrie, presque sans agriculture, décimé par des famines fréquentes, peuplé de pauvres gens peu instruits, sans médecins, sans professions libérales, est devenu l'égal de toutes les nations civilisées du reste de l'Europe; il produit à tel point que les exportations maintenant l'enrichissent et que même la Russie a dû se défendre contre son envahissement par des tarifs douaniers rigoureux.

La population a plus que doublé depuis 1815; toutes les productions agricoles, notamment l'avoine, les pommes de terre et le seigle sont en progression constante; la marine finlandaise est une des plus considérables, eu égard à la population; elle a plus que triplé en vingt ans.

Le mouvement commercial a subi une marche ascendante jusqu'en 1884; depuis cette époque, il s'est

produit un ralentissement notable. Voici les chiffres pour 1885 et 1886 (en marks valant 1 franc).

	1885	1886
Importations.	108.797.000	98.390.000
Exportations.	89.852.000	77.368.000

La Russie tient le premier rang dans l'ensemble de ces échanges, vient ensuite, fort loin, l'Allemagne qui, comme toujours, importe plus qu'elle n'exporte, et, encore plus loin, l'Angleterre qui exporte plus qu'elle n'importe. La France vient en dernier rang pour les importations, avec un chiffre dérisoire, au quatrième pour les exportations. Cependant, le commerce français trouverait dans cet Etat un débouché utile, car c'est relativement un pays neuf où il y a des places à prendre.

Les principales importations sont, en valeur : le blé et les grains, pour 24 millions ; les tissus, pour 6 millions et demi, les cafés pour 5,500,000, le coton, les fers et acier, les vêtements, les peaux et cuirs, les vins et spiritueux, le tabac, les machines, les fils, les huiles, le sel, les couleurs, les chaussures ; les exportations atteignent les chiffres suivants : les bois, 33 millions ; le beurre, 9 millions ; le papier, 7,800 francs, principalement papier de bois ; les fers et aciers, 4 millions ; bestiaux, tissus, peaux, poissons, grains, verreries et faïences.

L'industrie finlandaise est très remarquable ; les industries textiles tiennent la tête ; la fabrique de coton de Forssa et celle du Tammersfors sont les principales ; l'industrie du papier s'est beaucoup développée, on compte de grandes fabriques de papier de bois dont la production est importante ; l'industrie métallurgique est en progrès notable, bien qu'elle ne réponde pas encore aux besoins du pays ; enfin, il faut noter une production relativement considérable de faïences et de verreries, les premières sortant surtout de la fabrique d'Arabia, près d'Helsingfors, les autres des fabriques de Kosteander et Kliestingen, de Lindeken et Kharting.

Le réseau des chemins de fer atteignait, à la fin de 1887, 1,587 kilomètres ; l'effectif de la marine marchande 2,051 navires jaugeant 265,000 tonneaux ; le mouvement de navigation, 12,000 navires entrés et autant sortis, dont à peine 200 français. Ce mouvement se fait presque en entier par le port de Viborg.

La Finlande à l'Exposition de 1889.

Le petit pays de Finlande a tenu à prendre une grande part à l'Exposition internationale de 1889, et si le gouvernement n'a pas voulu y participer officiellement, il a, du moins, autorisé dans le grand duché les souscriptions particulières qui ont atteint 130,000 francs.

Cent cinquante exposants environ avaient pris place dans un beau pavillon situé sur le Champ-de-Mars, à gauche de la tour Eiffel, et qui avait bien le caractère du pays. C'était un châlet tout en bois verni et aux toits pointus ; à l'extérieur comme à l'intérieur, tout était sobre de décoration et d'une simplicité presque affectée, mais, néanmoins, l'aspect général témoignait d'un goût parfait et d'une élégance de formes obtenue avec des éléments primitifs. On voyait que l'industrie du bois est très avancée dans ces contrées du nord, et que les constructeurs spéciaux ont acquis une précieuse expérience. D'ailleurs, on pouvait admirer à l'intérieur tous les spécimens de bois brut et ouvré, jusque et y compris la transformation des fibres ligneuses en superbe papier, par des procédés qui sont devenus d'une application courante.

Le groupe des mines était représenté par des pierres, surtout des granits à reflets d'opale, particuliers au pays, il y avait là, dans cette matière, de superbes portiques.

A l'alimentation, des conserves de poisson et de biscuits, principale ressource des habitants, et quelques fruits sauvages.

A côté, l'attention était attirée par des vêtements et des broderies, très en faveur en Finlande comme dans tous les pays du Nord.

L'instruction est très avancée et témoigne des efforts d'un gouvernement éclairé. Un groupe de cinquante écoles avait exposé des tableaux graphiques ou artistiques et divers travaux des plus remarquables. Il ne faut pas s'étonner que dans un milieu aussi cultivé on trouve les industries, par exemple, des instruments de précision, si avancées, et que l'étude des sciences exactes soit poussée aux limites des connaissances actuelles. Les Finlandais nous ont montré que les derniers perfectionnements de la photographie et des applications électriques n'avaient pas de secret pour eux.

Une société de touristes, organisée autant pour des excursions en commun que pour faire connaître mieux les beautés de ces régions si peu connues, avait envoyé un ensemble d'équipements de chasse, de traîneaux, des dessins, des vêtements, très suffisante pour se rendre compte de la vie que mènent ces populations que la neige sépare pendant six mois du reste de l'Europe.

La Finlande est essentiellement artiste. Elle s'est présentée avec un tel groupement de peintres de valeur, plus de trente, qu'on a dû lui créer une exposition spéciale au Palais des Beaux-Arts. La plupart de ces artistes habitent Helsingfors. M. Jarnefelt avait envoyé deux jolies toiles : *Chez le fermier* et *Débarquement* ; M. Munsterhjelm, un *Clair de lune* et *Le Soir* ; M. de Becker, membre du jury, des tableaux de genre d'une jolie touche ; M. Westerholm, un paysage d'automne dans l'île d'Aland, tout à fait remarquable ; M. Ahlstedt, *Pendant la Moisson* et *Les patineurs*. Enfin, l'envoi le plus apprécié, du moins des Parisiens, était celui de M. Edelfeldt que nous connaissons depuis plusieurs années pour l'avoir vu à nos salons annuels. Avec de belles aquarelles, il exposait *M. Pasteur dans son laboratoire*, son superbe *Service divin au bord de la mer*, plein de poésie et de grandeur dans sa simplicité ; la *Vierge et l'Enfant* et *Devant l'église*. C'était un des plus beaux ensembles de l'art étranger à l'Exposition, et il faisait le plus grand honneur à l'école finlandaise, à laquelle se rattachait encore, dans la sculpture, M. Runeberg.

La Russie à l'Exposition de 1889.

Le gouvernement russe n'a pas participé officiellement à l'exposition, mais n'a pas empêché l'initiative privée, qui, même s'est manifestée avec une extraordinaire énergie, et avec des rivalités d'influence très caractéristiques. Quoi qu'il en soit, environ 500 exposants, tous très importants et envoyant des choses intéressantes, ont figuré au Champ-de-Mars, et ont témoigné du grand développement pris pendant ces dernières années par la nation-sœur ; une superficie totale de 3,200 mètres carrés avait été assignée à la section, tant au Palais des industries diverses qu'aux Beaux-Arts et dans le jardin du Champ-de-Mars.

La façade de la section était une reproduction fort curieuse des principaux monuments de l'architecture byzantine de Moscou : le mur du Kremlin, les fenêtres du palais de Tehrem, les tours de la cathédrale de Wassili Lajenij, le clocher d'Yvan le Terrible, la tour Soukareff ; les deux entrées étaient la porte du Kremlin et le portail principal de Saint Wassili. Malheureusement le peu de recul ne permettait pas de juger à sa véritable valeur cette remarquable restitution.

La décoration intérieure n'était pas moins caractéristique, toute en couleur où le rouge et le bleu dominaient. Il ne fallait pas moins que ce cadre riche et gai, pour contenir dignement les mille bibelots où le métal poli et

émaillé jouait le principal rôle; on sentait dans ce coin le goût des Orientaux pour le faste et l'ostentation. Aussi dès le vestibule était-on attiré par de splendides pièces d'orfèvrerie et des bijoux multicolores. Le plus beau morceau, sans contredit, était le couvercle d'un coffret en argent, où le ciseleur avait retracé les fêtes du couronnement d'Alexandre III, la scène étant prise au moment où le tsar entre au Kremlin ; c'était à la fois curieux, et artistiquement très intéressant.

La vitrine de M. Alibert était aussi fort remarquable. On y voyait un album de voyage en Sibérie rempli de jolis croquis, des échantillons de graphite à crayons, et de néphrite, avec laquelle on fait des bijoux, surtout en Chine; par exemple le sceptre impérial est taillé dans un bloc de néphrite; les bijoutiers russes et même ceux des autres pays d'Europe commencent à en tirer un heureux parti; trois plaques donnaient d'ailleurs une idée des résultats auxquels on arrive avec cette belle matière; l'une représentait en transparence les armes du tsar, les autres montraient des nuances variées, ravissantes, dont on peut faire usage pour des vitraux. Une inscription gravée sur le bronze rappelait les félicitations adressées par le tsar en 1866, à M. Alibert, au retour de ses voyages scientifiques.

A côté, les splendides émaux qui ont été une véritable révélation pour le public français, et à qui revint un des succès de l'Exposition, à tel point que depuis, plusieurs dépôts en ont été établis à Paris; des services entiers de ce genre produisent un effet véritablement féerique. Dans le même ordre d'idées, les brocarts d'or et d'argent pour costumes religieux, les saintes images coloriées de tons heurtés sur un fond d'or, enfin un grand nombre d'objets de toutes sortes en or, vermeil et argent, des soieries, des broderies qui sont un des beaux travaux russes, des velours tissés en trois mètres de large, des écharpes brodées du Caucase; tout cela était véritablement luxueux, et grâce à son harmonie parfaite dans toutes les branches, nullement criard ni de mauvais goût.

Plus loin, le fac-similé d'un meuble du XVI^e^ siècle, et un buffet tout sculpté et chargé de ferrures splendides, spécimens de l'ameublement national, une vitrine de faïences et porcelaines provenant de Wladimir et de Riga, très caractéristiques, puis les bustes en bronze de tous les empereurs de Russie et en bronze encore une reproduction de la porte du tombeau de Pojarski à Sousdal ; d'ailleurs tous les bronzes d'art étaient très beaux, et ils ont provoqué chez les visiteurs une admiration dont les fondeurs russes profitent encore; maintenant citons en outre les fourrures et les cuirs qu'on pouvait s'attendre à trouver remarquables, dans une exposition russe, et ils ne pouvaient vraiment être supérieurs; enfin nombre d'autres produits qui, sans être caractéristiques du pays, n'en réclamaient pas moins l'attention : les châles imprimés et cotonnades de Moscou, où se trouve le principal centre de fabrication, les grains, les farines, l'amidon, les huiles, les beurres et fromages, les fruits, les vins de Crimée et de Hakéti, qui jouissent d'une renommée justifiée, paraît-il, et l'eau-de-vie de grain, *la vodka*, chère à tous les moujiks.

Une mention spéciale est due aux huiles minérales, les naphtes et surtout le pétrole, qui est devenu pour la Russie méridionale, une source de richesse extraordinaire.

Le parc du Champ-de-Mars contenait plusieurs reconstructions d'habitations anciennes, seigneuriales ou simplement maisons de paysan : deux dans l'histoire de l'habitation humaine de Garnier, où l'on pouvait voir travailler des paysans à de menus ouvrages qui occupent utilement les longs loisirs de l'hiver, et une *isba*, maison en bois, dans laquelle douze artistes spéciaux sculptaient, gravaient et peignaient ces *icônes* ou images saintes, auxquelles s'adresse une vénération très grande chez les peuples Slaves et qui présentaient pour nous un vif intérêt pittoresque, même, jusqu'à un certain point, artistique, comme décoration.

Il se dégageait de cet ensemble une opinion très favorable au peuple russe, qui a su garder une originalité précieuse, et travailler en même temps à se placer, tant scientifiquement qu'au point de vue de la production, à côté des nations européennes plus avancées. Il nous a paru que c'était le pays d'avenir de l'ancien monde et que ses efforts produiront quelque jour des résultats féconds, dignes du rôle politique qu'il est appelé à jouer.

Beaux-Arts. Les artistes russes, à qui l'on avait réservé un bel emplacement, au rez-de-chaussée du pavillon des Beaux-Arts, nous ont montré surtout des tableaux de genre, dont la première qualité était la fidélité du rendu et la netteté de l'impression. Mais, parmi ces peintres russes, combien se sont vraiment formés dans leur pays? Les meilleurs, Chelmonski, Pranishnikoff, Harlamoff, sont en réalité des Parisiens, applaudis à nos salons annuels; quant aux autres, comme nous venons de le dire, leur art offre surtout un intérêt pittoresque.

Si on les considère surtout à ce point de vue, il y avait de jolies choses à l'exposition de 1889. M. Chelmonski avait envoyé ses scènes polonaises, un peu rudes et sauvages, où des chevaux sont lancés à toute bride, dans un beau mouvement; M. Constantin Makowski un *campement de Tsiganes*, la *mort d'Yvan le Terrible*, beau tableau, bien peint et animé, Paul Kiévicz, le *marché aux légumes à Varsovie*, tout ensoleillé avec toutes ces femmes vêtues de châles bariolés, Pranishnikoff des *chevaux cosaques*, et des études de Camargue ou des Etats-Unis; c'est un de nos dessinateurs d'illustrations le plus en vue à Paris, et il a bien perdu son caractère russe. Au contraire, M. Harlamoff, qui brosse des portraits un peu à tour de bras, possède une manière originale, lourde, mais très à effets, et qui sent son Orient sous un vernis européen.

Quand nous aurons encore cité M. Zarembsky dont la prière : *Avant la semaille*, était intéressante, nous préférerons ne pas insister sur la scène mythologique de M. Makowsky, papillotante et mal composée, sur les portraits peu solides de M. Georges Lehmann, sur les paysages sans grand intérêt, ni comme sujet ni comme facture, de M. Rohmann, qui pourtant était hors concours. Il ne faut pas que ces artistes russes sortent de chez eux, pour le moment du moins!

La note moderne était fournie par M. Sgymanowsky dans sa *Rixe de montagnards polonais dans un cabaret*, très réaliste de composition. Celui-ci d'ailleurs est un Viennois. M^lle^ Marie Bachkirtzeff, enlevée prématurément à l'art, avait été rattachée encore à la section russe, bien que son genre fut essentiellement français et parisien, *Jean et Jacques* nous a paru la meilleure toile de l'envoi fait par les soins de sa mère.

La sculpture russe était plus intéressante peut-être à regarder chez les fabricants de bronze d'art du palais des Industries diverses qu'aux Beaux-Arts; nous ne retrouvions pas ici le mouvement, la vie, le naturel des scènes militaires ou des champs, qui nous avaient tant plu. Il convient néanmoins de rappeler les bustes intéressants de Bernstamm, et les envois de M. Pierre Tourgueneff, un *Pâtour de la Steppe*, un *Veneur* et un *Franc-Archer*. Ces deux artistes habitent Paris et sont élèves de nos sculpteurs français; on s'en apercevait vite. — C. DE M.

S

SACCHARIFICATION. Parmi les divers progrès réalisés dans ces derniers temps par l'industrie de la brasserie aussi bien d'ailleurs que dans la distillation des grains, il nous reste à signaler les travaux accomplis dans l'art des saccharifications, c'est-à-dire l'art de transformer la matière amylacée en dextrine et en maltose sous l'action de la diastase du malt. Ces travaux ont eu principalement pour objet les températures de saccharification, le pouvoir du malt comme agent liquéfiant de l'amidon et son pouvoir comme agent saccharifiant de cet amidon.

A quel endroit du grain se forme la diastase? Comment détermine-t-on la force diastasique d'un malt? Que sait-on de la diastase déjà présente dans l'orge? Les rapports de cette diastase? La différence qui existe entre les deux substances?

En quoi consiste le phénomène chimique de la transformation de l'amidon du grain en moût? Quelles conclusions pratiques en découlent; les moyens, sans nuire à l'action de la diastase de conserver à cette dernière toute son énergie en épurant suffisamment le moût? Sur tous ces points et sur bien d'autres, relatifs également à la saccharification, les recherches de Kjeldhal, de Leitner et d'Ehrardt, de Bungener et Friès, de Wismann, de Brown et Mooris, etc., sont venues élucider la question et compléter les conquêtes de la science, notamment celles dont nous sommes redevables à O'Sullivan, à Brown et Héron, à Dubrunfaut.

Les derniers travaux de la science ont confirmé l'exactitude des résultats annoncés par Dubrunfaut et à O'Sullivan, c'est-à-dire que la diastase possède deux actions bien distinctes, une action *liquéfiante* dissolvante et une action saccharifiante sur la matière amylacée. Comme agent de dissolution son maximum d'action s'exerce le plus rapidement à la température de 70 à 75°, tandis que comme agent de saccharification, de transformation de l'amidon en maltose, son action s'accomplit le mieux de 50 à 63°.

Conséquences pratiques. Ces constatations scientifiques doivent guider le travail du brasseur à la cuve-matière suivant les proportions respectives de maltose et de dextrine qu'il entend faire passer dans ses moûts et qui, on le sait, déterminent le cachet de la bière. De hauts degrés de température 70-75 favorisent la production de la dextrine; des degrés plus bas de température 60 à 63 favorisent au contraire la transformation de l'empois d'amidon en maltose.

Brown et Héron, dans leur excellent Mémoire sur la saccharification, admettent qu'à 60° et au-dessous il se forme 80 de maltose et 20 de dextrine; à 75° : maltose 31,5, dextrine 68,85.

Square a constaté que la réaction normale, lorsqu'il y a suffisamment de malt, s'opère en 20 minutes environ. Après que cette réaction est complète la dextrine en présence de l'extrait de malt subit bien une hydratation et finit par se convertir en maltose, mais cette action est extrêmement lente, exige un grand nombre d'heures et même alors la dextrine ne disparaît pas tout à fait.

Kjeldhal constate que la température de saccharification la plus favorable pour la production de la maltose était celle de 63°, à 70° la diastase a déjà perdu la moitié de son pouvoir saccharifiant.

La durée de l'action du ferment d'après Kjeldhal joue aussi un grand rôle dans la saccharification. Avec des substances facilement attaquables, une demi-heure suffit pour obtenir à 60°, avec l'empois d'amidon, la proportion de maltose maxima. En moyenne on pourrait fixer à 69 0/0 environ la quantité de maltose formée par la diastase.

La saccharification est d'autant plus complète que la proportion de diastase est plus grande et la durée de contact plus prolongée. Elle peut même aller d'après O'Sullivan jusqu'à 90 0/0 de maltose.

Conséquences pratiques. Duclaux a reconnu que la diastase qui se développe si abondamment pendant la germination ne se trouve pas sur tel

ou tel point de la graine accomplissant son évolution vitale, mais se rencontre sur tous les points de cette graine partout où il y a un grain d'amidon à utiliser.

D'après Duclaux la diastase ne précipite pas par le tannin.

On sait que les extraits d'orge non germée ont des propriétés diastasiques qui, d'après Kjeldhal, sont beaucoup plus fortes qu'on ne le croit généralement. Les chiffres obtenus par Bungener et Friès sont notablement plus élevés encore que ceux de Kjeldhal. Leurs expériences conduisent à cette conclusion que beaucoup d'orges non germées auraient un pouvoir diastasique supérieur à celui de certains malts touraillés à haute température.

Toutefois, il faut noter qu'un mélange de farine d'orge crue et d'eau doit séjourner bien des heures à 70°, pour arriver à une liquéfaction, à une saccharification sensibles. Il en est de même pour liquéfier un empois d'amidon par un extrait d'orge crue. Mais si cet empois d'amidon a été liquéfié par de l'extrait de malt à haute température, l'extrait d'orge crue saccharifiera alors cet amidon rendu soluble. D'où la conclusion que la diastase de l'orge crue peut saccharifier l'amidon dissous, mais ne peut pas dissoudre l'amidon ou ne le dissout qu'avec une telle lenteur qu'on peut dire qu'elle est sans effet sur l'amidon et l'empois d'amidon. Le malt au contraire contiendrait deux substances dont l'une liquéfie l'amidon et se forme seulement pendant la germination, tandis que l'autre le ferment saccharifiant, déjà contenu dans l'orge, s'accroit en quantité et en énergie par la germination mais diminue par le touraillage. La substance liquéfiante du malt semble par contre plus résistante à la chaleur, car l'extrait d'un malt touraillé à haut degré, dont le pouvoir saccharifiant est fort réduit, est encore capable de dissoudre facilement l'empois d'amidon. De plus, à haute température 75 à 78° un bon extrait de malt liquéfie immédiatement l'empois d'amidon mais le saccharifie peu.

L'amidon et l'empois d'un bon malt et l'amidon et l'empois du grain non malté. Il y a longtemps que le chimiste Proust a signalé de la manière la plus lucide dans les *Annales de physique et de chimie*, les différences caractéristiques qui séparent les deux amidons. Il a rappelé que lorsque l'on traite par l'eau bouillante, par exemple, de la farine de grain malté après en avoir séparé, au moyen de l'eau froide, les parties constituantes solubles et par suite avec ces parties la diastase, on obtient avec la farine provenant de grains non maltés un empois d'une autre consistance qu'avec la farine provenant de grains maltés. Dans ce dernier cas l'empois est transparent, très fluide tant qu'il est chaud et devient blanchâtre après le refroidissement. Il ne devient pas épais comme une sorte d'extrait gommeux. Cela arrive avec l'empois ordinaire mais il reste liquide et se comporte plutôt comme une sorte d'extrait gommeux.

C'est ce qui a fait dire à Mulder que ces démonstrations de Proust, dont l'exactitude est incontestable, prouvent l'existence d'un état intermédiaire que la germination communiquerait à l'amande du grain bien désagrégée.

Une des conséquences pratiques de cet état particulier de l'amidon, du malt parfaitement désagrégé, c'est son travail facile au brassage et notamment en chaudière de cuisson ou la *dickmaische* légère et se travaillant aisément ne risque pas de s'attacher aux ustensiles, comme il arrive parfois avec des malts incomplètement germés ou avec de fortes additions de grains crus.

Schultze pour l'essai du malt prescrit la température finale de 73°. On y arrive avec élévation de 6° toutes les cinq minutes. La couleur du malt, l'arome de la trempe permettent d'apprécier la température à laquelle le malt a été séché et la facilité avec laquelle le moût se sépare et se clarifie, indique si le malt soumis à l'examen est suffisamment sucré pour le brassage.

Duclaux a reconnu que l'assertion de Payen d'après laquelle la diastase pouvait liquéfier et saccharifier simultanément 2,000 fois son poids de fécule, n'était nullement exacte. Il faut lire à ce sujet 2,000 fois le poids d'empois de fécule, c'est-à-dire environ 50 à 100 fois le poids de fécule crue.

Conséquence pratique. Si l'on tient compte que le touraillage enlève au malt 50 0/0 environ de son pouvoir germinatif et plus encore à certains malts et, d'autre part, que bien souvent les grains crus ne sont pas séparés comme il convient pour subir la saccharification, on s'expliquera plus facilement les insuccès de certains brasseurs dans leurs tentatives de brassage des grains crus. Toutefois le pouvoir de la diastase n'en est pas moins considérable.

La diastase est soluble dans l'eau même à basse température. C'est ainsi que par des lavages multiples on peut altérer un malt de telle sorte qu'il devienne impuissant à saccharifier même son propre amidon.

Cette solubilité de la diastase peut être très utilement mise à profit dans l'opération du brassage. Elle semble aussi expliquer, dans une certaine mesure, les bons effets de l'empâtage de certains malts à froid pendant un certain nombre d'heures, procédé recommandé par Leitner.

La diastase chauffée à 75° et ramenée ensuite à 60° de température ne recouvre pas le pouvoir saccharifiant qu'elle possède à ce dernier degré.

Que l'on chauffe, dit Square, pendant 20 minutes de l'extrait de malt à 75°, il est encore capable dans ces conditions d'agir sur l'amidon, mais son action ne va pas loin. La proportion de maltose présente est faible et n'avance que d'une façon insignifiante alors même que la température de saccharification serait descendue aux degrés les plus favorables, à 50 ou 60° centigrades. C'est que l'espèce de diastase qui seule est capable de pousser l'action plus loin a été annihilée par la chaleur de 75°.

Mais que l'on introduise dans le mélange une très petite quantité d'extrait de malt qui n'a pas été chauffée immédiatement, l'on obtiendra 80 maltose et 20 0/0 dextrine.

Il faut conclure pratiquement du fait qui précède que le degré final de saccharification n'a pas

d'importance si, au cours du brassage, les trempes même momentanément ont été exposées à une température capable d'affaiblir l'action de la diastase. Le professeur Delbruck a fait cette remarque curieuse : c'est que les moûts de très forte densité supportent mieux des températures élevées pour la saccharification que des moûts plus dilués.

Signalons aussi l'emploi des acides minéraux employés en vue d'épurer le moût et l'utilisation de l'acide fluorhydrique qui aurait le privilège d'empêcher le développement des bactéries sans nuire à l'action de la diastase. On trouvera au mot DISTILLATION *du Supplément* des renseignements sur l'emploi de cet agent dont l'emploi rendra les plus grands services dans l'art des saccharifications. — P.-B.

****SAINT-MARIN** (La République de). **Saint-Marin à l'Exposition de 1889**. Au centre de l'Italie, entre les provinces de Forli et de Pesaro, un long rocher de granit se détache de la chaîne des Appennins et, comme un gigantesque promontoire, s'avance à travers les plaines de la Romagne, vers les flots bleus de l'Adriatique. Sa sauvage splendeur lui a fait donner, par les premiers habitants du pays, le nom significatif de *Mont Titan*.

C'est au sommet du plus escarpé de ses pics, dans une atmosphère embaumée de senteurs sylvestres et de brises marines, que se trouve bâtie la ville de San-Marino, capitale de la plus petite et de la plus ancienne des républiques modernes. C'était ainsi que deux grandes toiles panoramiques la représentaient à l'Exposition de 1889, avec ses curieuses fortifications du XIV^e^ siècle et familiarisaient immédiatement le visiteur avec ce pays si pittoresque et encore si peu connu.

L'étude se complétait par un plan en relief de la vieille citadelle de La Rocca qui défend la ville de Saint-Marin et le Mont Titan, ainsi que une carte du territoire, très savamment relevée, et par deux plans cadastraux de San-Marino et du Borgo avec leurs principaux édifices (1).

Ces différents travaux, ainsi que de beaux dessins à l'encre de Chine classés au catalogue parmi les travaux scolaires exécutés par les élèves du collège d'Etat fondé, dès l'an 1691, par le révérend Dom Ascanio Belluzzi, prouvent péremptoirement que l'instruction est fort en honneur dans l'Etat de Saint-Marin qui, d'ailleurs, ne compte pas un seul illettré dans toute l'étendue du territoire.

A côté des écoles élémentaires consacrées gratuitement à l'instruction du peuple, il existe, en effet, à Saint-Marin, plusieurs établissements d'enseignement supérieur pour les deux sexes ; le collège Belluzzi, élevé aujourd'hui au rang d'Université, comprend dans son programme les mathématiques spéciales, les sciences physiques, la chimie appliquée, le droit civil et le droit criminel : les diplômes délivrés par cette Université sont reconnus par les Universités italiennes, et les vitrines de l'Exposition San-Marinaise témoignaient, par le nom des auteurs et par la nature des recherches, du degré élevé des études suivies dans cet établissement. C'est ainsi qu'à côté des ouvrages du savant Carlo Malagola, l'*archivio Governativo della Repubblica di S. Marino*, *Il cardinale Alberoni e la Repubblica di S. Marino* et cinq autres livres du même auteur sur divers sujets, on trouvait du professeur Palagi deux *Traités de physique et de chimie* des plus remarquables ; du professeur P.-A. Tonnoni, un *Tableau agronomique*, un *Traité des plantes herbacées*, une *Monographie de la vigne* ; du révérend père D. Luigi Tordini, un modèle de banc scolaire ; du professeur Pietro Poppi, des albums photographiques savamment traités ; du commandeur Francesco Azurri, architecte du gouvernement, un grand et beau dessin du palais souverain que fait en ce moment construire la République de Saint-Marin ; du professeur Picone, une étude sur l'*hydrochlorate de morphine comme antidote de l'acide carbonique* ; puis du commandeur Balme, une collection historique fort bien classée et se composant de 443 objets parmi lesquels se rencontraient des pièces fort curieuses et notamment un moule à gauffres du XVI^e^ siècle aux armes de la République de San-Marino accolées à celles de l'une des plus anciennes familles du pays.

L'attention se portait ensuite sur une collection de fossiles du Mont Titan recueillie par le comte Angelo Mangoni dont l'opinion fait autorité.

L'Exposition de Saint-Marin était donc on ne peut plus pittoresque et variée. Les dames mêmes, et des meilleures maisons du pays, avaient tenu à honneur d'y envoyer les ouvrages dont elles charment leurs longues soirées d'hiver. C'est ainsi qu'à côté des travaux scolaires des dames religieuses de Sainte-Claire, on voyait dans les vitrines San-Marinaises une foule de travaux à l'aiguille, au filet et au crochet, des broderies d'art, des guipures en point de Venise, un bas-relief en terre cuite de M^me^ Elena Fattori, et quantité d'autres jolis ouvrages qui faisaient du salon de San-Marino, non plus une exposition, mais un véritable petit musée.

Musée des plus originaux d'ailleurs, car indépendamment de ces produits de l'industrie et de l'habileté féminines, étaient disposés les produits du sol et de l'agriculture : des échantillons de froment, de maïs, d'huile, de miel, de cire d'abeilles, des fromages, et surtout des vins dont il se fait une abondante récolte dans la partie occidentale du territoire où la vigne atteint normalement 3 mètres de hauteur. Mais l'industrie la plus ancienne et celle qui procure au pays les plus sérieux avantages est celle de l'exploitation des carrières. On trouve au mont Titan deux espèces de pierres très recherchées : un tuf sablonneux qui s'emploie principalement pour les constructions rustiques ou pour les ouvrages de résistance, tels que bornes, chasse-roues, bassins d'abreuvoir, etc. ; et une pierre calcaire d'un grain fin et blanc qui, au contact de l'air, devient de plus en plus solide et résistante ; ses blocs de grandes dimensions permettent d'en faire des colonnes, des pilastres, des vasques de fontaine ; et, comme spécimens de leur industrie, les tailleurs de pierres de Saint-Marin avaient envoyé à l'Exposition de Paris une grande cheminée dans le style du XVI^e^ siècle qui contribuait beaucoup à l'ornementation du salon d'exposition, ainsi qu'une chaîne taillée dans un bloc de rocher et dont chaque anneau était mobile comme celui d'une chaîne d'acier.

La taille de la pierre atteint, à Saint-Marin, une très grande perfection, mais l'étude du dessin y est aussi très cultivée et la construction de cette cheminée fait le plus grand honneur à son inspirateur M. le commandeur Piedù Tonnini, président de la commission d'organisation locale et artiste amateur des plus distingués ; car, sur la tenture du salon de l'Exposition, ressortait magistralement, en attirant immédiatement l'attention des visiteurs, une *Vénus sortant du bain*, miniature sur parchemin signée Tonnini et que ne désavouerait pas Bouguereau.

La République de Saint-Marin peut être fière à juste titre du succès que son exposition a obtenu ; l'honneur en revient à ses sagaces installateurs : M. le baron Morin de Malsabrier, ministre de Saint-Marin à Paris, et M. le commandeur Emile Réaux, consul général, déjà ses commissaires en 1878, et dont les efforts ont été, cette année, récompensés par l'obtention en faveur de leurs exposants de 54 nominations.

(1) Ce plan en relief, d'une réelle valeur, est resté en France et figure actuellement dans la galerie des reliefs à l'hôtel des Invalides.

En résumé, la République de Saint-Marin, qui, l'une des premières parmi les nations européennes, a adhéré *officiellement* à l'Exposition universelle de 1889, a voulu non seulement faire *bien*, comme en 1878, mais encore faire *plus* et faire *mieux*. Elle y a réussi.

Plusieurs des œuvres qu'elle a exposées offraient un véritable mérite artistique: d'autres présentaient un intérêt scientifique, économique ou littéraire non moins digne d'être signalé; et, si grâce à la sagesse de ses institutions et à la vaillance de ses citoyens, l'antique république a su conserver, depuis le IIIe siècle jusqu'à nos jours, sa fière indépendance, elle sait montrer aussi que les pacifiques conquêtes de la civilisation ne lui sont ni indifférentes ni étrangères.

• * **SAINT-PIERRE ET MIQUELON.** — V. COLONIES FRANÇAISES.

• **SALAIRE.** *T. d'écon. soc.* Le salaire est la rémunération de celui qui fournit à autrui son activité intellectuelle ou physique, mais ne lui fournit, en même temps, ni capital ni fonds immobilier. C'est donc la rémunération du *travailleur*, c'est-à-dire du fournisseur de travail dans la production, que ce travail soit matériel ou intellectuel.

I. *Des divers modes de rémunération du travail.* Dans le contrat de travail, appelé dans la langue juridique *louage d'industrie* ou de *services*, l'unité, d'après laquelle se calcule la rémunération, est tantôt une certaine durée de temps, tantôt une quantité de travail. C'est, d'un côté, le travail à l'heure, à la journée, à la semaine, au mois. De l'autre, le travail à la tâche, aux pièces ou à façon. On peut trouver un troisième mode de rémunération; ce sera un des deux que je viens de citer, avec addition d'une rémunération supplémentaire éventuelle, qui sera une *prime*, ou une *participation dans les bénéfices*. — V. PARTICIPATION DANS LES BÉNÉFICES.

Le travail à *la journée* (et nous employons ce mot comme synonyme de travail payé d'après l'unité de temps) est le seul possible dans certains cas. L'unité de durée est, en effet, la seule mesure applicable à un grand nombre de travaux: l'ouvrier, qui surveille le fonctionnement d'une machine, ne peut, par la nature même des choses, être payé autrement; beaucoup de services privés, se composant d'actes continus, ne se prêtent pas davantage à une rémunération à la tâche, ceux des domestiques et des employés, par exemple. Ce système de rémunération a ses avantages: supprimant pour l'ouvrier l'intérêt personnel, il ne l'encourage pas à abuser de ses forces, ni à sacrifier la qualité de son travail au profit de la quantité; toutefois il n'exclut pas les malfaçons, et il a, en outre, l'inconvénient d'autoriser les gaspillages de temps, l'ouvrier cherchant à réduire au minimum la puissance productive de son travail; enfin, il oblige l'entrepreneur à exercer une surveillance minutieuse et vexatoire sur son personnel. Il est vrai d'ajouter que la plupart des défectuosités de ce mode de rémunération peuvent être corrigées par le système des primes.

Le travail à la tâche est un mode de rémunération beaucoup plus rationnel; mais pour qu'il puisse être applicable, il faut que l'occupation de l'ouvrier soit de nature à se décomposer en une série de tâches ou de façons successives. Lorsqu'il peut être appliqué, il a de grands avantages: il affranchit le patron de la nécessité d'une surveillance minutieuse; l'ouvrier, devenu, pour ainsi dire, intéressé, gagne davantage; le patron obtient plus promptement les articles, dont la demande est urgente, et que l'ouvrier a intérêt à terminer le plus vite possible. Toutefois, il ne faudrait pas croire que l'ouvrier, payé à la tâche, mettra constamment de la rapidité dans l'exécution de son travail; M. Leroy-Beaulieu a consigné à cet égard des faits intéressants:

« Nombre d'industriels ont remarqué que les jours, qui précèdent immédiatement la paie, donnent dans les usines et ateliers un résultat beaucoup plus considérable que les jours qui la suivent. C'est une observation d'un grand manufacturier belge, que les semaines où tombe un jour férié n'apportent pas une production inférieure à celle des semaines ordinaires. On trouve dans la récente enquête sur l'instruction professionnelle une note curieuse, d'après laquelle les ouvriers chapeliers, dans certaines maisons, ne gagneraient que 1 fr. 50 ou 2 francs les premiers jours de la quinzaine, et arriveraient à une rémunération de 10 ou 15 francs pour les derniers jours. A Lille, immédiatement avant la fête que les ouvriers appellent le *broquelet*, et qui est pour le peuple une époque de réjouissances, le travail prend une activité extraordinaire, l'ouvrage se fait avec une rapidité exceptionnelle. » (*La Question ouvrière*).

Les ouvriers reprochent au salaire à la tâche de diminuer le nombre des travailleurs, chacun étant amené à fournir une plus grande somme de travail. C'est ce qui fait que les *trades unions*, en Angleterre, ne veulent pas, en général, que leurs membres travaillent dans des ateliers, où la rémunération est à la tâche.

Quant aux patrons, ils peuvent trouver dans ce genre de rémunération l'inconvénient d'une mauvaise exécution du travail, mais cet inconvénient peut le plus souvent disparaître au moyen d'un système savant de primes.

Dans certains chantiers de construction de navires de la Tamise, ainsi que dans plusieurs maisons françaises de constructions de machines, on rencontre une variété de travail à la tâche assez curieuse: un certain nombre d'ouvriers s'associent pour faire ensemble un ouvrage, et traitent à forfait avec l'industriel; pendant le cours de la fabrication, un acompte leur est donné chaque semaine, acompte qu'ils se partagent d'après leurs conventions particulières; ils reçoivent et se divisent le solde quand l'ouvrage est terminé. L'administration de l'établissement fournit ses ateliers, son matériel de machines et d'outils, ainsi que toutes les matières. Cette combinaison a l'immense avantage de faire des ouvriers de véritables entrepreneurs, et de simplifier considérablement les relations du patron avec eux.

Parfois un seul ouvrier prend à la tâche un travail exigeant le concours de plusieurs autres ouvriers, qu'il embauche moyennant un salaire fixé distinctement de celui qu'il reçoit, par exemple à tant par heure; il y a, en réalité, une entreprise en sous-ordre, dans laquelle le profit provient de la différence entre la rémunération allouée par le patron ou tâcheron et celle des autres ouvriers. Cette combinaison s'appelle le

marchandage, et un décret du 2 mars 1848 l'a interdite, mais cette interdiction est peu observée dans la pratique, et on discute même, en théorie, sur le point de savoir si elle est ou non encore en vigueur.

Que le salaire soit fixé d'après une unité de temps, ou d'après une unité de travail, il peut être combiné avec un système de *primes*. Les primes sont une récompense pour l'ouvrier, qui a cherché l'économie dans les matières premières, dans les outils ou les machines, qui a augmenté sa force productive, ou dont le travail est exempt de malfaçons. Dans beaucoup d'entreprises, il y a des primes destinées à provoquer l'économie de la part de l'ouvrier; pour lui faire épargner, autant que possible, le combustible, la fonte, l'huile, le bois, etc., on lui donne une petite somme par quantité économisée. Les Compagnies de chemins de fer pratiquent depuis longtemps ce genre de primes, dont elles retirent le plus grand profit. A côté de ces primes, il en est d'autres, basées sur la quantité fabriquée. On détermine la production moyenne d'un ouvrier ou d'un groupe d'ouvriers pour un certain temps; lorsque, par un surcroît de travail, un ouvrier dépasse cette production normale, il reçoit, avec le salaire proportionné à la quantité d'ouvrage qu'il a exécutée, une prime supplémentaire. Très souvent la prime est *progressive*, et s'accroît plus que proportionnellement.

Ainsi, dans une fabrique de toile, on conviendra, par exemple, que l'ouvrier qui aura tissé, dans sa quinzaine, une pièce au delà d'un nombre déterminé, recevra une prime de 2 francs, en plus de son salaire, et que celui, qui aura tissé deux pièces de toile supplémentaires, aura droit, outre son salaire, bien entendu, non seulement à deux primes de 2 francs chacune, mais encore à une troisième prime de 1 franc.

Les primes peuvent, d'ailleurs, être *individuelles*, comme dans les exemples qui précèdent, ou *collectives*; dans ce dernier cas, elles sont promises non plus à tel ou tel ouvrier, mais au personnel même de tel ou tel atelier, dont la production dépassera une moyenne déterminée.

II. *Modes de règlement des salaires.* Le salaire est susceptible d'être déterminé et payé en nature ou en argent. Au point de vue purement juridique, on peut soutenir qu'il est de l'essence du louage de services d'avoir un prix consistant en numéraire, quoique cette thèse puisse, d'ailleurs, être contestée (voir article 1710 du Code civil). Mais quelle que soit l'opinion que l'on doive se faire sur ce point de droit, il n'est pas douteux qu'en fait la rémunération du travail peut avoir n'importe quel objet. Le salaire sera parfois fixé en nature; c'est ce qui se passe dans les campagnes pour certains travaux, et notamment ceux de la moisson; pour ces travaux l'ouvrier reçoit une certaine part de la récolte (le dixième fréquemment) ou une certaine quantité de blé par hectare de récoltes fauchées. A Paris, l'ouvrier boulanger reçoit une certaine quantité de pain, en outre de son salaire pécuniaire.

Les domestiques et certains ouvriers sont nourris; le salaire, dans ces cas, est payé mi en argent, mi en nature.

Mais le plus communément, le salaire est payé en argent, et précisément à raison de ce mode de règlement, il naît une certaine difficulté dans l'application de sa quotité, ou plutôt dans la comparaison des salaires à travers le temps ou l'espace. Le salaire *nominal*, c'est-à-dire la somme d'argent payée à l'ouvrier, ne donne pas l'expression exacte de son gain; car il reste à déterminer le pouvoir de l'argent, pouvoir très variable d'après les temps et les lieux. Le salaire réel, au contraire, donne des indications plus sûres; car c'est le salaire apprécié d'après la somme des besoins, dont il peut assurer la satisfaction, et d'après le degré de bien-être qu'en retire l'ouvrier. Or, étant donné le même salaire nominal, le salaire réel peut être différent, suivant le pays ou le temps. Aussi l'étude comparative des salaires en différents pays et surtout à différentes époques, est-elle difficile; on doit se mettre en garde contre les inductions tirées du rapprochement du salaire nominal, et s'enquérir soigneusement du prix des subsistances et des principaux objets de consommation. Le salaire nominal a une certaine fixité; le salaire réel est beaucoup plus instable, car le prix des objets de consommation, prix dont dépend le salaire réel, varie, au contraire, d'une façon constante.

De même que le taux du salaire nominal n'est pas nécessairement la quotité du salaire réel, de même ce taux n'est pas celui des prix de la main-d'œuvre. Un salaire faible n'implique pas une main-d'œuvre à bon marché, et, à l'inverse, un salaire élevé n'implique pas fatalement une main-d'œuvre chère. Le prix de la main-d'œuvre dépend du rapport entre la valeur du travail et le prix que ce travail est payé. Un ouvrier peut avoir un salaire modique, mais ne donner, en échange, qu'un travail plus modique encore; on pourra dire que ce sera une main-d'œuvre très chèrement payée.

III. *Des lois économiques qui agissent sur la fixation du salaire.* Le travail est pour les économistes une marchandise, offerte par le travailleur, qui en est le détenteur, demandée par l'entrepreneur, qui veut l'utiliser. Cette marchandise a son marché; le marché du travail comprend tous les ouvriers et tous les entrepreneurs, susceptibles de se mettre en rapport les uns avec les autres. Entre les deux parties, c'est la libre convention, qui détermine le prix du travail. Il semble dès lors naturel que l'entrepreneur cherche à obtenir le travail au plus bas prix possible, et que l'ouvrier s'efforce de le vendre le plus cher possible. Mais existe-t-il un *maximum*, qu'ils ne pourront dépasser, un *minimum* au-dessous duquel ils ne pourront deseendre dans leur offre ou dans leur demande?

L'entrepreneur, avons-nous dit, offrira le moins possible; il ne saurait y avoir pour lui de minimum, si ce n'est toutefois celui qui lui serait dicté par la coutume, l'humanité, ou encore par la concurrence, que pourraient lui faire les autres entrepreneurs. Mais si le minimum n'existe

guère, il y a, au contraire, un maximum : c'est la plus-value apportée au produit par le travail de l'ouvrier, moins un léger profit pour lui-même. Il n'est pas admissible, en effet, que l'entrepreneur fabrique à perte.

Du côté de l'ouvrier, à l'inverse, il n'y a pas de maximum ; mais il y a un minimum, qui n'est autre que le coût de production du travail pour celui qui le fournit, soit, pour nous servir d'autres termes, la somme, qui fournit à l'ouvrier les choses indispensables au soutien de l'existence. Ce minimum est essentiellement variable ; il dépend des temps, des lieux, de la condition sociale et du sexe de l'ouvrier.

Voilà le maximum et le minimum, que le salaire ne pourra pas dépasser normalement. Il arrive, sans doute exceptionnellement, qu'un patron, ayant des travaux urgents à exécuter, et sous le coup de la menace d'une grève, paie l'ouvrier au-dessus du maximum, et, en sens inverse, qu'un ouvrier, en cas de chômage général, accepte un salaire inférieur au minimum. Mais ce sera rare. Il est cependant, dans la pratique, une catégorie de salaires, qui se tiennent couramment au-dessous du minimum : ce sont ceux des femmes ; il serait trop long d'en indiquer ici les causes (1).

Entre les deux pôles extrêmes, que nous venons de déterminer, le salaire subit des fluctuations nombreuses, qu'explique le marché du travail. Ce que l'on appelle le *marché du travail*, c'est le nombre des ouvriers et des patrons désireux de se mettre en rapport ensemble ; c'est l'état de l'offre et de la demande de travail. Il y a déjà plus d'un demi-siècle que Richard Cobden disait dans un meeting : « Lorsque deux patrons cou-
« rent après un ouvrier, les salaires haussent ;
« lorsque deux ouvriers courent après un patron,
« les salaires baissent ».

Est-ce à dire que l'offre et la demande soient seuls à fixer le salaire courant ? Non ; l'on a trop abusé de la loi de l'offre et de la demande. Il faut faire intervenir ici deux éléments trop négligés jusqu'ici : les institutions politiques et sociales, et la coutume. Donc trois éléments contribuent à fixer dans la pratique le salaire.

L'offre, ce sont les ouvriers qui apportent leurs bras, et qui cherchent de l'ouvrage pour gagner leur vie ; non pas sans doute toute la population ouvrière, mais celle-là seulement qui habite telle région déterminée, et recherche tel genre de travail en particulier.

La demande, quelle est-elle ? Une ancienne théorie enseigne qu'elle est représentée par les capitalistes, qui cherchent un placement, ou, pour parler plus exactement, par la partie des capitaux qu'ils destinent à entretenir les travailleurs au cours de leur travail, par le *fonds des salaires*, le *wage-fund*, comme on l'appelle. La doctrine nouvelle, qu'a proposée l'américain Francis Walker, et qui est actuellement suivie par la presqu'unanimité des économistes, soutient que le capital à considérer, lorsque l'on veut se rendre compte de ce qu'est le rapport entre l'offre et la demande, n'est pas, comme on l'avait cru antérieurement, le capital constitué par des travaux antérieurs, mais bien la somme des richesses, qui seront produites par le travail même, pour lequel les ouvriers sont engagés. Il est donc permis de formuler brièvement la loi des salaires, en disant que le taux en est fixé d'après le rapport entre le nombre des travailleurs et la productivité de leur travail.

Lorsque la productivité du travail s'accroît, tout le monde y gagne : les ouvriers, en recevant de plus larges salaires ; les consommateurs, en payant moins cher le produit ; les patrons, par l'augmentation des profits. Toutefois, en ce qui concerne ceux-ci, il y a lieu de s'entendre ; car si les patrons gagnent davantage d'une manière absolue, ils gagnent moins *proportionnellement*. C'est ce que Bastiat a très bien mis en relief : « A mesure que les capitaux s'accumulent, le prélèvement *absolu* du capital dans le résultat de la production augmente, et son prélèvement proportionnel diminue ; le travail voit augmenter sa part *relative*, et, à plus forte raison, sa part *absolue* ». La statistique suivante, relative à deux filatures de la Nouvelle-Angleterre, est la confirmation la plus topique de cette assertion économique :

Années	Salaires annuels par ouvrier	Profit par yard nécessaire pour payer 10 0/0	Yards par ouvrier et par an	Coût du travail par yard
1830	164 doll.	2.400	4.321	1.900
1884	290 —	0.408	28.032	1.070

La théorie de la productivité du travail, substituée à celle du fonds des salaires, explique que les salaires se sont largement accrus dans ce siècle. Ils se sont accrus par l'effet de l'augmentation de la productivité, et par une plus grande proportion, prise dans le partage de la richesse.

Mais il est une autre raison qui en fournit également l'explication : ce sont les institutions ouvrières, connues sous le nom de *trades unions*, en Angleterre, de *syndicats professionnels*, en France, et qui fixent des tarifs de salaires, et les imposent aux patrons ; ce sont les coalitions et les grèves, dont la légalité a été admise en 1864, et qui ont éclaté depuis vingt-cinq ans, beaucoup plus nombreuses et plus redoutables en même temps, à raison du caractère de l'industrie moderne ; ce sont encore les *séries de prix* des villes, qui donnent des indications généralement un peu majorées sur les prix, et notamment la *série* de la ville de Paris, invoquée souvent par les ouvriers en faveur de leurs revendications, jusqu'à l'époque récente (1887) où le Conseil municipal l'a rendue obligatoire pour les patrons, qui doivent désormais donner aux ouvriers les salaires inscrits sur ce recueil. Ce sont enfin l'état politique des nations contemporaines, et la sympathie que la classe ouvrière rencontre auprès des pouvoirs publics.

(1) V. *Les Salaires au XIXe siècle*, par Emile Chevallier Paris, A. Rousseau édit.

La coutume a, elle aussi, une action sur le taux des salaires, dont elle ne saurait provoquer la hausse, mais dont elle arrête ou empêche la baisse dans les époques de crise, ou dont, dans certains milieux économiques, elle peut ralentir la marche ascendante. La coutume, en effet, s'il nous est permis d'employer cette figure, est la poussière qui dérange le jeu de la loi économique.

IV. *Etat actuel du salariat.* Il ressort déjà de ce qui précède que le salaire a bénéficié d'une hausse très accentuée. Mais il importe d'insister quelque peu sur ce fait, qui est un des plus considérables de ce siècle.

Le salaire nominal a beaucoup augmenté, pendant que la journée de travail a partout diminué, ne dépassant plus dix heures d'une manière générale, et descendant à huit heures dans certains pays. En Angleterre, le travail cesse même le samedi, vers deux ou trois heures de l'après-midi.

Mais quel a été le taux de la hausse ?

Salaires agricoles (1). — *1° Ferme de l'Aisne.*

	1820 à 1830	1875 à 1884	Augmentation
	francs	francs	p. 100
Gage du maître valet, par an.	200 »	700 »	250
Salaire de l'ouvrier nourri, par jour. . .	» 60	2 10	250

Salaires agricoles. — 2° Ferme de l'Oise.

	1834	1884	Augmentation
	francs	francs	p. 100
Premier charretier. . .	220	600	172
Homme de cour. . . .	96	400	316
Berger.	360	600	66

Salaires de la petite industrie.

	1853	1885	Augmentation
	francs	francs	p. 100
Paris.	3 82	5 84	54
Villes chefs-lieux autres que Paris. . . .	1 89	3 18	68

Salaires des ouvriers des mines. L'administration des mines relève annuellement les salaires payés aux ouvriers mineurs ; voici les chiffres applicables aux *houillères* :

Années	Nombre de jours de travail	Salaire annuel	Salaire moyen par jour
		francs	francs
1847	287	591	2 06
1887	287	1.067	3 72

Quand on distingue les *ouvriers du jour* des *ouvriers du fond*, on voit le salaire annuel descendre à 849 francs pour les premiers et monter pour les seconds à 1,158 francs.

(1) V. l'ouvrage précité et notre étude sur l'*Assistance dans les campagnes*, 1889, Arthur Rousseau, Paris.

En 1887, ces moyennes s'appliquaient à une population de 103,200 travailleurs, dont 3,200 femmes et 7,700 enfants. L'administration des mines confond malheureusement dans une moyenne unique les hommes, les femmes et les enfants, de sorte que la moyenne peut varier, les salaires restant les mêmes, si la proportion respective des sexes ou des âges vient à changer.

Salaires dans l'industrie métallurgique. Dans un établissement important de la Haute-Marne, voici la progression des salaires de 1823 à 1880 :

	1823	1880	Augmentation
	francs	francs	p. 100
Chargeurs de fourneaux, par mois. . .	33	115	248
Fondeurs.	45	125	177
Affineurs.	66	140	112
Chauffeurs.	70	150	114
Marteleurs.	70	150	114

De toutes les statistiques qui précèdent, il ressort une augmentation très forte du prix du travail, augmentation qui s'est fait surtout sentir sur les salaires, qui, au début, étaient les plus faibles. Mais cet accroissement du salaire nominal a-t-il été compensé par un accroissement parallèle des prix des subsistances et des choses nécessaires à la vie ? S'il en était ainsi, le salaire réel n'aurait pas augmenté ; il y aurait eu seulement un déplacement de chiffres, résultant d'une modification dans la puissance d'achat de l'argent.

Or, le prix des choses n'a pas augmenté dans la même proportion ; il est même certains éléments du budget de l'ouvrier, pour lesquels il n'y a pas eu enchérissement. Le budget d'un ménage ouvrier se compose des éléments suivants :

Loyer	15 0/0
Vêtement	16
Nourriture	61
Dépenses diverses	8

Le pain est la nourriture sinon exclusive, du moins principale de l'ouvrier ; il constitue une proportion de 33 à 50 0/0 parmi les dépenses du budget.

Ces éléments connus, on voit qu'il en est sur lesquels il n'y a pas eu enchérissement : les vêtements, par exemple ; le pain n'a pas augmenté. Le loyer a augmenté, sauf peut-être dans les campagnes ; à Paris, il est certainement, au moins, doublé depuis 1817 ; en Angleterre, d'après une évaluation de M. Giffen, la hausse atteindrait 130 0/0. Pour les autres dépenses de nourriture, les unes ont haussé, comme la viande, sur laquelle il y a eu depuis soixante ans une augmentation de 60 à 70 0/0 ; les autres ont, au contraire, baissé.

La conclusion, que l'on peut tirer de cet aperçu rapide, est qu'il y a eu un accroissement certain de bien-être pour l'ouvrier, qui travaille ; il peut satisfaire plus complètement ses besoins, et s'en créer même de nouveaux. Et c'est ici le cas de

répéter, avec un grand entrepreneur de travaux publics de Paris : « La vie n'a pas enchéri, les besoins seuls ont augmenté ». Sans cette augmentation des besoins, l'ouvrier pourrait consacrer à l'épargne une part beaucoup plus large de son salaire. — E. C.

***SALICYLIQUE** (Acide). *T. de chim.* Pour les divers modes de préparation, directs ou par synthèse, de cet acide, méthodes des laboratoires ou procédés industriels (V. *Dictionnaire*, ACIDE, § *Acide salicylique* et, pour ses applications, SALICYLAGE). Nous devons ajouter quelques détails complémentaires relatifs aux propriétés chimiques, organoleptiques et thérapeutiques de cet acide et à ses divers usages.

L'acide salicylique se présente sous diverses formes cristallines, suivant la nature de son dissolvant. Fort peu soluble dans l'eau froide (1 gramme par litre environ), il est très soluble dans l'eau bouillante; par refroidissement du liquide, il cristallise en fines aiguilles qui peuvent atteindre 2 à 3 centimètres de longueur. Par évaporation spontanée de sa dissolution alcoolique (l'alcool peut en dissoudre 500 grammes par litre), il cristallise en gros prismes monocliniques à 4 pans. Dans l'éther (qui en dissout 300 grammes par litre), il se présente en cristaux larges et plats. Il est un peu soluble dans la glycérine (20 grammes par litre). Dans le commerce, on trouve l'acide salicylique à l'état de poudre blanche très légère, soyeuse comme le sulfate de quinine. En cet état, son odeur provoque l'éternuement et la toux. Sa saveur est légèrement sucrée puis styptique, laissant un goût âcre dans la gorge.

Il fond vers 158°, se déduit en vapeurs sans se décomposer, à une température inférieure à son point d'ébullition. Les fines aiguilles provenant de sa sublimation analogue à celle de l'acide borique, sont diaphanes.

Il rougit fortement le tournesol. La formule de l'acide salicylique hydraté est $C^{14}H^5O^5,HO$. On connaît l'acide anhydre $C^{28}H^{10}O^{10}$, blanc, visqueux, sans applications. L'acide hydraté subit diverses transformations, sous l'influence du chlore, du brome, de l'acide sulfurique anhydre, etc.

Les propriétés anti-putrides de l'acide salicylique ont été reconnues par Kolbe (en 1874), qui a attiré sur ce corps l'attention des médecins et des industriels. Il a montré que cet acide a le pouvoir d'arrêter la fermentation du sucre, de la bière, de l'urine; de retarder ou d'empêcher la germination des graines des plantes. C'est à la suite de ces constatations que l'on a employé l'acide salicylique comme moyen de conserver les vins, les bières, le cidre, le poiré, le lait, les confitures, les sirops, les solutions médicinales des alcaloïdes, les sangsues, le poisson, les viandes, etc. Les préparations salicylées sont d'un emploi usuel dans la chirurgie anti-septique (ouate salicylée, tampons salicylés, solution contenant 1 gramme d'acide et 10 à 20 grammes d'alcool pour 100 d'eau). L'acide salicylique, à doses relativement faibles, empêche, dans les liquides facilement altérables, le développement des protorganismes. Mais cette action sur les ferments et les microbes est le plus souvent temporaire, les générations successives de ferments et de germes animés s'accoutumant à des doses progressives d'acide. La question de la toxicité ou de l'innocuité de l'acide salicylique a une grande importance au point de vue de l'hygiène. Les divers comités consultatifs se sont toujours prononcés contre l'emploi de cet acide dans les substances alimentaires (V. *Dictionnaire*, SALICYLAGE). C'est grâce à l'emploi de l'acide salicylique que les vins, cidres, bières, fabriqués avec des produits de basse qualité, ont pu être introduits dans la consommation. En 1880, on a employé 60,000 kilogrammes d'acide salicylique sous diverses formes.

Les propriétés anti-septiques et non contestables, d'ailleurs, de l'acide salicylique ont été utilisées de diverses façons : substitution à l'acide phénique dans le pansement de Lister, lavage des cavités, des plaies putrides, infectieuses, poudre désinfectante employée en Allemagne contre la sueur fétide des pieds (acide salicylique, 3 parties; talc, 87; amidon, 10), conservation des pièces anatomiques. Malgré l'abus qu'on a fait de cet acide pour la conservation des substances alimentaires, il ne faut pas méconnaître qu'il est un anti-septique précieux.

Un de ses composés les plus usuels, le salicylate de soude, est employé avantageusement dans le traitement des rhumatismes et de la goutte, d'après le Dr Sée. — V. *Dict.*, SALICYLATE. — C. D.

Bibliographie : Traité des désinfectants et de la désinfection, par M. le Dr VALLIN, *Acide salicylique*, page 180 à 194; *Dictionnaire des sciences médicales, Salicylique*, p. 278 à 316; *Journal de pharmacie et de chimie*, t. XI, p. 402 (procédé Schmitt), t. XX, p. 258, 1889.

***SAN SALVADOR.** République de l'Amérique centrale située entre la mer et le Guatémala, le Honduras et le Nicaragua. Le sol est volcanique, bien arrosé, riche en produits miniers, le climat est chaud mais salubre. Le pays est couvert de bois précieux ou résineux, à tel point qu'une partie du littoral porte le nom de « Côte balsamique ». L'indigo, le café, le sucre, sont les principales cultures. Cette contrée jouissait autrefois d'une renommée proverbiale pour sa situation exceptionnelle; dans le langage des Indiens, c'était Cuzcallan, le pays des richesses; la domination espagnole ne lui a guère été profitable à ce point de vue, mais, grâce à une administration sage et intelligente, cette république marche à grands pas dans la voie du développement intellectuel et matériel. La plaie de toute cette Amérique centrale, c'est la turbulence, l'ambition de tous ces petits Etats, et les guerres continuelles qu'ils se font.

La capitale, San Salvador (Cuzcatlan), est bâtie sur un volcan, le Juquilisco, et a été huit fois détruite, depuis un siècle et demi, par les éruptions et les tremblements de terre; elle n'en est pas moins très prospère, grâce à ses cultures d'indigo et de tabac. Sa population est de 40,000 habitants. Quant à la population totale de l'Etat, son évaluation est très difficile, à tel point qu'elle varie de 430,000 habitants à 755,000. En tous cas c'est un des pays de l'Amérique espagnole où la population est le plus dense.

Le budget s'élève à 4,067,000 dollars, les recettes sont un peu supérieures aux dépenses. La dette intérieure compreud 6 millions et demi de dollars; la dette exté-

rieure de 200,000 livres sterling seulement, une partie des recettes des douanes est affectée à son amortissement.

L'enseignement primaire est obligatoire, 26,300 élèves fréquentent les écoles; l'enseignement secondaire est l'objet des soins du gouvernement, on forme des ingénieurs, des médecins, des avocats et des professeurs.

Le commerce de la République avec le dehors est relativement important; il faut signaler surtout qu'il est alimenté par une industrie assez active, et qui se développe rapidement. Néanmoins, l'importation est encore très importante en objets manufacturés, surtout les cotons filés et tissés, pour 471,000 dollars, en 1887. Venaient ensuite à cette même époque les farines, 130,000 dollars; les vins et les liqueurs, 76,000; les comestibles, 53,000. Au total à l'importation maritime 3 millions et demi de dollars environ. A l'exportation, près du double, se divisant en : or et argent 295,000 dollars; indigo 1,556,000; café 2,857,000, ces deux derniers articles en baisse par suite de l'avilissement des cours, le sucre, le tabac, le baume dit à tort *baume du Pérou*, etc. Les bois sont aussi l'objet d'un commerce actif. Dans les quatre ports sur le Pacifique le mouvement de navigation atteint près de 400 navires. 46 kilomètres de chemins de fer seulement étaient en exploitation en 1888, mais le réseau s'étend et se complète. Ce pays est un de ceux, parmi les Etats neufs de l'Amérique, dont l'avenir paraît le mieux assuré.

San-Salvador à l'Exposition de 1889. La République du Salvador a été une des premières à envoyer son adhésion officielle. Des crédits importants furent alloués et permirent à M. Pector, commissaire général, de tirer un heureux parti de l'emplacement malheureusement trop restreint qui avait été affecté à l'envoi des exposants salvadoriens. L'architecte du pavillon situé sur la terrasse du palais des Arts Libéraux était M. Lequeux; il avait choisi un style hispano-arabe traduisant assez exactement le caractère des habitations de ce pays; les détails décoratifs étaient empruntés au style ancien et à l'écriture primitive des Mexicains; les reconstitutions en faïence avaient été faites à Gien, sous la direction spéciale de M. Gondouin.

Toutes les vitrines, tables et meubles du pavillon étaient faits en bois divers du pays, dont on avait exposé des échantillons fort beaux, ainsi que des plantes médicinales. Un plant de café, dans l'annexe de l'agriculture, avait parfaitement repris en terre, et mesurait 1m,50 de hauteur. Les minerais, cuivre, argent et or, étaient aussi très remarquables, et donnaient une haute idée de la richesse du sous-sol malheureusement peu ou mal exploité; le gouvernement du Salvador a obtenu pour l'ensemble de ses produits miniers, une médaille d'or et un grand diplôme d'honneur pour les produits ou engins de la pêche et de la chasse.

Les provinces du San-Salvador, la Libertad, Usulutan, Cabanas, Sonsonate avaient envoyé trente-neuf spécimens d'excellents cafés; San-Vicente, Usulutan, San-Salvador et Santa-Anna, des tabacs de la Havane et du pays; San-Miguel, Usulutan, Sonsonate, Santa-Anna, des variétés de cacao et de chocolats, en même temps que des produits pharmaceutiques et des vinaigres.

La production textile était représentée par les fibres de maguey, de mezcal, de bombyx pyramidal, de ramie et par un produit nouveau de soie que le docteur Guzman a appelé *seda del Salvador*, et dont on dit le plus grand bien. Les fruits du pays figuraient en conserves, dont la marque Marcelino Arguello, de San-Miguel, a de la réputation.

Dans la section des arts libéraux. nous avons remarqué des bordures en soie provenant des hospices de San-Salvador et du couvent de Saint-Vincent-de-Paul dans Santa-Anna; les chapeaux de femme de la Senora Clementina Villavicensio, des instruments de musique, guitares, mandolines, etc., de Thomas Chavez; l'orfèvrerie de MM. Andrès Avila et Dominguez, les céramiques de M. Manuel Rendon, des meubles en bois précieux et en marqueterie.

Les beaux-arts étaient bien un peu dans l'enfance. Néanmoins nous tiendrons compte d'efforts évidents, et de bonne volonté à MM. Emilio Gonzalès, Destez, Dolorès Cisueros, Gertrude Vilanova, Ignacio Anzola, peintres; Maurice Villacorta, pastelliste; Isidora Rodriguez et Carmen Castillo, qui avaient sculpté de jolies fleurs en cire, et parmi les sculpteurs, M. Avelino Aguilar, de Santa-Anna. Notons encore des compositions musicales assez nombreuses qui semblent dénoter un mouvement important dans ce pays. Nous avons vu, sans les entendre, des morceaux et partitions de MM. Rafael Olmedo, Georgi, Velez, Herrador et Andrade.

SANTAL. Bois de teinture à bas prix employé comme colorant pour le remontage des blancs de cuve, car il résiste au foulage. En dehors de cette destination, il est peu employé en teinture, à cause de la difficulté d'élimination des matières colorantes qu'il renferme et ont besoin de complètement disparaître si l'on veut obtenir un rouge pur. Il contient, en effet, indépendamment de la fibre ligneuse et des matières organiques : 1° une matière extractive peu soluble dans l'eau froide, aisément soluble dans l'eau chaude qu'elle colore en brun, d'une saveur amère et légèrement aromatique : 2° une matière colorante rouge complètement insoluble dans l'eau, se dissolvant facilement dans l'alcool, l'acide acétique concentré et bouillant, les alcalis caustiques, les solutions bouillantes des carbonates alcalins portant tous les caractères d'une résine et à laquelle on a donné le nom de *santaline*; 3° une matière colorante brune et résineuse provenant de la décomposition de la santaline au contact de l'oxygène de l'air, plus aisément soluble dans les agents ci-dessus désignés, et qu'on a appelé *santalidine*.

On ne parvient à produire de belles couleurs vives avec le bois que lorsqu'on élimine complètement la santalidine et qu'on s'oppose à la décomposition de la santaline. On a proposé divers moyens pour atteindre ce but et, en particulier, de traiter le bois, épuisé avec de l'eau, par l'alcool et d'employer la teinture obtenue comme bain de teinture. Jusqu'à présent, c'est celui qui a semblé le plus convenable. Mais, abstraction faite du prix élevé de l'alcool dont on a besoin, cette méthode est d'autant moins rémunératrice que la matière colorante n'adhère avec force que lorsque les objets à teindre sont mis en contact avec la solution chaude de santaline et qu'alors l'alcool devient plus volatil. Les pertes deviennent d'autant plus fortes qu'on traite à une température plus élevée.

Le procédé le plus généralement pratiqué est le suivant. Le bois de santal, réduit en poudre, épuisé par l'eau bouillante, est versé dans une solution filtrée de chlorure de chaux où il est traité à froid tant que celle-ci se colore encore. Dès qu'une nouvelle portion de chlorure de chaux n'enlève plus rien au bois, le traitement est terminé. Mais il faut éviter la moindre addition d'un acide et le bois ainsi préparé doit être lavé

soigneusement avec de l'eau pure et froide. C'est alors qu'on procède à la préparation du bain en dissolvant une portion de soude correspondant à la quantité du bois, dans l'eau chaude, jetant cette solution; chaude mais non bouillante, de bois préparé sur un filtre propre en toile, puis couvrant la cuve qui renferme ce bain avec un couvercle bien ajusté. Il faut éviter toute agitation et, en même temps, entretenir le feu sous la chaudière de manière que le bain soit chaud, mais sans être poussé au bouillon. Dès que le bain présente le rouge satiné qu'on désire avec reflet violet, il est prêt pour la teinture.

Celle-ci se pratique, en général, en y plaçant les matières mordancées aux mordants acides où on les monte au ton voulu, puis, en les travaillant de rechef dans un bain acide. On obtient ainsi, avec le santal, de belles couleurs vives comparables à celles de la garance. — A. R.

SAVON. L'Exposition de 1889, survenue depuis la publication du *Dictionnaire*, n'avait rien d'intéressant concernant la savonnerie et c'est encore en dehors de cette Exposition qu'il faut aller chercher les perfectionnements apportés à cette industrie. Les savons exposés ne représentaient d'ailleurs en rien la fabrication courante, comme cela a toujours malheureusement lieu dans les expositions.

Deux inventeurs, M. Rivière, de Paris, et M. Seigle Goujon, de Lyon, avaient présenté chacun un système de saponification moléculaire qu'ils avaient cru devoir faire breveter, mais qui se trouvent primés par les travaux de L. Droux (brevet de février 1884).

Ce mode de saponification rapide a un côté séduisant, mais l'expérience semble prouver que, jusqu'à présent, le temps est un facteur indispensable à la formation du savon complet et, par conséquent, au *rendement*, c'est-à-dire au poids du savon formé par un poids donné de matière grasse employée.

Dans ces conditions, l'opération commerciale, en dehors de la mauvaise qualité du savon, serait désastreuse. Le brevet L. Droux ne se rapporte à la fabrication du savon que comme accessoire, son but étant d'arriver à obtenir une extraction partielle de la glycérine sans altérer la qualité de la matière grasse devant ensuite être transformée en savon.

Nous persistons à croire à l'avenir de la saponification moléculaire, non pas peut-être en vue de la fabrication directe du savon complet, mais tant pour l'extraction préalable de la glycérine que pour faciliter et accélérer l'opération de l'empâtage. On trouvera plus loin la description de ce système.

Le prix de vente du savon a été sensiblement abaissé dans ces dernières années, mais il faut reconnaître que la qualité a subi la même diminution. Quelques rares et anciennes maisons continuent à produire des savons purs, fabriqués par la vieille et excellente méthode de la grande chaudière, mais Marseille même a sensiblement diminué la qualité de ses produits, les savons blancs, jadis de qualité parfaite, sont tous aujourd'hui des *savons d'augmentation*, c'est-à-dire additionnés d'eau, et ce n'est pas sans raison que l'on a pu dire que l'introduction dans la savonnerie des huiles concrètes de coprah et de palmistes avait été fatale à la qualité du savon.

Quant aux savons mous à base de potasse, dits *savons noirs*, on est arrivé à les charger jusqu'à 50 0/0 de matières étrangères. Ce sont les savonneries allemandes surtout qui, par leurs *ajoutes*, ont contribué le plus à l'abaissement de la qualité du savon.

L'Allemagne a cependant institué deux écoles pratiques de savonnerie, l'une à Berlin, l'autre à Chemnitz (Saxe), et il existe chez nos voisins deux journaux spéciaux, le *Seifensederei* et le *Seifenfabrikant*, ne traitant que de ce qui intéresse la savonnerie. Ces journaux tirent un assez grand nombre d'exemplaires et il est triste de constater que ce sont les écoles de savonnerie et la presse spéciale qui ont ainsi propagé les moyens de frauder le savon.

Le public ne sait pas assez que la valeur détersive du savon est en raison directe de la quantité d'acides gras qu'il renferme, il devrait donc refuser tout savon à bas prix.

Malgré les inconvénients signalés ci-dessus, ces écoles de savonnerie constituent un réel progrès; nous ne pouvons trop le dire à nouveau, ces établissements sont un danger pour nous, peu à peu toutes les savonneries du monde se rempliront de contre-maîtres allemands qui ne trouveront plus à leur goût que les matières et les instruments venant d'Allemagne. Le seul remède est de suivre la voie qui nous est indiquée par nos voisins : fonder une école de savonnerie subventionnée par l'Etat, mais entretenue par des cotisations volontaires.

Le complément naturel de cette fondation serait une école de stéarinerie, mais, il faut le dire, en France, chaque fabricant, savonnier ou stéarinier, se croit supérieur à son voisin, se figure avoir des secrets de fabrication, sans réfléchir qu'il n'y a rien de secret à notre époque; dans ces conditions, il y a peu à attendre de l'initiative privée. Un journal dont le prix d'abonnement était des plus modestes, *La Savonnerie*, donnant les traductions les plus intéressantes des deux journaux allemands, n'a pu vivre faute d'abonnés, alors que le *Seifensederei* seul tire à plus de 5,000 exemplaires.

Les perfectionnements les plus importants introduits dans les savonneries, pendant ces dernières années, consistent dans la récupération de ces quantités énormes de glycérine perdues jusqu'ici pour tout le monde. Cette question préoccupe avec raison tous les industriels sérieux, c'est là, actuellement, le fait saillant de cette industrie. Nous avons déjà indiqué, dans le *Dictionnaire*, aux mots GLYCÉRINE et SAVON, les diverses méthodes employées, nous y renvoyons.

Presque toutes les grandes savonneries, et surtout, en France, celles de Marseille, se sont installées maintenant pour recueillir leurs lessives, en saturer l'alcali libre et livrer aux raffineurs de glycérine un produit sirupeux, impur,

connu dans le commerce sous le nom de *glycérine de savonnerie*, renfermant de 75 à 80 0/0 de glycérine anhydre.

La présence des sulfures provenant des soudes brutes employées jadis à Marseille, nuisant considérablement au nouveau produit glycérineux, les savonniers ont été conduits à abandonner cet alcali impur pour ne plus faire usage que du carbonate de soude Solvay, ou même quelquefois de soude caustique. Les vieilles lessives sont alors moins impures et permettent l'extraction de la glycérine dans de meilleures conditions économiques. Il y a donc là à signaler une modification importante des anciens procédés de fabrication.

Voici comment l'on opère à Marseille : Le savonnier fait un choix judicieux de ses lessives usées, il recueille surtout celles d'empâtage et de liquidation, comme étant les plus riches en glycérine, puis il les concentre par évaporation jusqu'à environ 1,200 de densité, point où la glycérine n'est pas encore attaquée. Les appareils d'évaporation employés comme étant les plus économiques, sont les cylindres évaporateurs rotatifs indiqués à la figure 301 du mot Glycérine.

Il faut alors saturer les alcalis libres et les transformer, soit en sulfate de soude, soit en chlorure de sodium, suivant que l'on a intérêt à saturer par l'acide sulfurique ou par l'acide chlorhydrique. Dans les deux cas, la lessive concentrée à 1,200 de densité est amenée dans un bassin dénommé *saturateur*, doublé en plomb quand on emploie l'acide sulfurique, construit simplement en bois pour l'emploi de l'acide chlorhydrique, mais toujours recouvert d'un couvercle mobile, avec cheminée d'appel, et muni, autant que possible, d'un agitateur mécanique. La lessive s'y trouve chauffée jusqu'à environ 100° au moyen d'un serpentin de vapeur.

Cette température étant atteinte, on arrête l'action de la vapeur, puis on fait arriver lentement dans le liquide la proportion d'acide nécessaire à la saturation de l'alcali libre et carbonaté.

Il se produit un dégagement abondant d'acide carbonique en même temps qu'une vive effervescence et, si le bassin saturateur était ouvert, il y aurait lieu de recommander aux ouvriers de prendre toutes précautions contre les dangers d'asphyxie par l'acide carbonique.

Quel que soit le système employé, il faut avoir soin d'agiter la masse du liquide pour obtenir une liqueur homogène et éviter l'emploi d'un grand excès d'acide, quoique la liqueur doive rester légèrement acide à la fin de l'opération. Après quelques heures de repos, la solution doit être limpide et donner encore au papier de tournesol une réaction acide pour assurer la destruction de tous les savons dissous dans la lessive.

On la neutralise ensuite au moyen d'un peu de lessive de soude, si la saturation a eu lieu par l'acide sulfurique ; ou par un peu de lait de chaux, si l'on a employé l'acide chlorhydrique.

La liqueur est abandonnée au repos pendant quelques heures, puis soutirée dans des bassins plats *cristallisateurs* où il se forme, par refroidissement, une notable quantité de sulfate de soude cristallisé si la saturation a été faite par l'acide sulfurique, et fort peu de cristallisation si l'on a employé l'acide chlorhydrique. Quel que soit le mode de saturation, il convient de se débarrasser de la chaux par une addition convenable de carbonate de soude. Au bout de quelques heures, le liquide, troublé par le précipité calcaire, s'éclaircit ; il est sensiblement neutre et peut être porté directement aux évaporateurs rotatifs servant à la concentration.

Pendant cette opération, la plus grande partie des sels que contenait la lessive se dépose, à la surface des cylindres et dans le fond de la bassine d'évaporation. Il convient de pousser cette première concentration, dans les évaporateurs alimentés par la vapeur sous pression des chaudières, jusqu'à la densité de 1,280 environ, sans qu'il y ait à craindre aucune perte de glycérine par évaporation. Le liquide bouillant est retiré des évaporateurs et envoyé à nouveau dans les mêmes bassins plats cristallisateurs où il laisse encore déposer une forte proportion de sels.

Si le travail de purification a été bien conduit, la lessive doit être parfaitement limpide et neutre au papier tournesol. On achève la concentration jusqu'à 1300 environ de densité, dans un évaporateur spécial, analogue à ceux indiqués dans la figure 501 du mot Glycérine, mais alimenté seulement par des vapeurs détendues artificiellement ou par la vapeur d'échappement d'une machine à vapeur. Cette température moins élevée évite, non seulement l'altération du produit, mais encore la perte de notables proportions de glycérine qui pourraient être volatilisées si l'on employait, pour le chauffage du cylindre évaporateur, de la vapeur à une trop haute température.

Le liquide refroidi à la température de +15°, marquant 1,300 de densité, contient environ 75 à 80 0/0 de glycérine anhydre ; le reste, 20 à 25 0/0, étant constitué par parties égales environ d'eau et de sels divers. Ce produit, distillé chez les raffineurs, fournit la glycérine pure.

Pendant la concentration des lessives, aussi bien à haute qu'à basse température, il s'est déposé de notables quantités de sels qui restent imprégnés de lessives glycérineuses plus ou moins riches, jusqu'à former, même au fond de l'évaporateur à basse température, un magma ressemblant à de la mélasse. On réunit tous ces sels et produits gluants, on les rend plus fluides par addition de lessives saturées et filtrées, marquant 1,200 environ de densité, et l'on passe le mélange dans une turbine ordinaire qui sépare les sels de la lessive glycérineuse. Quant aux sels provenant des cristallisateurs, ils doivent également être lavés à la turbine, avec la même qualité de lessive, mais d'un degré moindre (12 à 15°). Ces sels peuvent être utilisés de nouveau dans la savonnerie. Le liquide sortant de la turbine rentre avec les lessives à concentrer dans la fabrication générale.

Comme nous venons de le dire, ce nouveau produit commercial est dénommé *lessive glycérineuse* ou *glycérine de savonnerie*, il renferme de 75 à 80 0/0 de glycérine anhydre.

Sa valeur commerciale varie avec celle de la glycérine.

Généralement, le prix de cette lessive glycérineuse est de 60 à 70 0/0 de la glycérine brute, à 1,240 de densité, provenant des stéarineries. Le prix de revient de ce produit est très variable, il dépend de l'importance de la fabrication, des quantités travaillées, des lessives brutes qui en forment la matière première, des frais généraux de l'établissement, du bon agencement des outils, des évaporateurs et de la conduite des opérations de purification.

Il est des usines qui évaluent ce prix de revient à 30 francs par 100 kilogrammes, tandis que d'autres, mieux outillées, peuvent produire au-dessous de 20 francs. Dans tous les cas, ce traitement constitue maintenant un revenu important pour le fabricant, mais le savonnier aurait tout avantage à employer les procédés décrits dans le *Dictionnaire*, au mot SAVON, procédé L. Droux pour l'extraction de la glycérine de la lessive d'empâtage au moyen d'une séparation par le sulfate de soude. Nous avons également décrit, au mot SAVON, le procédé d'extraction de la glycérine par décomposition directe en autoclave, des matières grasses en glycérine et en acides gras préalablement à la fabrication du savon. On trouvera enfin, au mot BOUGIE, dans le *Dictionnaire* et dans le *Supplément*, une étude complète de tous les systèmes d'appareils pour la décomposition des matières grasses en autoclave. Il est généralement admis, aujourd'hui, que la saponification comme la décomposition des matières grasses, neutres en glycérine et en acides gras, ne pouvait être opérée convenablement que dans des appareils disposés de façon à obtenir un brassage des matières en traitement et, pour arriver à ce but, tous les industriels ont maintenant reconnu que le seul mode d'agitation certain possible à vérifier, était l'agitation mécanique avec organes de transmission placés en dehors de l'appareil.

La forme de l'autoclave doit être étudiée avec soin, car pour arriver à la décomposition des matières grasses, il faut atteindre des températures correspondantes aux pressions considérables de 12 à 15 kilogrammes par centimètre carré.

Les appareils cylindriques ont malheureusement déjà donné lieu à de nombreuses explosions presque toujours suivies de mort d'homme, et nous avons expliqué au mot BOUGIE (*Supplément*) comment tout autoclave cylindrique était fatalement destiné à périr par explosion, si le fabricant n'avait pas la précaution de le faire examiner assez souvent et de le remplacer après un certain temps de service. C'est pourquoi un grand nombre d'industriels ne font plus usage, aujourd'hui, que des appareils sphériques.

La sphère est, de tous les vases, celui qui donne le maximum de capacité avec le minimum de surface, c'est la forme indéformable dans laquelle le métal travaille dans les mêmes conditions de résistance dans toutes ses parties, c'est donc le vase résistant par excellence à une pression intérieure, permettant ainsi l'emploi d'un métal de moindre épaisseur tout en donnant la plus grande sécurité et la forme la plus appropriée au travail.

On trouvera au mot BOUGIE, figure 236, du *Supplément*, le dessin et la description des appareils sphériques du nouveau type. Quel que soit le système d'autoclave choisi, son installation est toujours coûteuse. On a donc dû chercher un appareil plus simple pour l'extraction des glycérines dans les savonneries. Cela nous conduit aux appareils continus et à la saponification moléculaire qui, malheureusement, n'est pas encore pratiquement industrielle, c'est là néanmoins une question des plus intéressantes pour la savonnerie.

En suivant l'ordre des brevets, le premier de ces appareils est celui de L. Droux, février 1884, *Saponification moléculaire*. Il consiste en un pulvérisateur-injecteur, construit dans le genre des instruments connus dans l'industrie sous le nom d'*appareils à jets de vapeur*. Cet appareil est formé d'un ou de plusieurs cônes métalliques dans lesquels un jet de vapeur produit un appel capable d'entraîner la matière grasse et l'eau, et de les refouler sous pression considérable et mélangées avec la vapeur, dans un canal muni d'une série de cônes ou d'obstacles ayant pour but de produire un mélange intime des matières en traitement.

Au sortir des cônes, le mélange est projeté sur une plaque métallique où il se trouve divisé à l'infini, pour ainsi dire pulvérisé.

L'opération s'accomplit avec de l'eau pure, mais, comme dans toute décomposition chimique de ce genre, la réaction est favorisée par l'intervention d'une faible quantité d'alcali, d'acide ou même de matière inerte divisante.

Le second mode de saponification rapide est dû à M. Rivière, qui a fait breveter son appareil en 1885. Ce chimiste fabricant fait arriver dans un vase clos de très petite dimension, un jet de matière grasse, porté à la température de 100°, en même temps qu'un jet de lessive titrée et portée à la même température. Ces deux jets de liquide crachent horizontalement l'un en face de l'autre, dans un même plan horizontal, en même temps qu'un jet de vapeur vertical pénètre dans le mélange de matière grasse et de lessive et le brasse en lui fournissant la quantité de chaleur nécessaire à la saponification.

M. Rivière place une série de vases à la suite les uns des autres, reprend l'émulsion pour la soumettre à nouveau à l'action d'un jet de vapeur, mais même après avoir traversé quatre à cinq vases semblables avec injection de vapeur, on aperçoit encore des globules de matières grasses, le savon n'est donc pas formé.

L'émulsion semble parfaite, mais la liaison d'empâtage est encore incomplète, car il n'y a pas séparation sensible de la glycérine.

L'appareil Rivière est simplement un bon mélangeur-préparateur.

Le système de M. Seigle-Goujon est préférable, C'est le troisième et dernier en date, son brevet

est du mois d'avril 1889. Voici comment s'exprime ce chimiste :

« Ce qui rend fort difficultueuses les nombreuses opérations auxquelles l'industrie peut soumettre les graisses et huiles de tous genres, c'est souvent l'impossibilité d'obtenir, par les moyens habituels, la diffusion suffisante des réactifs ou agents quelconques dans les masses grasses, lesquelles dans tous les cas opposent toujours une trop grande cohésion moléculaire.

« Par l'emploi d'injecteurs-pulvérisateurs, analogues à ceux dont on se sert pour brûler les goudrons et les pétroles, je facilite énormément les opérations en question.

« Ainsi, par exemple, pour fabriquer les savons, je mets simplement dans les bâches les corps gras liquides ou liquéfiés et les lessives que des tubes amènent à un ou plusieurs pulvérisateurs, simples ou complexes et actionnés par de la vapeur, de l'air ou autre gaz comprimé. J'obtiens ainsi instantanément un mélange intime moléculaire qui, recueilli dans des réservoirs *ad hoc*, y est maintenu en émulsion et dans des conditions nécessaires pour finir la saponification.

. . . . . .

« D'une façon générale, les pulvérisateurs simples sont toujours suffisants, mais dans plusieurs cas, par exemple ceux de saponification, je préfère les pulvérisateurs complexes, que je construis en disposant concentriquement deux ou plusieurs pulvérisateurs qui gardent leur indépendance de fonctionnement et d'alimentation, mais ont leurs orifices d'échappement de façon à donner des jets concentriques et pulvérisés de graisse ou d'huile et de lessives ou de réactifs quelconques. »

M. Seigle-Goujon croit pouvoir dédoubler complètement les corps gras par une pulvérisation continue faite avec de la vapeur à 8 ou 9 kilogrammètres correspondant aux températures de +170° à +180°, et obtenir ainsi, avec un seul appareil et en une opération isolée, d'une part, les acides gras et, de l'autre, la solution glycérineuse.

Nous venons de résumer les trois nouveaux systèmes pour la saponification ou pour la décomposition rapide des matières grasses. Aucun n'a encore donné de résultats absolument satisfaisants, mais tout porte à croire qu'un jour viendra où chaque fabricant de savon possèdera dans son usine un appareil simple et peu coûteux, lui permettant d'extraire rapidement une proportion de la glycérine contenue dans les graisses avant de les transformer en savons.

Mais le fabricant de savon ne doit pas perdre de vue, qu'à notre avis, la présence d'une certaine proportion de glycérine est utile à la composition d'un savon de bonne qualité, et que vouloir extraire la totalité de la glycérine renfermée dans les matières grasses est une erreur, car, par la formation d'un acide gras complet, il y a coloration de la matière grasse, et par suite, coloration du savon.

Nous ajoutons enfin que les conditions de la fabrication du savon au moyen d'un acide gras ne sont plus les mêmes que lorsqu'il s'agit de saponifier des matières grasses neutres, et que, si les essais de déglycérination tentés à ce jour ont donné souvent de mauvais résultats, après la fabrication du savon, ils sont dus à l'inobservation des principes exprimés ci-dessus. — L. D.

•* **SÉNÉGAL.** — V. COLONIES FRANÇAISES.

•* **SERBIE.** — V. PRINCIPAUTÉS DANUBIENNES.

•* **SHUNT.** *T. d'électr.* Mot anglais, qui n'a aucun équivalent en français, employé d'abord par les électriciens anglais pour désigner la résistance que l'on met entre les bornes d'un galvanomètre, pour réduire sa déviation. Le terme a été francisé et l'on dit couramment shunter un galvanomètre au 1/100, au 1/1000. Il est à peu près équivalent à *dérivation*, mais ce dernier terme est plutôt réservé au mode de montage d'organes identiques, par opposition au montage en *série*; tandis que *shunt* s'entend toujours d'une résistance insérée entre les bornes d'un appareil actif.

Les machines dynamo-électriques excitées en dérivation sont définies, en anglais, « shunt-wound », par opposition aux machines excitées en séries, dites « series-wound ».

•* **SIAM.** Royaume de l'Asie, au nord de la presqu'île indo-chinoise. Climat exceptionnellement chaud, la moyenne atteint 32°; sol fertile, surtout dans la vallée du Meï-Nam qui, d'ailleurs, forme la plus grande partie de cet Etat. Longtemps le royaume de Siam a été fermé et d'un accès difficile aux Européens, mais il est maintenant sous la domination occulte de l'Angleterre qui songe sans doute déjà à son annexion aux possessions du golfe de Bengale. Il est assez difficile de se faire une idée des conditions économiques dans lesquelles se trouve ce pays, divisé en provinces qui ne reconnaissent souvent la suzeraineté du roi que d'une façon irrégulière. On pense que la population atteint au moins 6 millions d'âmes. La capitale, Bangkok, compte 400,000 habitants, dont moitié de Chinois qui accaparent tout le commerce.

Les revenus du royaume sont évalués par les uns à 20 millions dont les douanes, les droits de navigation, les amendes, les tributs des vassaux fourniraient la majeure partie; par les autres à 75 millions, provenant d'un droit de capitation, de droits sur les cultures et principalement sur les plantations d'arbres. La question n'est pas éclaircie, mais, à en juger par les dépenses, le chiffre de 20 millions paraît plus vraisemblable.

Le commerce est assez étendu; en 1888, les importations s'élevaient à 10,900,000 dollars, les exportations à 16,300,000 dollars. Celles-ci consistant surtout en riz, 12,500,000 dollars, toutes les terres basses et marécageuses de la vallée du fleuve donnent en abondance un riz excellent; bois de teck, 940,000; poivre, 320,000; sésame, 129,575: bois de safran, 112,000; peaux, 237,000; poissons, 508,000; viennent ensuite les poissons séchés et salés, la soie brute, le bois de rose, le coton, les cornes, les nids d'oiseau, l'ivoire et le bétail. En 1885, les importations n'étaient que de 6,800,000 dollars; les exportations de 9,500,000, il y a donc progrès sensible.

Le port de Bangkok en bénéficie surtout. Son mouvement a atteint, en 1888, 469 navires entrés contre 432 en 1887, 322 en 1886. Le cabotage par les barques indigènes est très important.

Siam à l'Exposition de 1889. Le gouvernement siamois a participé officiellement à l'Exposition, mais on n'a guère compté qu'un seul exposant, le roi. L'envoi de ce petit royaume n'en a pas moins été intéressant; il occupait, à l'extrémité de la rue du Caire, entre le Japon et l'Egypte, une superficie de 250 mètres carrés; dans la même direction se trouvait un kiosque très élégant, celui même où le roi prend habituellement son thé, dans les jardins du palais de Bangkok.

S. M. le roi de Siam avait désigné un comité à la tête duquel il avait mis, comme président, S. A. R. Krom

Mun Narcs Voraridhi, l'un de ses frères. Quelques hauts dignitaires avaient joint à l'envoi du gouvernement quelques produits qui ont été très remarqués.

La section était surchargée, dans cet étroit espace, de costumes richement brodés, de palanquins, de parangs anciens et modernes de soie multicolore, brodés de fleurs et d'oiseaux, d'or et d'argent, ustensiles de cuivre et instruments de musique, ivoires travaillés, vannerie fine, statuettes représentant des scènes de la mythologie, harnais, défenses d'éléphants, échantillons nombreux de riz, tabac, nids d'hirondelles, grains de toutes sortes, fleurs conservées, riz fermenté, boissons du pays, etc.; il y avait des merveilles dans cet amoncellement de richesses; il était certainement regrettable que des marchands siamois ou des correspondants parisiens n'aient pas entrepris de nous faire voir isolément et en détail, comme cela se faisait ailleurs, ces produits d'un art original et véritablement merveilleux.

Mais le plus intéressant, dans l'exposition siamoise, était le pavillon royal en bois, tout couvert de sculptures rouges et or, fouillées avec beaucoup d'art. La toiture était toute en tuiles de bois vernissées et dorées sur la tranche; les frontons en bois sculpté, couverts de petites mosaïques d'or sur fonds bleus et rouges. Quatre perrons donnaient accès à l'intérieur du kiosque; les rampes étaient dorées et ajourées, et ornées de statuettes, de divinités guerrières brandissant des armes, tridents, arcs, etc., et couvertes d'un éclatant costume vert, rouge et or. Chacune de ces entrées était surmontée d'un riche fronton sculpté avec une tête de Boudha, des toits coquets à trois étages se terminant en pointe recourbée couvraient entièrement le pavillon et reposaient sur des piliers peints en rouge et or sur lesquels étaient fixés de nombreux petits morceaux de verroterie aux reflets chatoyants. Le plafond intérieur était d'une couleur rose uniforme. La surcharge de sculptures de ce pavillon produisait, il est vrai, un ensemble heureux, mais on pouvait regretter qu'aucun détail ne ressortit et ne fît valoir la véritable habileté des artistes qui ont exécuté de semblables œuvres de patience.

SOIE ARTIFICIELLE. La recherche d'une matière textile artificielle pouvant rivaliser avec la soie a longtemps exercé les savants et les industriels, mais le problème semble aujourd'hui avoir fait un grand pas, car l'on a pu voir, à l'Exposition de 1889, deux solutions qui, l'une et l'autre, ont leurs avantages.

La première en date est celle qu'a trouvé M. de Chardonnet, qui a su tirer parti de la propriété que possède la cellulose nitrée de se dissoudre dans l'alcool et l'éther pour en obtenir, par la dessiccation, des filaments soyeux. Il s'agit, en réalité, d'un collodion spécial qui est débité en fils ténus. Voici d'ailleurs le procédé.

La continuité du fil, sa transparence, les feux de lumière intérieurs, l'éclat soyeux ne peuvent s'obtenir qu'en filant une solution liquide. La cellulose pourrait servir mais elle n'a pas de véritable dissolvant : il faut la nitrater, la filer en collodion et la débarrasser ensuite d'une partie de son acide nitrique. On peut employer les diverses celluloses à condition qu'elles soient pures et non altérées par les réactifs. M. de Chardonnet a surtout étudié les cotons et les pâtes sulfureuses de bois tendres. Avec ces matières, on forme une cellulose octonitrique pure, dissoute à raison de 6,5 0/0 dans un mélange de 38 d'éther et 42 d'alcool. Ce collodion est renfermé dans un réservoir en cuivre étamé où une pompe à air entretient une pression de plusieurs atmosphères et qui se continue inférieurement par une rampe où sont implantés des tubes de verre terminés par une portion capillaire. Un second tube enveloppe chacun des premiers et reçoit un excès d'eau par une tubulure latérale. Cette eau, retenue par une garniture en caoutchouc, retombe autour du tube d'enveloppe. Le collodion, chassé par l'orifice du tube capillaire, est immédiatement solidifié à la surface au contact de l'eau et tombe avec cette eau à l'état de fil; une pince mue automatiquement le prend et le porte sur des bobines tournant au-dessus. Les fils provenant des becs voisins sont réunis en une sorte de grège. Chaque bec est muni d'un obturateur pour règler la grosseur du fil. Afin de ne pas perdre le dissolvant; becs et bobines sont renfermés dans une cage vitrée, où circule une même masse d'air constamment réchauffé à l'entrée de la machine (pour sécher les fils), et refroidi à la sortie (pour recueillir les vapeurs). Les écheveaux sont ouvrés comme les soies de cocons. On procède ensuite à la dénitratation.

Les divers pyroxiles perdent de leur acide nitrique dans les bains tièdes réducteurs et même dans l'eau pure, mais la réaction est plus complète dans l'acide nitrique dilué. L'acide nitrique de la cellulose est enlevé par une *dissociation* qui marche d'autant plus vite que ce bain est plus chaud et plus concentré, mais qui peut être poussé d'autant plus loin que le bain est plus froid et dilué. L'auteur emploie l'acide nitrique à la densité de 1,32; la température doit descendre lentement de 35 à 25°. A la fin, la cellulose devient gélatineuse, éminemment apte à absorber par endosmose certaines substances, notamment les matières colorantes et les sels. Elle ne dégage plus alors que 100 à 110 centimètres cubes d'azote par gramme. Les dissolvants du collodion n'ont plus d'action, les fils ont perdu leurs propriétés explosives et peuvent servir sans danger dans la plupart des applications, surtout mélangés à d'autres textiles; mais on peut les rendre moins combustibles peut-être que le chanvre ou le coton en leur faisant absorber, au sortir du bain nitrique, du phosphate d'ammoniaque. Cette dernière combinaison de cellulose et de sel dégage, en tenant compte de l'eau hygrométrique, 89 à 90 centimètres cubes de bioxyde d'azote par gramme.

La densité de la soie artificielle, 1,49 environ, est comprise entre celles des grèges, 1,66 environ, et celle des soies cuites, 1,43 environ. La charge de rupture varie de 25 kilogrammes à 35 kilogrammes par millimètre carré (30 à 45) pour les soies grèges de cocons, 17 à 20 0/0 de moins que pour les soies cuites). L'élasticité est analogue pour les soies naturelles et artificielles (élasticité des essayeurs, c'est-à-dire allongement avant rupture, 15 à 25 0/0; élasticité réelle, 4 à 5 0/0 environ). Le diamètre des soies artificielles peut varier de moins de 1 millimètre à plus de 40 millimètres; la souplesse peut donc être réglée suivant le but proposé. On peut aussi teindre par les procédés ordinaires; la soie artificielle est

même la seule fibre qui se comporte dans le bain à peu près comme la soie de cocon, à condition de ne pas trop chauffer. Les coupes de soie artificielle, filées dans l'eau comme nous venons de le dire, montent chaque brin sous forme d'un cylindre cannelé; ceci tient au retrait du noyau après solidification de l'enveloppe. Si l'on remplace l'eau par l'alcool, la pellicule superficielle demeure rétractile et le cylindre circulaire.

M. de Chardonnet a cherché à modifier ces procédés en dissolvant le piroxyle dans l'acide acétique pour y incorporer de la gélatine, mais il a trouvé que le fil devenait friable et perdait toute valeur pratique. D'après lui, le fil de grège, formé de deux brins de fibroïne reliés par le grès, serait le produit de deux secrétions différentes : la fibroïne préexisterait dans les organes de la soie, le grès serait émis par les bords des filières et le contact des deux liquides amènerait leur coagulation. Mais c'est là un point à étudier par les naturalistes. Tel est, dans tous les cas, son procédé.

Une seconde solution est due à M. Du Vivier qui, sous le nom de *soie française*, est arrivé également à produire une soie végétale excellente. C'est précisément en dissolvant un mélange de cellulose trinitrique et de pyroxile dans l'acide acétique cristallisable, procédé qui, d'après M. de Chardonnet, ne peut donner qu'un fil friable et sans valeur pratique, que M. Du Vivier a obtenu un résultat tout contraire. Le produit, loin d'être friable, serait, en effet, d'une ténacité remarquable, encore bien qu'un peu inférieure à celle de la soie naturelle, ainsi que sa condensabilité, mais son éclat serait supérieur. D'ordinaire, au lieu de se servir de la cellulose nitrique, M. Du Vivier emploie à son gré le coton du peuplier noir ou même la cellulose du buis qu'il obtient en réduisant simplement le bois lui-même en poudre impalpable et en faisant subir à cette poudre le traitement nitrique ordinaire. Il s'agit de dissoudre la cellulose trinitrique ainsi obtenue et mélangée d'une certaine proportion de gélatine dans l'acide acétique cristallisable et il faut, pour cela, une grande quantité de cette substance qui, dans le commerce, est relativement chère. En conséquence, M. Du Vivier se procure économiquement l'acide acétique en brûlant du bois en vase clos, n'importe quel bois, le sapin excepté, et de préférence les bois durs. Cette combustion lui procure abondamment l'acide pyroligneux, d'où il extrait aisément l'acide acétique. Mais, outre l'acide pyroligneux, elle lui fournit encore du charbon, des goudrons lourds et légers et de l'alcool méthylique, tous produits secondaires dont la vente suffit à couvrir, et au delà, les frais d'achat, de préparation et de cuisson du bois, en sorte que la fabrication de l'acide acétique cristallisable, non seulement est réalisée sans frais par l'opérateur, mais lui procure même un léger bénéfice.

Ce mode de procéder entraîne à une grande consommation de bois, tant pour l'obtention de la cellulose que, plus encore, pour la fabrication de l'acide acétique. D'après les appréciations de M. Du Vivier, l'établissement d'une usine en des proportions convenables pour une grande exploitation lui donnerait lieu d'utiliser chaque année la totalité des coupes d'un arrondissement forestier, autrement dit d'une conservation. Cette indication est en soi un peu vague, mais elle donne un élément pour arriver à quelque chose de plus précis. Le produit des coupes des forêts domaniales, de 1875 à 1885, à été, en nombre rond, de 280 millions de francs, ce qui fait une moyenne de 28 millions par an, lesquels, divisés par les 32 conservations de France, donneraient par conservation un chiffre de 875,000 francs de bois. Il est vrai que les coupes des forêts communales et hospitalières ne sont pas comprises dans ce chiffre, etc.; les bois domaniaux comprennent un million d'hectares environ, ceux des communes et des hospices n'en comprennent pas moins de 1,917,000, soit près de 2 millions. Mais, d'autre part, il faudrait déduire du rendement total les bois absorbés par la charpente et l'industrie, plus abondants au sein des forêts de l'Etat que les autres. En tous cas, si la fabrication de la soie de bois par M. Du Vivier absorbait chaque année du bois jusqu'à concurrence de un million à 1,500,000 francs, il faudrait reconnaître qu'il y aurait là pour nos forêts un débouché fort appréciable. Or, le faible prix de revient de la soie française de cellulose par les procédés de M. Du Vivier, semblerait devoir assurer promptement à ce nouveau produit une prédominance évidente sur les produits similaires, puisque ce prix de revient, d'après les renseignements fournis par M. Du Vivier, ne serait pas supérieur, pour le fil écru, à 3 fr. 68 le kilogramme, soit 5 francs le kilogramme avec l'amortissement du capital. Il y a dans cette industrie naissante de la soie de bois un emploi nouveau du bois qui se trouve en ce moment, par suite de l'emploi du fer dans les constructions, délaissé pour une foule d'usages. — A. R.

SONNERIE ÉLECTRIQUE RÉCEPTRICE. Nous avons vu, à l'article HORLOGE ÉLECTRIQUE, un système de sonnerie réceptrice pour pendules de cheminées. Dans beaucoup d'installations domestiques, les récepteurs à minutes sont sans sonnerie et l'on préfère disposer, en dehors des cadrans récepteurs, des sonneries réceptrices placées en des endroits déterminés : antichambre, vestibule, etc. La figure 755 représente une sonnerie système Reclus, très bruyante, souvent

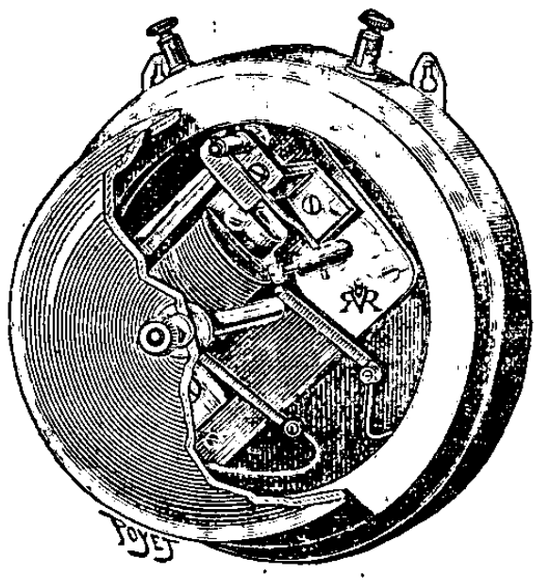


Fig. 755. — *Sonnerie réceptrice sur timbre.*

employée pour vestibule. Ce système de sonnerie est très simple et donne d'excellents résultats; les coups sont bien caractérisés, parfaitement nets, sans ferraillement.

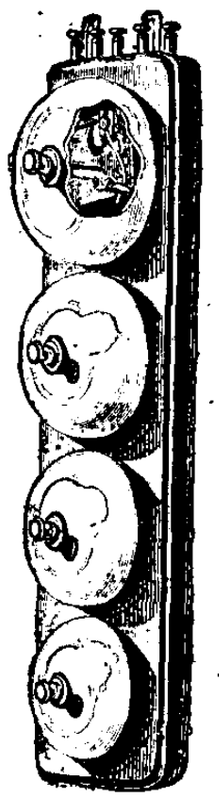


Fig. 756. *Timbres montés en carillon.*

Des timbres comme ceux de la figure 755 peuvent être disposés en carillon de 4 ou 8 timbres parfaitement accordés, de manière à pouvoir reproduire, chaque quart d'heure, les airs d'un mécanisme distributeur spécial. La figure 756 représente une disposition à 4 timbres très usitée.

Pour sonner sur des cloches de 0m,18 à 0m,55 de diamètre (pesant de 5 à 100 kilogrammes), M. Victor Reclus emploie un système de marteau électrique qui se boulonne au centre de la cloche. Ce système est caractérisé par la forme et la disposition des électros et par le mode de commande du marteau. Les deux électro-aimants de l'appareil sont à une seule bobine, et ils sont superposés et boulonnés sur le bâti.

Les deux armatures entretoisées sont articulées sur le même axe et l'une d'elles porte une broche vissée à son extrémité; cette broche s'engage dans un levier à fourche calé sur l'axe d'articulation du marteau. Cet axe d'articulation reçoit un levier à contrepoids qui équilibre une partie du poids du marteau.

Pour les grosses cloches au-dessus de 100 kilogrammes qui doivent, indépendamment de la sonnerie d'heures, pouvoir sonner en volée, le mécanisme électrique se place à une certaine distance sous la cloche et il agit sur le marteau par l'intermédiaire d'une corde métallique.

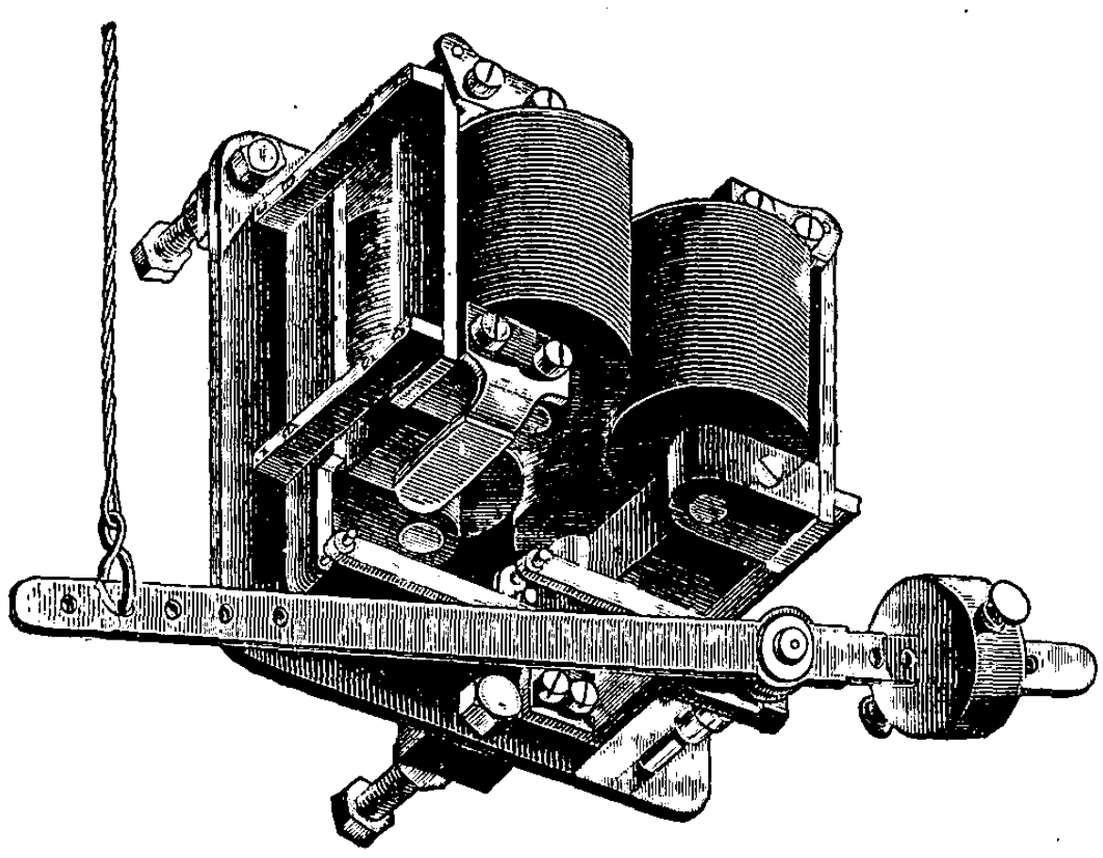


Fig. 757. — *Sonnerie électrique réceptrice pour grosse cloche d'église.*

Ce mécanisme, représenté fig. 757, est composé de 4 électro-aimants conjugués superposés deux par deux.

Une sonnerie d'heures et demies sur cloche de 500 kilogrammes dépense annuellement 1,140 watts-heure.

****SOUDAN FRANÇAIS.**—V. COLONIES FRANÇAISES.

SOUDURE. La soudure est une opération qui a pour but de réunir intimement deux corps de même nature ou de nature différente. La soudure est dite *autogène* lorsqu'elle est obtenue sans l'interposition d'un corps étranger.

La soudure des *aciers* est, en général, une opération assez délicate qui exige, de la part des ouvriers chargés de la pratiquer, des soins tout particuliers. Quelque attention qu'il y apporte, le forgeron ne réussit pas toujours parfaitement la soudure de l'acier. Ceci est tellement vrai que des ingrédients spéciaux, véritables panacées, ont été proposés pour faciliter la soudure des aciers et ont produit, à l'usage, des effets très discutables.

Lorsque, pour la première fois, apparurent les aciers extra-doux, déphosphorés, la question de la soudure des aciers se présenta sous un jour tout nouveau. Cette fois, en effet, ce n'était pas un acier véritable qu'il s'agissait de souder, mais bien un métal fondu présentant une composition chimique et des propriétés mécaniques très voisines de celles des fers forts. Quelques essais exécutés sur des coulées de métal, favorable à ces expériences, trompèrent les producteurs et leur firent croire trop tôt que tous leurs aciers étaient soudables; c'était là une illusion fort dangereuse qui eut pour l'avenir des aciers basiques des conséquences très fâcheuses.

Il ne faut pas oublier que, dans ses débuts, toute fabrication présente des irrégularités et même des anomalies qui sont inévitables. Nombre d'échantillons livrés au commerce comme aciers soudables ne soudaient qu'imparfaitement ou craignaient trop le feu, c'est-à-dire qu'ils cassaient à chaud sous le moindre effort, dans la soudure même ou dans les régions voisines, parce que le métal ne pouvait supporter sans altération notable une aussi forte température.

De quelques insuccès un peu trop divulgués résulta forcément un certain discrédit qui atteignit tous les aciers extra-doux. Il fallut aux usines plusieurs années de travail rationnel et persévérant pour faire oublier les premiers échecs. L'éponge, on peut le dire sans hésiter, a été passée sur toutes ces petites mésaventures et l'acier basique est considéré maintenant comme un métal merveilleux réunissant d'une façon tout à fait inespérée les qualités les plus diverses et les plus précieuses, aussi bien pour le travail à froid que pour le travail à chaud.

Les publications récentes de M. Hallopeau,

ainsi que les études de M. Rémaury, prouvent que l'on peut appliquer sans témérité à l'acier basique extra-doux le nom définitif de *fer fondu soudant*.

D'ailleurs, nombre d'usines livrent aujourd'hui au commerce des aciers doux avec garantie de soudabilité. Les plaintes de la clientèle sont rares et, s'il s'en produit quelquefois, il convient de les attribuer plutôt à l'inexpérience des forgerons qu'au défaut de qualité du métal.

Certaines aciéries se sont fait une spécialité de la production et de la vente des aciers doux soudables employés en quantités importantes pour la fabrication des bandages de roues.

Les services techniques de la guerre et de la marine demandent parfois aussi des aciers doux soudables et font subir à ce métal, avant sa réception, les épreuves les plus diverses pour s'assurer de sa soudabilité.

Souvent, les ouvriers qui sont chargés de souder le métal basique ignorent quelles sont les conditions les plus favorables à la réussite de cette opération. Le nom d'*acier* effraye bien des forgerons qui se figurent qu'un produit ainsi qualifié est forcément dur à froid et doit, par cela même, craindre beaucoup la chaleur. C'est là une erreur très accréditée contre laquelle il convient de réagir. Les aciers doux peuvent et doivent être chauffés au blanc pour être soudés. Sans entrer dans des détails trop manuels, il est permis de dire que l'on doit souder les aciers à *amorces croisées*, c'est la seule manière d'opérer qui présente les garanties suffisantes. La soudure par *simple contact* ou *rapprochement* est moins sûre. Les soudures en *bout* et par *encollage* seront absolument réprouvées.

Les aciers doux de bonne qualité, ceux-là seuls qui peuvent être vendus comme aciers soudables, seront soudés au blanc, comme les fers.

Plusieurs moyens, tous très simples, ont été proposés pour s'assurer qu'une soudure a été parfaitement réussie. Les principaux sont les suivants :

1° A FROID. *a*) *Par la cassure*: En cassant à froid, après entaille, l'échantillon dans la partie soudée, on ne doit apercevoir aucun indice d'amorce et, de plus, le grain doit présenter un aspect normal, c'est-à-dire semblable à celui des parties qui n'ont pas été chauffées en soudant;

b) *Par la traction* : Deux ronds d'acier, de 16 millimètres de diamètre environ, sont soudés à amorces croisées, la barrette ainsi obtenue est essayée par traction de manière que la partie soudée soit aussi celle qui supporte l'effort de la traction.

Par cet essai, on constate souvent que les ronds soudés en leur milieu résistent et s'allongent aussi bien que les mêmes ronds non soudés, préalablement essayés.

De nombreuses épreuves ont été faites dans ces conditions ; le tableau suivant met en lumière les résultats qu'ont fournis 20 éprouvettes d'acier doux essayées avec et sans soudure :

Essais de traction sur 20 éprouvettes forgées ou soudées.

Nos	Eprouvettes forgées		Eprouvettes soudées		Composition du métal			
	Résistance par millim. car	Allongement pour 100	Résistance par millim. car.	Allongement pour 100	C	S	Ph	Mn
1	38k,3	30.0	40k,8	30.0	0.120	0.056	0.032	0.400
2	38.7	30.0	38.7	28.0	0.130	0.060	0.030	0.410
3	39.1	29.0	39.8	28.0	0.140	0.035	0.046	0.400
4	40.2	32.0	41.1	30.0	0.105	0.066	0.035	0.380
5	40.2	29.5	40.8	27.5	0.135	0.058	0.040	0.410
6	40.2	32.0	41.4	31.0	0.140	0.056	0.048	0.430
7	40.7	27.0	41.2	31.0	0.140	0.050	0.043	0.380
8	42.6	26.0	44.2	24.0	0.135	0.066	0.060	0.430
9	44.0	28.0	44.0	27.0	0.150	0.066	0.056	0.380
10	45.0	26.0	45.2	26.5	0.175	0.040	0.076	0.475

En regard des résultats de traction se trouve la composition chimique du métal. Les éprouvettes de traction, soudées ou non soudées, avaient un diamètre de 16 millimètres, elles ont été recuites, les allongements ont été mesurés sur une longueur primitive de 100 millimètres marqués entre repères.

2° A CHAUD. *a*) *Par pliage*. Deux barrettes d'acier de dimensions convenables sont amorcées et soudées en une ou deux chaudes, de manière à ne former qu'une seule barre que l'on replie sur elle-même au rouge, sur la bigorne de l'enclume, dans la partie soudée.

Si la soudure est bien faite et le métal de bonne qualité, le pliage à bloc est obtenu sans criques ni décollement des amorces qui sont pour ainsi dire invisibles. Avec des soudures assez bonnes ou passables, on voit que les amorces commencent à se séparer ; enfin, si la soudure est tout à fait manquée, les amorces se décollent complètement.

b) *Par le perçage d'un trou dans la soudure*. C'est un essai de soudure par approche ; on perce à chaud un trou dans la partie soudée et on agrandit ce trou à l'aide d'un mandrin pour voir si l'adhérence entre les parties soudées est complète.

c) *Par torsion*. Deux bouts d'acier présentant une section carrée d'environ 20 millimètres de côté sont soudés par amorces, puis la partie soudée est chauffée au rouge et tordue en prenant l'une des extrémités du carré entre les mâchoires d'un étau et l'autre dans une clef *ad hoc*. Le nombre de circonférences que décrit la clef ou tourne à gauche avant que la soudure soit décollée ou rompue, représente le degré de soudabilité de l'acier essayé.

Un échantillon d'acier qui a subi sans défaillances les cinq essais ci-dessus mentionnés peut être, sans témérité, qualifié de fer fondu soudant. Bien des fers obtenus par puddlage ne supporteraient pas avec succès de telles épreuves.

L'Exposition universelle de 1889 est venue consacrer officiellement le caractère de soudabilité que l'on accorde aujourd'hui aux aciers doux.

Les aciéries de Longwy présentaient des échan-

tillons d'acier doux dans lesquels se trouvaient réunies et parfaitement réussies de nombreuses soudures. Dans cette aciérie, l'acier doux est couramment employé aux lieu et place du fer pour les besoins journaliers des ateliers d'entretien; ringards et tenailles de toutes sortes sont ainsi confectionnés et soudés, quand c'est nécessaire, sans qu'il soit résulté de cela le moindre inconvénient.

D'ailleurs, les aciers extra-doux se soudent aisément aux fers puddlés ordinaires.

MM. Valton et Rémaury ont soumis à l'examen des métallurgistes, dans la classe 48, groupe V, une série d'aciers doux de diverses usines françaises et étrangères. Ces métaux sont obtenus sur sole neutre en minerai de chrome et offrent tous les caractères d'une extrême douceur. Ils se soudent sans difficultés.

Les aciers extra-doux et doux sont ainsi classés, d'après leur composition chimique et leurs propriétés mécaniques :

1° Fer fondu soudant.

Résistance à la rupture : 36 kil. par millim. carré.

Composition :	Carbone	0.080 0/0
	Soufre	0.045
	Phosphore	0.030
	Manganèse	0.300

2° Acier extra-doux soudable.

Résistance à la rupture : 39 kil. par millim. carré.

Composition :	Carbone	0.100 0/0
	Soufre	0.050
	Phosphore	0.040
	Manganèse	0.400

3° Acier doux soudable.

Résistance à la rupture : 42 kil par millim. carré.

Composition :	Carbone	0.120 0/0
	Soufre	0.050
	Phosphore	0.060
	Manganèse	0.505

Soudure électrique. M. E. Thomson, de Boston, s'est attaché à l'étude théorique et pratique de la soudure par l'électricité. Les premiers travaux de ce professeur, parus en 1886, ont été résumés dans le *Dictionnaire*. — V. Soudure.

En octobre 1890, au meeting de l'*Iron and Steel Institute*, tenu à New-York, M. Thomson a donné sur le même sujet quelques indications complémentaires qui seront signalées ci-dessous.

Tous les métaux essayés jusqu'à ce jour ont pu être soudés sur eux-mêmes; des métaux différents peuvent également être soudés ensemble : des éprouvettes de métal essayées par traction montrent que la pièce n'a pas été affaiblie du fait de la soudure, le métal n'est pas dénaturé. Avec les métaux tels que l'*étain*, le *plomb*, le *zinc*, fusibles à basse température, la soudure s'accomplit sans production de phénomènes lumineux; on suit les progrès du chauffage des amorces en appréciant la plasticité du métal. En raison de sa faible conductibilité électrique, le plomb est facilement soudé sur de grandes sections avec de faibles courants.

Les métaux fragiles, tels que le *bismuth* et l'*antimoine*, sont soudés avec la même facilité que l'étain ou le zinc.

L'*aluminium* peut aussi être soudé, ainsi que le *magnésium* qui fond avant de s'allumer.

La soudure du *laiton* présente quelques difficultés qui tiennent à la faible résistance électrique de cet alliage aux températures élevées; il en est de même pour le *cuivre*, en raison de sa grande conductibilité.

Le *fer* et l'*acier* se soudent aisément. M. Thomson a construit des machines qui permettent de fabriquer des chaînes d'acier dont les maillons sont soudés par l'électricité; on exécute plusieurs soudures à la fois, en sorte que l'on peut souder simultanément deux maillons, un à chaque bout de la chaîne.

En général, on effectue sans *flux* (borax) la soudure des métaux moins fusibles que leurs oxydes, tels que le fer, le cuivre, l'étain, etc.; le flux est employé, au contraire, pour la soudure de l'acier, du laiton et de divers autres alliages qui fondent avant leurs oxydes. Dans ce cas, le borax, en se combinant à ces oxydes, forme un laitier plus fusible que le métal.

La question de la soudure électrique est toujours à l'étude et chaque jour on trouve de nouvelles applications ingénieuses et fécondes de ce mode de travail. — L. C.

****SPECTROGRAPHE**. On désigne ainsi des appareils à l'aide des quels on photographie le spectre des divers corps lumineux. Ils consistent en un spectroscope auquel on ajoute une chambre noire photographique.

Le modèle le plus simple est celui que l'on réalise en mettant sur une petite chambre noire un spectroscope à vision directe aux lieu et place de l'objectif. La fente du spectroscope est dirigée vers la flamme ou la lumière dont on veut photographier le spectre. On met au point comme pour tout objet à photographier et on substitue le châssis négatif à la plaque dépolie.

Des appareils spéciaux très complets et d'un prix élevé ont été construits pour le même but. De ce nombre se trouvent le spectrographe de Vogel et celui de Stenheil. L'emploi d'appareils de cette sorte est indispensable à l'étude des spectres dont on fixe ainsi les images mieux qu'on ne les copierait à la vue. Ce sont des instrument d'un emploi spécial aux études de science pure. — L. V.

****STRONTIANE**. *T. de chim.* Nous avons donné dans le *Dictionnaire* la description des différents sels du strontium. Mais l'emploi de la *strontiane* dans l'industrie sucrière ayant pris dernièrement une grande extension et les sources de ce minerai s'étant multipliées, nous croyons devoir revenir sur ce sujet en donnant quelques renseignements sur la préparation industrielle de la strontiane (SrO) et de l'hydrate de strontium ($SrO^2H^2 + 8H^2O$) qu'on emploie pour l'extraction du sucre de mélasses. — V. Sucraterie.

La strontiane se trouve dans la nature à l'état de carbonate (strontianite) ou de sulfate (célestine), deux minerais cristallisés. La strontianite est assez répandue dans la nature. On la trouve en Westphalie (dans les environs de Munster), en

Saxe, à Salzburg, en Ecosse, en Irlande, en Dalmatie, etc., mais partout en filons très minces qui ne permettent pas toujours une exploitation économique. Cette exploitation ne s'est faite régulièrement qu'en Westphalie, par les Sociétés Reichardt, von Goerne et Ce, etc., avec une production annuelle qui monte à trois millions de kilogrammes.

Pour obtenir de la strontiane, il faut soumettre la strontianite à une calcination très vive afin de dissocier l'acide carbonique. Cette calcination a lieu dans un four à régénérateurs permettant d'obtenir une température très élevée. La strontiane sortant du four est d'abord concassée, puis éteinte dans l'eau afin d'en préparer une liqueur contenant environ 30 0/0 d'hydrate de strontium. L'extinction a lieu dans une série de récipients formant batterie et disposés les uns au-dessus des autres. Le lait de strontiane, préparé d'abord dans les malaxeurs, coule d'abord dans le premier récipient de la batterie. On agite fortement, on chauffe, on laisse reposer et l'on décante dans le récipient suivant. Dans celui-ci, on ajoute encore de la strontiane cuite et l'on répète la même opération afin d'enrichir méthodiquement la liqueur en strontiane. La liqueur limpide est envoyée dans des grands bacs plats pour y abandonner des cristaux d'hydrate de strontium. Il reste au fond des bacs un résidu qu'on transforme en briquettes et qu'on calcine de nouveau pour en extraire ensuite de la strontiane.

Scheibler et Sidersky ont déterminé la solubilité de la strontiane dans l'eau à différentes températures et ils ont consigné leurs observations dans le tableau suivant :

Solubilité de l'hydrate de strontium (d'après Scheibler et Sidersky).

Température centig.	Dans 100 grammes de solution		Dans 1 litre de solution	
	SrO	SrO+9H²O	SrO	SrO+9H²O
	gr.	gr.	gr.	gr.
0	0.35	0.90	3.5	9.0
5	0.41	1.05	4.1	10.5
10	0.48	1.23	4.8	12.3
15	0.57	1.46	5.7	14.6
20	0.68	1.74	6.8	17.4
25	0.82	2.10	8.3	21.3
30	1.00	2.57	10.1	25.9
35	1.22	3.13	12.4	31.8
40	1.48	3.80	15.1	38.7
45	1.78	4.57	18.1	46.4
50	2.13	5.46	21.8	55.9
55	2.54	6.52	26.1	67.0
60	3.04	7.77	31.2	80.0
65	3.62	9.39	37.5	96.2
70	4.35	11.16	45.5	116.7
75	5.30	13.60	56.0	143.7
80	6.56	16.83	70.2	180.1
85	9.00	23.06.	98.9	253.7
90	12.00	30.78	136.4	349.9
95	15.15	38.86	178.6	458.1
100	18.60	47.71	228.5	586.1
101.2 point d'ébull.	19.40	49.75	240.7	617.4

L'extinction de la strontiane étant faite méthodiquement, les eaux-mères des cristaux sont ensuite utilisées pour l'extinction de la masse cuite de l'opération suivante.

La rareté de la strontianite présentant des difficultés sérieuses pour l'extension de la sucraterie, beaucoup de personnes se sont occupées de rechercher le moyen d'extraire de la strontiane de la célestine ou sulfate de strontium ($SrSO^4$) cristallisé. Ce minerai est fort répandu, surtout en Sicile. Ce pays exporte annuellement de 4 à 5 millions de kilogrammes et son exportation augmenterait certainement avec le temps. Le prix de la célestine est de 7 francs les 100 kilogrammes, alors que la strontianite est vendue à 45 francs les 100 kilogrammes.

Plusieurs procédés ont été proposés pour la transformation industrielle du sulfate de strontium en strontiane, mais il n'y en a qu'un seul qui ait reçu une application étendue. Il consiste dans la réduction du sulfate en sulfure au moyen du charbon. La célestine est d'abord réduite en poudre très fine et mélangée ensuite avec de la houille également en poudre. Le mélange est soumis à une calcination à l'abri de l'air et l'on obtient une masse sulfureuse qui est ensuite épuisée par l'eau chaude. La liqueur abandonne directement des cristaux de strontiane hydratée ($SrO^2H^2+8H^2O$) et il reste en solution du sulfhydrate de strontiane. Cette dernière, séparée des cristaux, est traitée par de l'acide carbonique gazeux qui précipite la strontiane à l'état de carbonate en dégageant de l'hydrogène sulfureux. Le carbonate est travaillé comme la strontianite et sa décomposition est encore plus facile.

M. Radot a apporté plusieurs perfectionnements à ce procédé, qui consistent à traiter la masse sulfureuse par la vapeur d'eau surchauffée ou de traiter la célestine avec des hydrocarbures volatils.

Les autres procédés reposent sur la transformation du sulfate en carbonate au moyen de carbonates d'ammoniaque ou de soude. Le carbonate obtenu est toujours traité comme la strontianite.

Sucrates de strontiane. Le sucre forme avec la strontiane deux sucrates différents, monosabique et bibasique; on en fait usage dans l'industrie pour l'extraction du sucre de mélasses.

Lorsqu'on chauffe une solution sucrée avec de l'hydrate de strontium en excès, jusqu'à la dissolution complète de celui-ci, et que l'on porte le mélange à l'ébullition, il y a précipitation d'un sucrate bibasique de strontiane répondant à la formule $C^{12}H^{22}O^{11}+2SrO$, qui contient presque intégralement tout le sucre de la solution, surtout lorsqu'on a ajouté un excès de strontiane, voire 3 molécules sur 1 de sucre, sans que cet excès entre dans le précipité. Le bisucrate forme des grumeaux qui se séparent facilement du liquide.

Ce bisucrate humide, en refroidissant lentement, se dédouble en cristaux d'hydrate de strontium et en sesqui-sucrate soluble; la solution

de ce dernier, après un séjour prolongé, laisse déposer sous forme de masse cristalline à l'aspect de choux-fleurs, le monosucrate

$$C^{12}H^{22}O^{11} + SrO + 5H^2O.$$

On obtient la même combinaison en laissant refroidir lentement un mélange d'une solution concentrée de sucre avec une solution saturée bouillante de strontiane hydratée; le précipité contient, après vingt-quatre heures, 60 à 70 0/0 du sucre dissous. La formation du sucrate est favorisée si l'on amorce par une addition de monosucrate.

L'un et l'autre de ces sucrates sont employés pour l'obtention du sucre raffiné.

Dosage de la strontiane. Les cristaux de strontiane, les solutions pures, etc., sont titrées au moyen d'une liqueur acide, la strontiane étant alcaline. En faisant usage de l'acide normal, chaque centimètre cube d'acide correspond à 0g,0516 SrO ou à 0g,1326 $SrO^2H^2 + 8H^2O$. Dans les minerais, et notamment dans la strontianite, le dosage de la strontiane est compliqué par la présence du carbonate de chaux, d'acide silicique et d'autres impuretés. Voici la méthode qui donne d'excellents résultats :

On pèse environ 2 grammes de la matière réduite en poudre très fine, qu'on introduit dans un matras conique. On ajoute goutte à goutte de l'acide nitrique et l'on chauffe doucement; la chaux et la strontiane entrent en solution, il se dégage de l'acide carbonique et l'acide silicique reste insoluble. On ajoute ensuite de l'ammoniaque en excès et l'on chauffe jusqu'à l'ébullition afin de précipiter le fer et l'alumine. On filtre et on lave le précipité à l'eau chaude. Le liquide filtré qu'il est bon de laisser couler dans un ballon est évaporé à sec sur un bain-marie et après cela séché pendant une demi-heure à 110° dans une étuve. Puis on le laisse pendant douze heures en contact avec un mélange de parties égales d'alcool et d'éther.

On a soin de fermer hermétiquement le ballon au moyen d'un bouchon pour éviter que l'éther ne s'évapore et n'attire l'humidité. Le nitrate de calcium se dissout facilement dans l'alcool éthéré, tandis que le nitrate de strontium reste insoluble. Il est bon de mettre le ballon, après avoir versé l'alcool éthéré sur la masse, pendant quelques minutes dans un bain-marie. De cette façon, la masse cristallisée, qui s'est formée pendant l'évaporation et qui adhère souvent fortement aux parois du vase, se délaie facilement, surtout si on a encore soin d'agiter de temps en temps le tout. Après douze heures, on filtre le nitrate de strontium et on lave les cristaux avec de l'alcool éthéré, jusqu'à ce que le liquide qui découle ne soit plus troublé par l'oxalate d'ammoniaque. On dissout le nitrate de strontium sur le filtre avec de l'eau chaude et l'on précipite le strontium avec de l'acide sulfurique étendu, après avoir ajouté à la solution du nitrate un volume égal d'alcool; on laisse déposer et l'on filtre. Le sulfate de strontium n'étant pas tout à fait insoluble dans l'eau, on emploie de l'alcool pour le lavage. Le poids du précipité calciné multiplié par 0,8035 donne le carbonate de strontiane ($SrCO^3$) ou, multiplié par 0,5633, le poids d'oxyde (SrO).

On procède d'une façon tout à fait analogue avec la solution éthero-alcoolique du nitrate de calcium. On ajoute de l'eau chaude et l'on chauffe pendant quelque temps pour en chasser l'éther; on ajoute 2 à 3 fois autant d'alcool et on précipite la chaux avec de l'acide sulfurique, on filtre, on sèche et l'on calcine le précipité de $CaSO^4$. Le poids de ce précipité multiplié par 0,7353 donne le carbonate de chaux ($CaCO^3$) ou, multiplié par 0,4118, le poids d'oxyde de chaux (CaO).

L'analyse des résidus de l'extinction présente quelques difficultés, car il faut y doser séparément la strontiane qui s'y trouve à l'état de silicate, de carbonate et d'oxyde, afin de se faire une idée exacte de la marche de l'extinction. Voici la marche à suivre :

a) En premier lieu, il faut séparer l'hydrate des carbonates et silicates. Dans ce but, on traite le résidu avec une solution sucrée (d'environ 25 0/0) à une température qui ne doit pas dépasser 70°. L'hydrate de strontiane, ainsi que celui de chaux se dissolvent facilement, alors que les carbonates et les silicates restent intacts. On filtre et on lave le résidu à l'eau chaude. On ajoute au liquide filtré du carbonate d'ammoniaque pour précipiter SrO et CaO à l'état de carbonate, qu'on filtre et qu'on lave à l'eau chaude. On y sépare SrO et CaO par la méthode décrite plus haut.

b) Le résidu provenant du traitement à l'eau sucrée contient les carbonates et les silicates. On le traite avec de l'acide acétique qui dissout les carbonates en laissant intacts les silicates. On les sépare par filtration et lavage à l'eau chaude et l'on dose SrO et CaO, après les avoir précipités à l'état de carbonates comme dans *a*).

c) Ce qui reste alors sur le filtre ne contient que les silicates. On le décompose avec de l'acide nitrique, en ayant soin de chauffer pendant une demi-heure. L'acide silicique se sépare à l'état de flocons. On ajoute de l'ammoniaque afin de précipiter encore les oxydes de fer et d'alumine, on filtre, on évapore et l'on traite le résidu avec de l'alcool éthéré. — D. S.

Bibliographie : Georges Dureau : *De l'extraction du sucre de mélasse, Journal des fabricants de sucre*, 1885; Scheibler et Sidersky : *Solubilité de la strontiane. Neue Zeotschrift für Zucker industrie*, 1881; F. Sacchs : *Revue universelle des progrès de la fabrication de sucre*, t. I et II; Sidersky, *Traité d'analyse des matières sucrées*, Paris, 1890, p. 18 et 391 à 400.

* **SUCRATERIE.** Les procédés employés pour l'extraction du sucre des mélasses sont très nombreux, quelques-uns ont été décrits sommairement dans notre *Dictionnaire* (V. *Dictionnaire*, Sucre, § *Extraction du sucre des mélasses*), mais il y a encore un grand nombre de procédés nouveaux, qui ont été appliqués avec plus ou moins de succès.

Nous n'avons pas l'intention de décrire tous les procédés de sucrates proposés et dont l'application, en France, est demeurée à l'état d'études; nous nous bornerons seulement à la description de deux

procédés les plus nouveaux et les plus importants, ce sont :

a) Le procédé à la strontiane.

b) La séparation Steffen.

Le procédé à la strontiane est appliqué à la raffinerie Say (Paris), à la raffinerie Parisienne (Saint-Ouen); aux raffineries de Dessau, Rositz, Hildesheim, Mochbern et Frellstedt, et aux sucreries Waghäusel, Spora, Hammersleben et Eilsleben, en Allemagne; à la raffinerie de Zytin (Russie) et à Dobrawitz (Bohême), etc.

La *séparation Steffen* fut installée à la raffinerie Sommier et C^ie^ (Paris), aux sucreries de Saulzoir (Nord), Souppes (Seine-et-Marne) Sainte-Marie-Kerque (Pas-de-Calais), Pont-d'Ardres (Pas-de-Calais), etc., et dans un grand nombre de sucreries et raffineries belges, allemandes, autrichiennes et russes.

La supériorité de ces deux procédés sur tous les autres consiste principalement dans la suppression de l'alcool pour le lavage du sucrate obtenu, ainsi que dans la facilité d'obtenir le sucre à l'état de produits raffinés livrés directement à la consommation.

Procédé a la strontiane. Le procédé d'extraction de sucre de mélasse au moyen de la strontiane repose sur la propriété que possède le sucre de canne de former avec la strontiane, dans des conditions déterminées de température et de concentration, un sucrate insoluble (V. Strontiane), d'une structure granuleuse, qui se lave facilement. Cette réaction est connue depuis 1849, et MM. Dubrunfaut et Leplay l'ont étudiée en vue d'une application industrielle. Mais ce n'est que vingt-cinq ans plus tard, par suite de la découverte de mines de strontiane en Westphalie (V. Strontiane), que ce procédé fut appliqué industriellement, à la raffinerie de Dessau (Anhalt, Allemagne), par MM. Fleischer et Kucken, où il ne tarda pas à prendre une forme pratique. Cependant, ces industriels ont eu soin de garder le plus grand secret sur les détails de manipulation. Vers 1880, le D^r^ Scheibler, professeur de chimie à Berlin, obtint un brevet pour un *procédé de préparation de sucrate de strontiane avec les mélasses de sucreries*. Naturellement, la raffinerie de Dessau a aussitôt contesté la validité de ce brevet, mais elle a fini par se mettre d'accord avec le D^r^ Scheibler, et bientôt une société fut formée à Berlin pour l'exploitation des brevets relatifs à ce procédé.

Pratique du procédé. Le mélange de la mélasse avec la strontiane se fait dans des chaudières en tôle, rondes, d'une capacité utilisable de 20 hectolitres, munies chacune d'un agitateur vertical, d'un barboteur de vapeur et de robinets et soupapes pour l'introduction de la mélasse, la prise d'échantillon et la vidange. La mélasse et les cristaux de strontiane sont amenés à l'étage supérieur, dans des récipients spéciaux. Un réservoir muni de serpentins de vapeur est affecté à la mélasse. Quant à la strontiane hydratée, elle existe sous trois formes, selon sa provenance : 1° le sel blanc, provenant de l'extinction de la strontiane calcinée; 2° le sel jaune, dit *sel de turbine*, résultant de la décomposition du sucrate par le refroidissement; 3° le sel brun, qu'on obtient par le refroidissement des premières eaux-mères séparées du sucrate. A chacune de ces espèces est réservé un récipient spécial, sorte de trémie dont la partie inférieure est munie d'une vanne permettant de faire descendre, dans un petit vase de jauge suspendu à un rail, la quantité de sel voulue pour la préparation du sucrate dans les chaudières rondes au-dessus desquelles le petit vase de jauge circule. Les différents cristaux de strontiane (appelés vulgairement *des sels*) sont montés dans leurs récipients respectifs au moyen de chaînes à godets, de vis d'Archimède et de nochères complètement closes, afin d'éviter l'absorption par la strontiane de l'acide carbonique de l'air. Sur ce même étage supérieur sont installés une grande bâche à eau pour les divers besoins de l'usine et un bac à eau strontianée, c'est-à-dire l'eau saturée de strontiane à froid, qui surnage l'hydrate cristallisé dans les bassins de cristallisation. Dans certaines usines, on remplace cette dernière par les eaux de lavage du sucrate, contenant environ 13 à 15 0/0 d'hydrate de strontiane. Les sels de strontiane sont ajoutés à la mélasse dans la proportion suivante : 3 de blanc, 8 de jaune et 2 de brun pour 13 de mélasse, c'est-à-dire qu'on additionne la mélasse de son propre poids d'hydrate cristallisé, et, en outre, on utilise, dans la préparation du sucrate, des eaux de lavage du sucrate, qu'on emploie dans la proportion de 4 hectolitres par 100 kilogrammes de mélasse.

On prépare d'abord, dans la chaudière, à l'ébullition, au moyen des eaux strontianées et des divers sels, une solution de 20 à 25 kilogrammes de strontiane par hectolitre de liquide, puis on introduit dans la chaudière une certaine portion de mélasse, on maintient la masse en mouvement et l'on chauffe fortement. On ajoute alors du sel de strontiane, on laisse dissoudre, puis on met une nouvelle quantité de mélasse, suivie d'une nouvelle addition de sel, de façon que, la quantité de mélasse étant introduite en totalité, le liquide après ébullition énergique et filtration, accuse une alcalinité correspondant à 14 0/0 de strontiane hydratée. Cet excès de strontiane est nécessaire pour la précipitation complète du sucre contenu dans la mélasse.

L'opération étant au point voulu, on fait bouillir énergiquement et l'on vide la chaudière. Les opérations ultérieures doivent se faire ensuite sans interruption, car le sucrate de strontiane se modifie par le repos et le refroidissement.

Le sucrate ainsi préparé est coulé avec les eaux-mères, dans une nochère horizontale, dans laquelle se meut un agitateur animé d'un mouvement de va-et-vient, afin d'empêcher le sucrate de se déposer. Afin d'empêcher le refroidissement du sucrate, la nochère est chauffée au moyen d'un manteau de vapeur.

La nochère est munie d'une tubulure, que l'on ferme au moyen d'un cône, et qui sert à distribuer la masse aux appareils employés pour la séparation du sucrate de la liqueur-mère. Ces appa-

reils, dits *sucettes*, se composent essentiellement d'un vase demi-cylindrique en tôle, disposé sur un axe horizontal qui permet de donner au système un mouvement d'oscillation analogue à celui qu'on imprime à un berceau d'enfant. Ce demi-cylindre est creux. Sa section horizontale mesure $1^m,10$ sur $1^m,70$, le rayon est de $0^m,55$ et la surface de 187 décimètres carrés. Cette surface est garnie d'une tôle métallique, sur laquelle on applique une toile en tissu résistant analogue aux toiles de filtres-presses. Enfin, sur ce tissu, on place un cadre métallique que l'on fixe sur les bords de l'appareil au moyen de plusieurs vis, et le joint est rendu hermétique par une garniture en caoutchouc. La partie interne de la sucette creuse peut être mise en communication, par un système de tuyaux et de robinets, avec la bâche d'une pompe à air, de façon à produire un certain vide au-dessous de la masse du sucrate répandue sur la surface filtrante. Une tubulure fermée d'une soupape, partant du fond de l'appareil, permet de lâcher les eaux-mères séparées du sucrate.

Les sucettes, dont le nombre varie avec l'importance de l'usine, sont disposées sur le sol de la fabrique, au-dessous de la nochère qui reçoit le sucrate impur. Celui-ci est d'abord coulé sur la surface filtrante de la sucette jusqu'à ce que le cadre qui la surmonte soit rempli à la moitié de sa hauteur. Cela fait, on opère le vide dans la sucette et la filtration se fait très rapidement. Les eaux-mères traversent la masse du sucrate, puis le tissu filtrant et pénètrent ensuite dans l'intérieur de l'appareil; le sucrate reste sur la surface encadrée.

Les eaux-mères sont d'une couleur brune très foncée, et contiennent l'ensemble des matières non sucrées de la mélasse, l'excès de strontiane (15 à 16 0/0) et un peu de sucre (0,50 à 1 0/0). L'égouttage terminé, on cesse le vide, on lâche les eaux-mères dans une gouttière spéciale qui les amène ensuite dans des grands bassins, où la strontiane en excès cristallise par le refroidissement sous forme de *sel brun*.

Le sucrate resté sur la surface de la sucette est alors lavé avec une solution chaude de strontiane de 10 0/0, qui est amenée au-dessus des sucettes par une conduite à enveloppe de vapeur. On lave deux ou trois fois et l'on fait le vide dans la sucette pour faciliter les lavages. Le sucrate lavé doit être d'une couleur jaune-paille, d'une teinte uniforme, sans veines brunâtres. Vers la fin de la filtration, on tourne la sucette légèrement autour de son axe, afin de mieux répandre le liquide sur la surface.

Le sucrate lavé a la propriété, déjà signalée plus haut, de se décomposer par le froid en strontiane cristallisée et en une solution sucrée contenant de la strontiane.

A cet effet, on enlève le sucrate des sucettes à l'aide de petites pelles en bois et on le transporte, au moyen de vagonnets suspendus, dans des récipients ou diffuseurs en tôle, qui peuvent recevoir 24 de ces cadres superposés, ce qui correspond à 1,800 kilogrammes de mélasse transformée en sucrate.

Ces récipients ont une section rectangulaire, comme celle des cadres. Leur fond est muni d'une vanne, qui s'ouvre à volonté à l'intérieur ou à l'extérieur et sert à la vidange des dépôts solides.

Leurs parois intérieures sont munies de traverses verticales ou guides, qui maintiennent les cadres et facilitent la descente de ceux-ci. Les cadres sont descendus au moyen d'un plan fixé au vagonnet qui fait le service de l'atelier des sucettes à celui des diffuseurs.

Cette installation permet de transporter rapidement les cadres et d'opérer avec économie de temps et de main-d'œuvre le chargement des diffuseurs. La décomposition du sucrate a lieu dans les diffuseurs au contact d'une quantité déterminée d'eau froide à 2 ou 4 0/0 de strontiane (selon la température de la salle de cristallisation), provenant des bassins de cristallisation du sel blanc. Les diffuseurs marchent par quatre. Le chargement des cadres étant fait, les diffuseurs étant fermés (ils sont munis d'un joint Dautzenberg), on les met sous la pression d'eau à 2 0/0. Cette eau, en réserve dans un bac placé au premier étage (V. plus haut), traverse un réfrigérant à surface qui abaisse sa température entre 4° et 15°, et pénètre dans les diffuseurs en batterie. Le sucrate se décompose. Il sort de la batterie un jus brunâtre, alcalin, marquant 10° Baumé et renfermant environ 10 0/0 de sucre. Il reste dans les diffuseurs une masse de strontiane cristallisée, brunâtre. Le refoulement dans les diffuseurs se fait par l'air comprimé, sous pression de 1/2 kilogramme au plus. Les diffuseurs sont maintenus à basse température par un courant d'eau froide qui baigne leurs parois extérieures.

La durée de la décomposition complète du sucrate en strontiane cristallisée et en solution sucrée contenant encore de la strontiane varie suivant la température de l'atelier et de l'eau employée. On compte en moyenne quarante-huit heures.

Nous avons dit que le liquide qui sort des diffuseurs est une solution sucrée, qui renferme encore de la strontiane, pèse environ 10° Baumé, et contient à ce degré environ 10 0/0 de sucre et 2 à 4 0/0 de strontiane. Ce liquide, véritable jus sucré, est envoyé aux carbonatations. Nous verrons tout à l'heure comment il y est traité.

Séparation de la liqueur sucrée adhérente aux cristaux de strontiane. La décomposition du sucrate par l'eau froide étant terminée, on ouvre le diffuseur et on enlève les cadres sur lesquels sont restés les cristaux d'hydrate de strontium résultant de cette décomposition. On transporte ces châssis au-dessus d'un réservoir dont le fond est incliné et muni d'une ouverture. On bascule les châssis, et les cristaux tombent au fond du réservoir, puis s'échappent par l'ouverture pour être repris à l'étage inférieur dans une trémie qui alimente deux turbines. Le sel turbiné est du *sel jaune*. Un élévateur le monte au premier étage et il rentre dans le travail de préparation du sucrate. L'égout de turbinage est envoyé à la carbonatation.

Quant aux cadres, une fois débarrassés des cristaux, on les lave dans un bac spécial. L'eau

de lavage est également envoyée à la carbonatation. Les cadres lavés reviennent aux sucettes, au moyen du même vagonnet suspendu qui les amène des diffuseurs au lavage. Les turbines employées sont mues par dessous et sont munies d'un régulateur puissant, indispensable dans ce genre de travail.

Lorsque le travail est bien conduit, les lessivages des cadres sont faits avec le minimum d'eau, les jus qui arrivent à la carbonatation doivent marquer 9 à 10° Baumé. Ces derniers contiennent des quantités variables de strontiane qu'on élimine par la carbonatation. Le gaz carbonique nécessaire à la carbonatation provient du four à strontiane. La carbonatation est analogue à celle des sucreries ordinaires, et les écumes produites sont recueillies soigneusement pour la régénération de la strontiane. A cet effet, on mélange les écumes avec de la sciure de bois en proportion variable; et l'on transforme la pâte obtenue en briques que l'on fait sécher et que l'on calcine ensuite dans le four à *strontiane*. — V. ce mot.

Les jus carbonatés, exemptés de strontiane, sont envoyés au triple effet et subissent ensuite le traitement habituel du jus de sucrerie.

Traitement des eaux-mères. Nous avons dit plus haut que les eaux-mères séparées du sucrate renferment une grande quantité de strontiane, dont on obtient une partie sous forme de cristaux qui se séparent par le refroidissement. Ces cristaux sont également turbinés, afin d'être débarrassés du liquide adhérent, et on les emploie ensuite pour la formation du sucrate. C'est le sel brun. Les eaux-mères refroidies contiennent encore de 4 à 5 0/0 d'hydrate de strontium qu'on obtient, faute de moyen plus expéditif, à l'état de carbonate. Mais comme une partie de cette strontiane est en combinaison avec des acides organiques, on y ajoute un peu de carbonate de soude avant d'introduire le gaz carbonique. Les écumes obtenues sont également transformées en briques, séchées et envoyées au four à strontiane pour y être calcinées.

Quant au liquide séparé de ces écumes, on l'envoie aux fours à potasse, dans lesquels on opère sa transformation en salins.

En ce qui concerne l'extinction de la strontiane caustique et la préparation des cristaux d'hydrate de strontiane, nous en avons donné les détails à leur place respective. — V. Strontiane.

Les jus et sirop résultant de ces procédés sont d'une remarquable pureté et permettent d'en extraire le sucre à l'état de produits raffinés. C'est là le grand avantage de ce procédé.

La séparation Steffen. Le nouveau procédé de M. Steffen, de Vienne (Autriche) repose sur les réactions chimiques suivantes :

1° Lorsqu'on introduit de la chaux caustique en morceaux dans une solution sucrée, la chaux se dissout lentement et avec dégagement de chaleur, sans qu'il y ait formation d'un sucrate;

2° En ajoutant, au contraire, une quantité convenable de chaux vive en *poudre très fine* à une solution sucrée de 6 à 12 0/0 et de 15°, la chaux s'y dissout immédiatement, sans dégagement de chaleur, sans s'hydrater préalablement, parce qu'il y a formation d'un sucrate monobasique de chaux. Cette réaction n'est parfaite qu'à la condition que la chaux soit très pure, récemment calcinée et d'une division parfaite. Plus la température est basse, plus la réaction est rapide;

3° Si l'on ajoute à la dissolution préparée comme précédemment une nouvelle quantité de chaux vive en poudre, on observe une légère élévation de température et la précipitation immédiate du sucre à l'état de sucrate de chaux tribasique. S'il n'y a pas assez de chaux, la précipitation du sucre n'est pas complète; s'il y a excès de chaux, il se forme de l'hydrate de chaux.

La meilleure manière de préparer à froid le sucrate tribasique de chaux, consiste à introduire dans la solution sucrée d'environ 6 0/0 la chaux en *poudre impalpable* par petites portions, tout en maintenant une température basse. Les premières portions de chaux forment du sucrate monobasique, qui reste en solution, et les nouvelles additions de chaux servent pour la séparation du sucre à l'état de sucrate tribasique.

Pratique du procédé. La chaux sortant du four est concassée au moyen d'un concasseur formé par deux mâchoires cannelées dont l'une est mobile de l'arrière à l'avant, puis amenée par un élévateur dans un moulin à meules de silex, où elle est réduite en poudre très fine. Cette dernière passe par un appareil magnétique qui en élimine les particules de fer, et tombe de là dans l'appareil tamiseur. Celui-ci se compose de deux tambours : le premier blute, et ce qui passe arrive sur la toile du deuxième tambour, qui compte environ deux mille trous par centimètre carré.

Un arbre à palettes projette la poussière de chaux contre cette surface. Les résidus du blutage retournent au moulin. Cette partie de l'installation semble être empruntée à une meunerie bien conditionnée. Les divers appareils sont renfermés dans des caisses entièrement closes. Des aspirateurs, placés par mesure de précaution, renouvellent constamment l'air de la place, et, avant de le rejeter à l'extérieur, lui font traverser des cheminées garnies d'épaisses flanelles qui retiennent toutes les poussières.

En sortant du blutoir la farine de chaux passe par un mesureur (divisé en quatre parties par un tourniquet) d'une capacité de 20 kilogrammes de chaux, et tombe par un caniveau en pente dans un appareil spécial, appelé *réfrigérant-mélangeur*, que l'on prendra au prime abord pour une caisse de triple effet à tuyaux verticaux.

A chaque opération, on met environ 250 kilogrammes de mélasse que l'on étend avec de l'eau froide (ou eau de lavage de sucrate), de manière à obtenir un liquide de 12° à 13° Brix. On fait alors tomber la chaux en poudre par doses de 5 grammes chacune, en attendant, avant chaque nouvelle addition, trois minutes pour laisser au mélange le temps de se refroidir. On prend de temps en temps un échantillon du mélange que l'on pèse après filtration préalable; la densité va toujours en diminuant et s'arrête à 6° Brix envi-

ron lorsque tout le sucre en est précipité. C'est alors qu'on arrête l'opération, et l'on envoie, au moyen de pompes automatiques, le mélange dans des filtres-presses, afin de séparer le sucrate des eaux-mères. Il faut généralement de 130 à 150 kilogrammes de chaux par 100 kilogrammes de mélasse, et l'opération dure environ une heure. Il est essentiel de ne pas laisser séjourner le sucrate formé, son insolubilité pouvant diminuer par le séjour.

Le remplissage des filtres-presses est fait sous une pression de 1 1/2 à 2 atmosphères. On compte deux presses à 450 kilogrammes de sucrate chacune pour un travail de 250 kilogrammes de mélasse.

Aussitôt que les filtres-presses sont remplis, on procède au lavage au moyen d'eau froide. Les premiers 3 hectolitres d'eaux de lavage sont envoyés aux eaux-mères pour être réchauffées ou concentrées. Puis on continue le lavage avec 5 hectolitres d'eau qui sont repris dans le travail pour diluer une nouvelle portion de mélasse. Naturellement, ces proportions peuvent subir des modifications selon les circonstances.

Pour faciliter la tâche de l'ouvrier, on dispose un réservoir à eau muni d'un flotteur à tige sur laquelle on a placé deux disques actionnant dans leur mouvement descendant un levier à ressort, mis en communication avec un timbre ou une sonnerie électrique. Après le passage de 3 hectolitres d'eau, on entend la sonnette qui avertit l'ouvrier du changement de direction à donner aux eaux de lavage. Le second coup de sonnette indique la fin de l'opération. La manœuvre est renouvelée ainsi pour chaque filtre-presse. La durée du lavage d'un filtre-presse est de deux à quatre minutes.

Le sucrate lavé tombe sur une hélice qui l'amène dans un malaxeur. De là, il passe dans un autre réservoir où il est dilué au besoin en lait de sucrate qu'on emploie à la place du lait de chaux pour la carbonatation de jus de betteraves. L'effet obtenu par cette carbonatation est bien supérieur à celle au lait de chaux, le sucrate introduit dans le jus possédant une pureté d'environ 96, c'est-à-dire bien au-dessus du meilleur jus de betteraves. La carbonatation marche comme à l'ordinaire et il en résulte des produits d'une pureté très élevée et donnant des rendements excellents à la cristallisation. Ce travail peut être conduit de manière à utiliser la mélasse produite par l'usine même, qui est d'environ 4 0/0 du poids de betteraves travaillées. Quand on veut travailler davantage, la quantité de chaux représentée par le sucrate obtenu, est trop forte pour être utilisée totalement à la carbonatation. On a alors recours à la *dissolution* d'une partie du sucrate. A cet effet, on introduit dans le jus filtré de la première carbonatation, une quantité déterminée de sucrate et l'on chauffe doucement. Le sucrate se décompose, une grande partie de chaux caustique est précipitée et tout le sucre entre en dissolution à l'état de sucrate bibasique. On porte la température à 80°, jusqu'à ce que le dépôt se forme à la cuiller; puis on passe aux filtres-presses, on lave l'hydrate à l'eau froide et on le rejette. Le jus obtenu passe à la seconde carbonatation et subit ensuite les opérations habituelles de la sucrerie. Par ce moyen on parvient à travailler jusqu'à 10 kilogrammes de mélasse pour 100 kilogrammes de betteraves.

En raffinerie, le sucrate obtenu passe entièrement à la *dissolution*, faite au moyen d'une fonte de sucre brut convenablement préparée. Puis viennent la séparation de l'hydrate de chaux, la carbonatation du jus alcalin, filtration, évaporation, cuite et cristallisation.

Les eaux-mères du sucrate, environ 7 hectolitres par 100 kilogrammes de mélasse, contiennent environ 0,50 à 0,70 de sucre, avec une alcalinité correspondant à environ 0,80 CaO. La perte moyenne en sucre est donc de sept fois 0,60, soit 4,20 0/0 du poids de mélasse, ce qui est assez élevé. On peut cependant la réduire notablement en réchauffant les eaux-mères à 80°. A cet effet, on les fait passer d'abord par un condenseur tubulaire dans lequel viennent toutes les vapeurs des cuites et du triple effet, et l'on élève ainsi la température à environ 50°; le liquide passe ensuite dans une chaudière où l'on achève le réchauffage au moyen de la vapeur de retour. Une partie du sucre se précipite à l'état de sucrate tribasique de chaux, que l'on sépare dans des filtres-presses et qu'on lave à l'eau bouillante. Les eaux-mères que l'on rejette ne contiennent que 0,10 à 0,20 0/0 de sucre, et le sucrate qui a une pureté de 80 à 90 rentre directement en travail ou est réintégré dans le réfrigérant.

Quand on fait la dissolution, il faut encore tenir compte de la perte en sucre dans les tourteaux d'hydrate de chaux. On estime généralement à 90 0/0 le rendement en sucre de mélasse, soit pour des mélasses ordinaires de sucrerie ayant 50 0/0 de sucre, environ 45 0/0 de sucre à l'état de sucrate. Remarquons seulement qu'il est difficile d'établir sérieusement le rendement de ce procédé, attendu que l'on obtient du sucrate qu'il faut travailler en mélange avec d'autres jus sucrés, et tous les chiffres publiés par les intéressés ne reposent que sur des calculs indirects. — D. S.

Bibliographie : Georges Dureau : *Le procédé à la strontiane appliqué à la raffinerie Parisienne (Journal des fabricants de sucre)*, 1885, n° 1; H. Tardieu : *Le procédé à la strontiane à la raffinerie C. Say (Sucrerie indigène*, t. XXIV, p. 583): Dr C. Scheibler : Divers brevets allemands et articles publiés dans la *Neue Zeitschrift für Zuckerindustrie; Sur la séparation Steffen*, Mémoires divers publiés par le Dr von Lippmann, Pellet, Renotte et Aulard; F. Sacchs, *Revue universelle*, t. I et II.

SUCRERIE. Depuis la publication du *Dictionnaire,* bien des progrès ont été réalisés dans l'industrie du sucre. Nous allons résumer les principales améliorations introduites dans la fabrication du sucre de betteraves.

Nous n'avons que peu de choses à dire de l'extraction du jus. Le procédé de la *diffusion* (V. ce mot au *Dictionnaire*) est le seul en usage, tous les autres procédés ont été abandonnés, grâce à l'impôt sur les betteraves établi en 1884, qui

oblige le fabricant à travailler économiquement, tant sous le rapport du rendement en sucre que sous celui du prix de revient des produits fabriqués. La conduite de la diffusion, tout en étant la même en principe, est modifiée actuellement dans ce sens que l'on soutire des diffuseurs des jus plus concentrés, tout en obtenant le même effet d'épuisement des cossettes, ce qui diminue les dépenses de l'évaporation. Autrefois, le jus de diffusion ne dépassait point la densité de 104; aujourd'hui, on fait des jus de 105 et même plus denses.

Une autre amélioration, également d'un ordre économique, est la suppression plus ou moins complète du noir animal et de son remplacement par une filtration mécanique des jus décantés. Le filtre mécanique le plus souvent employé est celui appelé *osmo-filtre*, qui ressemble beaucoup à un *osmogène* (V. *Dictionnaire*, SUCRERIE, § *Extraction du sucre des mélasses*), ayant des cadres en bois garnis des toiles fines. Le jus décanté rentre dans un des cadres, passe par la toile pour entrer dans le cadre voisin, et se débarrasse ainsi du carbonate de chaux qu'il contient en suspension, et s'écoule ensuite par un robinet.

Bien des fabricants traitent leurs jus et sirops par l'acide sulfureux gazeux, qui précipite la chaux et décolore en même temps le liquide. L'acide sulfureux est obtenu par la combustion de soufre en présence de l'air. Une pompe aspire le gaz et le refoule dans les bacs à jus. Pour un travail journalier de 150,000 kilogrammes de betteraves, la consommation de soufre ne dépasse guère 40 kilogrammes, et l'effet obtenu équivaut à la filtration sur noir animal. Il résulte de là une grande économie qui se chiffre à environ 2,000 francs par million de kilogrammes de betteraves travaillées. Toutefois, ce procédé a aussi ses inconvénients, car il exige une surveillance bien plus grande et un travail très minutieux, de sorte que les opinions sont fort partagées sur les avantages réels de ce procédé, employé plus en Belgique qu'en France.

De remarquables progrès ont été réalisés dans l'évaporation des jus, grâce aux nombreux perfectionnements apportés dans la construction du *triple effet*. Ces perfectionnements ont pour but d'augmenter la puissance des appareils existants, sans augmenter leur surface de chauffe.

Voici quels sont les divers moyens employés. La Compagnie Fives-Lille construit des triples effets verticaux ayant dans le faisceau des tubes un tuyau central de grand diamètre, destiné à faire descendre le jus remontant par les tubes étroits à la surface de la plaque tubulaire. On produit ainsi une circulation continuelle du jus à travers les tubes de chauffage et, par conséquent, le contact plus complet du jus avec la surface de chauffe.

D'autres constructeurs placent à l'extérieur de l'appareil un tuyau-siphon, communiquant avec le haut et le bas de l'appareil, muni d'une enveloppe à vapeur. On chauffe ce tuyau-siphon à une température différente de celle de l'appareil, ce qui produit une circulation rapide du jus.

Un fabricant de sucre russe, M. Monakhoff, a imaginé un dispositif fort simple pour augmenter considérablement l'effet des appareils à évaporer. Un tuyau latéral est adapté à l'appareil à la hauteur du niveau du jus, qui fonctionne en quelque sorte comme un trop-plein. Une petite pompe centrifuge refoule ce jus dans la partie inférieure de l'appareil, au-dessous de la plaque tubulaire, de sorte que le jus est obligé de circuler très rapidement à travers les tubes de chauffage. La dépense en force motrice qu'occasionne ce procédé est insignifiante, par suite de la chute naturelle du jus dans le tuyau latéral, et la pompe ne fait en réalité qu'accélérer le mouvement ascensionnel du jus dans les tubes de chauffage.

Le travail de la masse cuite a reçu également plusieurs améliorations, notamment en ce qui concerne l'obtention directe d'un produit de consommation et de l'augmentation du premier jet. Un procédé tout récent, dû à M. Fœlsche, consiste dans la séparation soigneuse du sirop vert des égouts de clairçage à la vapeur, de sorte que ces derniers sont utilisés pour claircer le sucre de la turbine suivante avant de le traiter par la vapeur. On a ainsi deux clairces et l'on obtient, non seulement du sucre plus pur, mais aussi un meilleur rendement de turbinage, la première clairce ne dissolvant pas le sucre. Les turbines spéciales adaptées à ce procédé, sont construites par la maison Cail, concessionnaire du procédé.

Un autre procédé (Drost et Schulz, à Breslau), également très avantageux, a pour principe de claircer le sucre dans la turbine avec une certaine quantité de sirop de sucrerie, c'est-à-dire de jus concentré à 66 0/0 de sucre, le sirop ayant exactement la même pureté que la masse cuite et, par conséquent, supérieure à celle du sirop vert. On obtient ainsi du sucre d'une pureté très élevée, sans qu'il y ait la moindre perte en cristaux, et les égouts de clairçage rentrent directement dans le travail de la cuite suivante. En employant encore une petite clairce à la vapeur, afin d'enlever les dernières traces du sirop-clairce, on obtient du sucre parfaitement raffiné.

Naturellement, les égouts divers des clairçages sont séparés avec beaucoup de soin; la première partie, contenant tout le sirop vert et une partie de la première clairce, est cuite en deuxième jet; tandis que la seconde partie, composée essentiellement des égouts des deux clairces, est reprise directement dans le travail à la cuite suivante, ces égouts ayant la même pureté que la masse cuite du premier jet. — D. S.

****SUÈDE ET NORWÈGE.** *Suède.* Depuis le commencement de ce siècle, les royaumes de Suède et de Norwège sont réunis sous une même direction; les deux Etats sont, d'ailleurs, contigus sur toute leur longueur, presque entièrement séparés du reste de l'Europe; leurs langues, mœurs, commerce, agriculture et industrie sont analogues, leurs intérêts sont les mêmes. Néanmoins, chaque royaume a gardé son indépendance et leur union n'est complète qu'au point de vue politique.

La péninsule scandinave a une superficie de 760,000 kilomètres carrés; c'est le plus vaste Etat d'Europe après la Russie. La Suède, qui occupe 58 0/0 de cette superficie, comprend 4,748,000 habitants (1888) contre

4,168,000 en 1870, progression très intéressante comme on voit; la Norwège, 1,800,000 habitants seulement; la population suédoise est donc beaucoup plus dense; la nature du pays n'est pas la même non plus; la Suède est moins montagneuse, au centre et au sud c'est une plaine basse et fertile, arrosée d'un grand nombre de rivières dont les nombreuses chutes sont utilisées pour l'industrie. Les cultures principales sont, en Suède, le seigle, l'avoine, le sarrazin, le colza, les fruits, le tabac autour de Stockholm et au nord, les arbres, les grains et céréales seuls, sont évalués annuellement à environ 385 millions de francs; en Norwège, l'avoine surtout, puis le seigle et l'orge; le lin et le houblon y réussissent parfaitement; la pêche est très active. La Laponie possède une population très clairsemée, une agriculture peu prospère, mais son sol est riche en forêts, en minerais de fer, et ne demande, pour être exploité, qu'une facilité plus grande des communications; les Lapons restent encore quelque peu sauvages, comme genre de vie; ils sont environ 27,000 possédant 400,000 rennes, leur principale ressource en viande, lait, fromage, moyens de transport, habillement, chaussures et même en fil de tendons qui leur sert à coudre et à broder.

Nous allons maintenant passer en revue séparément les conditions particulières à chacun des deux royaumes.

La Suède a pour capitale Stockholm, 235,000 habitants; les autres villes importantes sont Gothembourg, 93,000; Malmoe, 45,000; Norrkœping, 29,000; Gefle, 19,000 habitants; en 1851, la population de Stockholm n'était que de 51,000 habitants et de 157,000 en 1876. Upsal, siège d'une université fameuse, compte environ 15,000 habitants. Il faut tenir compte, en Suède, d'une émigration notable qui atteint 50,000 individus.

Le budget se solde, en recettes et en dépenses, à 93 millions de couronnes (de 1 fr. 40). Les principales recettes sont fournies par les douanes, 37 millions de couronnes; l'impôt sur l'eau-de-vie, 15 millions; les postes, 6,900,000 couronnes; les chemins de fer, 6,500,000: l'impôt foncier 4,500,000; les dépenses les plus lourdes sont l'armée, 20 millions; les finances, 15 millions; l'instruction publique et les cultes, 15,500,000; la dette publique, 10,500,000. Cette dette s'élevait, en 1889, à

Dette intérieure	28.487.000 cour.
— extérieure	236.405.000
Total	264.892.000 cour.

et a été contractée pour la construction des chemins de fer. La situation financière est exceptionnellement prospère.

L'armée compte environ 36,000 hommes sur le pied de paix; la marine militaire, 63 navires à vapeur avec 106 canons.

L'enseignement primaire a été, depuis vingt ans, l'objet des efforts du gouvernement et les résultats ont été excellents. L'instruction est obligatoire pour les enfants de 7 à 14 ans, et on a construit pour les recevoir plusieurs milliers d'écoles nouvelles; onze cents ont été ouvertes dans la période de dix ans qui s'est terminée en 1874. L'enseignement secondaire est proportionnellement moins développé; 2,500 étudiants suivent les cours des universités d'Upsal et de Lund, la première est plus ancienne et plus importante.

La Suède est très riche en minerais de fer qu'elle exporte surtout en Angleterre; malheureusement, elle manque de combustible pour le transformer en fonte; elle importe aussi des bois à destination de l'Angleterre, de la France, des Pays-Bas; le Danemarck reçoit surtout des poutres et poutrelles. Depuis quelques années, on exporte beaucoup de bois travaillés pour parqueterie et menuiserie, ainsi que du papier de bois; la principale fabrique de pâte de bois est celle de Trollhattan. En revanche, elle importe du combustible, des cotonnades anglaises, des filés, les toiles, les laines d'Allemagne, du Cap, d'Australie, les soies, la bimbeloterie, les machines et l'outillage.

Voici les chiffres du commerce général par nationalité et par principales marchandises (en milliers de couronnes), pour l'année 1887 :

	Importations	Exportations
Norwège	23.435	12.363
Finlande	6.860	4.267
Russie	20.980	3.023
Danemark	47.471	32.029
Allemagne	88.888	24.275
Pays-Bas	5.518	8.486
Belgique	9.547	9.567
Grande-Bretagne	73.695	110.051
France	6.218	27.226
Portugal	1.220	1.318
Espagne	972	6.465
Méditerranée	661	2.297
Etats-Unis	6.611	2.806
Indes occidentales	2.196	38
Asie orientale	2.509	162
Autres Etats	629	2.305
	297.410	246.678

Principales marchandises (en milliers de couronnes) :

Classes	Importations	Exportations
Céréales	25.700	28.500
Boissons	6.600	2.200
Denrées coloniales	35.500	»
Tabac	8.400	»
Animaux et vivres	10.000	31.400
Houilles	15.800	»
Métaux	»	32.300
Peaux, cuirs	8.000	»
Etoffes à filer	16.400	»
Bois	»	78.100
Verreries	»	800
Objets métalliques	8.400	5.100
Tissus	38.700	2.000
Papiers	»	10.700
Engrais	2.200	»
Drogueries	1.600	10.500
Huiles et graisses	10.300	»
Divers	111.400	26.600
	296.000	228.200

Le mouvement de la navigation a atteint, en 1887, 27,000 navires, dont 12,000 vapeurs pour plus de 3 millions de tonneaux.

Chemins de fer en exploitation au commencement de 1888 :

Chemins de fer de l'Etat	2.531 kil.
— des Compagnies	4.996
Total	7.527 kil.

En ce qui concerne le commerce de la Suède avec la France, il faut regretter que les produits de notre industrie ne soient pas plus connus dans les pays scandinaves qui apprécient nos vins et nos liqueurs avant nos meubles, nos machines et nos tissus.

L'importation de Suède en France s'est élevée, en 1889, aux chiffres suivants :

Bois communs	38.234.875 fr.
Céréales	2.859.265
Fers, aciers	1.364.208

Drilles de toutes sortes	1.456.534 fr.
Bois ouvrés	600.498
Peaux	406.297
Mélasse	226.686
Minerais de zinc	159.460

Comme on le voit, les bois fournissent la plus forte somme dans ce commerce. Voici, d'autre part, les exportations de France en Suède :

Vins	2.369.000 fr.
Spiritueux	1.881.815
Plumes à lit	608.146
Laines et déchets	460.224
Huiles fines	271.694
Tourteaux oléagineux	268.400
Extraits de bois de teinture	250.467
Fruits de table	234.888
Cotons	221.986

La France n'entre que dans une proportion de 7 0/0 dans le commerce général de la Suède.

Norwège. Ce que nous avons dit de la Suède, en termes généraux, nous dispensera de nous étendre longuement sur la Norwège. Nous ne donnerons que des renseignements statistiques.

La superficie du royaume est de 322,900 kilomètres carrés ; la population de 2 millions d'habitants ; on n'en comptait que 1,700,000 en 1865. La capitale, Christiania, a 128,000 habit.; les villes les plus importantes sont ensuite : Bergen, 46,500, et Trondjem, 22,600. L'émigration enlève chaque année une vingtaine de mille individus.

Le budget s'élève à 44 millions de couronnes (de 1 fr. 40). Les douanes rapportent 20,500,000 couronnes ; les chemins de fer, 6,390,000 ; les postes, 2,400,000 ; l'impôt sur l'eau-de-vie, 2,300,000. Les cultes et l'instruction publique coûtent 8,400,000 francs ; l'armée, 7 millions ; les finances, 9 millions, dont 4,500,000 pour l'amortissement de la dette publique qui s'élève, en capital, à 138 millions. La Norwège, dont la situation financière est excellente, s'est obérée surtout pour la construction de ses chemins de fer.

L'armée comprend 18,000 soldats, la marine de guerre 49 vapeurs et 157 canons.

Le pays produit surtout des bois et de l'avoine, quelques mines sont exploitées et le sous-sol paraît riche. Quant à l'industrie, elle est peu développée. On compte parmi les établissements les mieux représentés : 105 tuileries avec 2,350 ouvriers ; 50 fabriques de machines et outils avec 4,280 ouvriers ; 20 filatures et tisseries avec 2,700 ouvriers ; 310 scieries avec 8,000 ouvriers ; 387 moulins ; 47 brasseries ; 43 manufactures de tabac ; 79 chantiers de navires ; 50 corderies ; 39 fabriques de pâte à bois pour papier ; etc.

Le mouvement du commerce général s'est réparti ainsi qu'il suit, pour 1888 (en milliers de couronnes) :

	Importations	Exportations
Grande-Bretagne	44.224	39.768
Allemagne	42.591	16.328
Suède	19.444	17.022
Russie et Finlande	20.552	2.828
Danemark	8.977	6.002
France	3.222	8.886
Hollande	5.751	5.701
Belgique	4.411	5.665
Espagne	443	10.499
Portugal	1.334	460
Italie, Autriche	317	4.481
Etats-Unis	6.308	1.361
Autres pays	823	3.356
	158.397	122.357

Le principal article d'exportation est le poisson (morue sèche ou salée, maquereau, hareng), ensuite les bois.

Voici les principales marchandises du commerce (en milliers de couronnes) :

	Importations	Exportations
Céréales	24.500	400
Boissons fermentées	2.600	3.000
Denrées coloniales	10.900	»
Tabac	1.800	»
Animaux et poissons	8.600	34.700
Houille	7.000	»
Métaux	3.300	»
Peaux, cuirs	3.600	1.600
Etoffes à filer	5.400	»
Bois	»	27.700
Objets métalliques	5.700	3.000
Tissus	12.300	»
Drogueries, etc.	1.700	3.400
Huiles	»	4.600
Marchandises diverses	46.300	30.900

Le mouvement des ports est considérable, les navires norwégiens et suédois sont les plus nombreux ; les pavillons les mieux représentés sont ensuite les russes, anglais, danois, puis allemands et hollandais. Le port le plus important est Christiania. Viennent ensuite Fredrikstad et Bergen.

1,600 kilomètres de chemins de fer sont en exploitation.

Le commerce spécial avec la France va en diminuant, comme presque partout malheureusement. Les importations de France en Norwège ont diminué de moitié depuis 1874, les exportations restent les mêmes. Ce pays envoie beaucoup de produits manufacturés, surtout des bois, ce qui n'avait pas lieu auparavant. Voici les chiffres :

Exportations de Norwège en France.

Drilles de toutes sortes	12.779.258 fr.
Bois communs	11.560.226
Bois ouvrés	2.641.304
Rogue de morue ou de maquereau	1.510.810
Outillage	661.167
Glace (eau congelée)	467.232
Peaux	233.345
Colle de poisson	218.520

Importations de France en Norwège.

Beurre salé	2.154.956 fr.
Vins	699.690
Spiritueux	682.849
Huiles fines	321.579
Graisses	371.129
Tissus de chanvre, lin et jute	329.036
Peaux ouvrées	315.669

La France absorbe 10,5 0/0 du commerce extérieur de la Norwège, situation encore assez favorable, mais au-dessous de ce qu'elle a été et de ce qu'elle devrait être.

La Suède et la Norwège à l'Exposition de 1889. Le gouvernement suédois n'avait donné aucun encouragement à l'exposition de ce royaume à Paris et, sans l'initiative de quelques maisons, la Suède n'eût même pas été représentée. M. Ligua, un des grands constructeurs de châlets de Stockholm, avait envoyé un joli châlet en sapin vernis, dans lequel une douzaine d'exposants avaient entassé quelques produits, assez intéressants pour faire regretter l'abstention du plus grand nombre. Les fourrures de M. Albert Bergstrom,

de Stockholm; la coutellerie renommée dans le monde entier pour la qualité de son acier fabriqué au bois; l'orfèvrerie ancienne et très originale, dont quelques pièces étaient reproduites par quatre ciseleurs sous les yeux du public. Le mobilier était lui-même très curieux dans le style ancien. A noter encore un joli escalier menant au premier étage où ne se trouvaient, d'ailleurs, que les bureaux de M. Ligua, qui était le principal exposant et le promoteur de cette représentation si restreinte d'un grand pays pourtant sympathique au nôtre.

Quant à la Norwège, dont les relations avec la France sont beaucoup plus cordiales, le gouvernement a eu la main forcée par le vœu unanime des populations, et son adhésion officielle, bien que tardive, a été donnée sans restriction. Les chambres ont voté une subvention de 125,000 francs, très suffisante pour assurer une représentation honorable à ce pays. 250 exposants avaient reçu un emplacement de 1,300 mètres carrés.

Le bois, le fer, les peaux, le matériel de marine et de pêche, voilà toute l'exposition norwégienne, mais il faut ajouter que dans chacune de ces parties elle était fort remarquable.

La Norwège est devenue, en effet, l'un des grands pays producteurs en bois de menuiserie brut et ouvré, sans oublier le papier de bois, devenu une très grosse industrie. Ce qui a frappé surtout le public, c'est la série si curieuse et si variée des châlets en bois verni, qu'on peut expédier à l'étranger, quelle que soit leur importance, parfois considérable, en parties démontées et numérotées. M. Jacob Digre, de Trondjem, avait l'un des plus coquets et des plus artistement décorés de ces châlets. On peut, dans ce genre, tirer un joli effet décoratif avec des moyens très simples, témoin un pavillon d'habitation rustique peint en rouge et blanc, dans une tonalité harmonieuse et originale tout à la fois. D'ailleurs, les Norwégiens, comme tous les peuples de l'extrême Nord, ont un goût très épuré et un vif sentiment de la couleur.

La façade de la section était naturellement en bois et reconstituait à nos yeux, le type des habitations du pays: elle était arrivée démontée et numérotée pour le remontage, comme nous venons de le dire.

La clouterie, qui est encore une branche importante de la fabrication norwégienne, était annoncée par un beau groupe en bronze représentant un maréchal ferrant un cheval; des spécimens de clous de toutes les grandeurs et de toutes les formes entouraient ce motif central, et sur les murs étaient disposés des ornements, inscriptions, tableaux, etc., composés exclusivement de clous. Puis des peaux de renne, d'ours blancs, d'élans, bien préparées, et une exposition de barques et engins de pêche destinés surtout à la poursuite des baleines qui constituent pour ce pays une source de revenus importants; par conséquent aussi, une grande quantité d'échantillons d'huiles et autres produits de la baleine. Ajoutons, pour compléter le très intéressant coup d'œil de la section norwégienne, des laines, des broderies, des gâteaux secs, des bières. Pour tout le reste, il semble que la Norwège ait peine à se suffire à elle-même.

* * **SUISSE.** La Suisse occupe la plus grande partie de la région centrale des Alpes, elle est entourée par l'Allemagne, la France, l'Italie, l'Autriche. Plus des trois quarts du pays sont occupés par les montagnes des Alpes, entrecoupées de vallées profondes et de lacs. Au nord de la région alpestre est la plaine de la Suisse, accidentée de collines et bornée à l'ouest par la chaîne du Jura. Ce pays appartient presque tout entier au bassin du Rhin. Ce fleuve y forme le lac de Constance; la partie sud-ouest appartient au bassin du Rhône, qui y forme le lac de Genève, dont la plus grande partie du littoral est suisse, le reste étant situé en France (département de la Haute-Savoie). La partie méridionale appartient au bassin du Pô par le Tessin, enfin la partie orientale appartient au bassin du Danube par l'Inn.

Les vallées de la Suisse, véritable centre de l'Europe, sont donc les unes inclinées du côté de la mer du Nord, les autres inclinées vers la mer Méditerranée, l'Adriatique et la mer Noire.

Les hauteurs des terrains variant entre 200 et 4,800 mètres, les climats y sont très variés, ce qui explique la variété des productions de ce pays. Quelques localités jouissent du climat de la haute Italie; d'autres subissent pendant plusieurs mois de l'année, la température la plus rigoureuse.

Le sol de la Suisse présente, par suite de sa constitution géologique et de sa situation géographique, une grande variété de terrains; près d'un tiers de ce sol est improductif.

AGRICULTURE. *Au point de vue agricole le territoire* de la Suisse se divise en deux régions :

1° La plaine, région des vignes et des céréales. Elle n'occupe guère que les 3/20es de la surface du pays; si l'on excepte le plateau de Berne et de Zurich, elle n'est représentée que par quelques cantons isolés au milieu de montagnes, l'orge et le seigle y dominent, la vigne s'y mêle quelquefois ;

2° La montagne, formée du Jura et des Alpes, présente, comme dans tous les pays, sur un étroit espace, le résumé des climats les plus divers, comme il vient d'être dit, et une ascension de 1,000 mètres suffit pour trouver des différences aussi grandes dans la végétation que si l'on faisait un voyage de 1,000 kilomètres du sud au nord. Les parties inférieures de la montagne, entre 600 et 1,000 mètres d'altitude, offrent disséminés çà et là les derniers champs d'orge et de seigle, de belles et vastes prairies irriguées, de châtaigniers et noyers, des chênes et des hêtres s'élèvent jusqu'à 1,300 mètres. Au sapin argenté succède l'épicéa, qui règne surtout vers l'altitude de 1,500 mètres, plus haut on trouve les mélèzes et les aroles. Au delà de 2,000 mètres la végétation arborescente s'arrête.

Au-dessus de 1,700 à 1,800 mètres est la région des Alpes, c'est-à-dire des pâturages alpestres, que l'hiver couvre de neige pendant six mois et qui donnent pendant l'été, une herbe fine et savoureuse.

Production des vins. Voici les chiffres que nous avons pu recueillir dans les statistiques cantonales :

	Superficie plantée en vignes	Nombre d'hectolitres	Valeur totale de la récolte
	hectares	hectol.	francs
Zurich.	5.516	132.647	3.248.440
Berne	751	12.574	551.212
Schaffhouse. . .	1.102	37.069	1.510.750
Argovie	2.524	34.296	1.020.360
Thurgovie. . . .	1.966	126.194	3.880.000
Vaud	6.713	226.165	12.422.000
Neuchâtel. . . .	1.233	36.100	1.900.000

Peu de ces vins sont exportés, ils sont consommés sur place, la plus grande partie des crus sont des vins rouges, peu alcoolisés.

Dans quelques cantons du Nord et de l'Ouest, la viticulture produisait de bons résultats.

Céréales. La statistique agricole concernant les céréales n'étant pas dressée d'une façon uniforme dans tous les cantons, il ne nous est pas possible de donner des renseignements précis sur les récoltes de la Suisse.

Il nous suffira de dire que les céréales (épeautre, froment, seigle, avoine) donnent un bon rendement dans la plaine ; signalons parmi les plantes-racines : les pommes de terre, les betteraves, les carottes, les navets, les choux-raves; parmi les herbes fourragères : le trèfle, la

luzerne, l'esparcette, et parmi les arbres fruitiers : les pommiers, les poiriers, les cerisiers, les pruniers, les noyers.

Chevaux et animaux de ferme. Le nombre de chevaux est assez considérable, néanmoins une des principales richesses du pays est certainement la possession de nombreux troupeaux de bêtes à cornes.

Voici le dénombrement des animaux de ferme en Suisse :

Chevaux . . .	98.620	Porcs	394.917
Mulets.	2.742	Moutons.	341.804
Anes.	2.046	Chèvres.	416.323
Bêtes à corne.	1.212.538		

On a compté, en outre, à la dernière enquête agricole (1886) 207,384 ruches d'abeilles.

Lait et fromages. Le commerce du lait et l'industrie des fromages et des beurres est une grande source de richesse pour la Suisse, voici quelques chiffres sur la production des fromages en 1889 :

Cantons qui ont donné des renseignements	Nombre de fromageries	Valeur des fromages	Valeur des beurres
		francs	francs
Zurich.	286	3.207.900	2.684.000
Berne	639	16.386.191	?
Argovie.	117	2.735.032	575.250
Vaud.	?	3.973.883	1.670.916

Les données statistiques manquent pour le canton de Fribourg qui est le centre de la fabrication des fromages de Gruyère. Le canton de Berne rivalise avec Fribourg pour les fromages du même genre (fromages d'Emmenthal). Les fromages se distinguent en plusieurs espèces, toutes justement renommées : fromages gras, demi-gras et maigres.

Dans quelques cantons, le lait qui n'est pas converti en beurre ou en fromage est condensé et exporté en boîtes.

Exportations des produits de la laiterie en 1889.

Beurre.	4.392	quintaux	1.268.500 fr.
Fromages.	259.998	—	39.029.700
Lait condensé.	109.192	—	10.201.780

Pisciculture. Une production, que l'on pourrait à la rigueur ranger parmi les richesses « agricoles » de la Suisse, est celle de la pisciculture. Les rivières et les lacs de la Suisse renferment un nombre considérable de poissons de toutes espèces, dont les principales sont le *saumon*, la *truite*, l'*ombre*, le *brochet*, la *carpe*.

Production minérale. D'après les recherches de l'ingénieur Streng, la Suisse contient 350 mines, dont 255 à ciel ouvert et 95 souterraines; 594 carrières, soit en tout 976 exploitations. Les cantons qui en contiennent le plus sont : Berne, 163 exploitations, Fribourg 110, Valais 95, Argovie 92, les Grisons 64, Schwyz, 62, etc.

Voici comment se répartissent les exploitations par nature de produits : Graphite 1, dans les Grisons ; anthracite 19, dans le Valais ; houille 3, Berne, Soleure et le Valais chacun une exploitation.

Lignite 10, trois dans le canton de Zürich, trois dans le canton de Vaud. Houille schisteuse 4, dont 3 dans le canton de Saint-Gall.

Tourbe, 88 exploitations, principaux centres : Zurich, 11 tourbières ; Schwyz, 21 ; Fribourg, 17.

Asphalte, 1 dans le canton de Neuchâtel.

Sel, 9 exploitations : Zurich 1, Schwyz 2, Bâle 1, Argovie 3, Vaud 2.

Granit, 31 carrières, dont 11 dans les Grisons, 12 dans le Tessin, 5 dans le canton d'Uri.

Pierre calcaire, 222 carrières, dont 69 dans le canton de Berne, 15 dans celui de Soleure, 18 dans celui de Fribourg, 15 dans celui de Schaffhouse, 44 dans celui de Saint-Gall, 19 dans les Grisons, 44 dans l'Argovie, pour ne citer que les principaux centres d'extraction.

Marbre, 16 exploitations, dont 5 dans le Valais, autant dans les Grisons, 3 dans le Tessin, 3 dans le Vaudois, et une dans le canton d'Uri.

Molasse, 241 exploitations, principaux centres : cantons de Berne 30 carrières, Lucerne 29, Fribourg 61, Saint-Gall, 24, Argovie 23.

Tuf, 29 exploitations, dont 7 dans le canton de Soleure, 6 dans celui de Berne, 5 dans celui d'Argovie.

Ardoise, 23 carrières, dont 13 dans le Valais ; 4 ardoisières sont exploitées dans les Grisons, 3 dans le canton de Glaris ; Berne, Uri et Unterwalden en contiennent chacun une.

Pierres réfractaires, 26 exploitations, dont 17 dans le Valais.

Pierres à aiguiser, 5 exploitations, dont 3 dans le canton de Schwyz et 2 dans Fribourg.

Meules, 2 exploitations, une à Fribourg, l'autre à Saint-Gall.

Il convient de citer encore : 94 exploitations d'argile, 5 de terres réfractaires, 50 de chaux hydraulique et ciment, 61 de plâtre, 4 de sable quartzeux.

Minerai de fer. Enfin l'on exploite le minerai de fer dans le canton de Berne (8 exploitations), dans ceux de Schwyz (une exploitation), de Bâle (une exploitation), dans le Tessin (2 exploitations), et dans le Valais (une exploitation).

Le cristal de roche, l'asbeste et autres minéraux semblables qui alimentent des industries spéciales, sont recueillis dans les Alpes du Tessin (4 exploitations), mais surtout dans le Valais (13 exploitations).

Commerce extérieur. On peut dire que, après la Hollande, c'est la Suisse qui est la nation la plus commerçante du monde, car le chiffre de son commerce extérieur représente près de 569 francs d'affaires par habitant. La Belgique et l'Angleterre ne viennent qu'après, malgré leur mouvement considérable d'affaires (420 francs par tête). La France, comme l'Allemagne, n'arrive qu'à environ 200 francs par habitant.

Cela témoigne d'une industrie très active, très développée, la plus développée de l'Europe, eu égard à l'étroit espace sur lequel elle s'exerce. Pour prospérer, il faut à cette production une grande expansion à l'étranger ; l'on conçoit bien que, dans ces conditions, la Suisse, comme l'Angleterre, se soit jusqu'ici montrée absolument partisan de la liberté commerciale la plus large et des traités de commerce.

Aussi les droits de douane sont-ils, en Suisse, relativement modérés ; en général, ces droits ne sont que de 3 0/0 de la valeur de la marchandise importée, tandis que cette proportion est de plus de 15 0/0 en Italie, de 9 0/0 en Allemagne et de 8 0/0 en France.

Ce n'est qu'à partir de l'année 1885 que l'on a pu constater la valeur du commerce extérieur de la Suisse.

Aussi ne pouvons-nous remonter au delà de cette année dans la statistique des importations et des exportations.

Commerce extérieur de la Suisse pendant la période 1885-1890 :

Années	Importations	Exportations	Total du commerce
	francs	francs	francs
1885	756.253.164	665.686.932	1.421.940.096
1886	799.230.060	667.423.642	1.466.653.702
1887	837.034.916	671.092.633	1.508.127.549
1888	827.078.595	673.060.648	1.500.139.243
1889	955.832.624	710.894.848	1.666.727.472
1890	1.001.846.390	725.072.808	1.726.919.198

On voit par ces chiffres que l'importation dépasse l'exportation d'environ 25 0/0 actuellement, cette proportion qui n'était que de 1/10 il y a quelques années, tend à s'accroitre de jour en jour. Il faut voir dans cette augmentation, aussi bien l'effet du développement de l'industrie et de l'agriculture suisse, que l'effet de la modération des droits de douane, que les marchandises ont à acquitter à leur entrée en Suisse.

Division des importations en Suisse, par grands groupes de marchandises, en 1889.

	Valeurs	Proportion
	francs	p. 100
Substances alimentaires. . .	261.762.000	27.4
Matières premières	412.257.000	43.2
Produits fabriqués.	280.210.000	29.4
Total.	954.229.000	100.0
Non classés	1.603.624	
	955.832.624	

Les matières premières entrent en Suisse dans la proportion de 43 0/0 du total, et viennent alimenter une industrie des plus prospères, comme on peut le voir par les chiffres suivants, qui concernent les exportations :

Division des exportations de Suisse, par grands groupes de marchandises, en 1889.

	Valeurs	Proportion
	francs	p. 100
Substances alimentaires. . .	75.813.000	10.6
Matières premières	107.897.000	15.2
Produits fabriqués.	527.185.000	74.2
Total.	710.895.000	100.0

Il entre donc en Suisse 280 millions de francs de produits fabriqués, et la sortie des marchandises de même catégorie atteint un chiffre double.

Les substances alimentaires représentent à l'importation, une valeur trois fois plus forte qu'à l'exportation, grâce aux céréales surtout et aux vins.

Mouvement des échanges avec la France, pendant les seize dernières années, d'après le tableau des douanes françaises (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Importations	Exportations	Années	Importations	Exportations
1874	96.2	299.7	1882	120.4	249.0
1875	93.7	315.2	1883	123.2	229.2
1876	110.1	279.0	1884	116.5	218.4
1877	96.1	237.2	1885	116.0	188.2
1878	110.4	229.4	1886	108.6	209.9
1879	103.2	246.5	1887	104.8	216.6
1880	114.1	220.4	1888	97.2	209.1
1881	125.5	243.0	1889	101.5	230.5

Le commerce entre la France et la Suisse ne semble pas avoir souffert du percement du Gothard ; si nous constatons une diminution des échanges à partir de 1882, jusqu'en 1887-1888, nous devons y voir un effet de la crise industrielle et commerciale qui a sévi avec la même intensité sur les deux pays voisins.

La caractéristique du commerce de la France avec la Suisse, est que la France reçoit de ce pays autant de produits manufacturés que de matières premières et d'objets d'alimentation réunis, tandis qu'elle lui envoie deux fois plus de matières premières et de produits fabriqués, que d'objets d'alimentation. Ces proportions sont, il est vrai, sujettes à varier quelque peu d'année en année, comme on le verra par les tableaux qui suivent et qui présentent le mouvement des grandes catégories de marchandises entre les deux pays pendant la période que nous considérons.

1° Importations de Suisse en France (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés	Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés
1874	44.3	12.5	35.9	1882	34.6	23.9	57.2
1875	35.4	12.1	38.8	1883	36.9	23.4	54.1
1876	49.8	15.5	37.7	1884	32.0	23.6	53.6
1877	40.2	14.4	35.1	1885	35.6	21.8	51.6
1878	47.0	17.3	39.6	1886	32.9	21.3	48.4
1879	35.5	20.3	41.2	1887	27.4	18.3	50.9
1880	38.9	22.4	47.4	1888	20.4	20.9	50.9
1881	41.9	25.2	52.5	1889	20.0	19.0	54.6

Comme on le voit, les importations de matières premières et celles des objets d'alimentation, venant de Suisse, ont une valeur presque identique, et leur valeur réunie est égale à celle des produits manufacturés venant du même pays. Les proportions ne sont plus les mêmes à l'exportation, comme le montre le tableau suivant :

2° Exportations de France en Suisse (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés	Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés
1874	68.6	70.4	142.5	1882	109.3	46.1	74.5
1875	84.5	73.7	130.2	1883	87.4	45.5	76.8
1876	102.9	66.3	72.2	1884	91.6	44.6	63.6
1877	69.8	68.6	69.5	1885	72.9	39.3	56.8
1878	82.8	54.8	68.1	1886	86.1	35.6	62.8
1879	95.7	57.3	60.7	1887	88.9	39.6	69.5
1880	82.7	47.9	69.3	1888	76.6	36.0	72.4
1881	96.3	49 6	70.4	1889	102.0	42.6	85.2

Les matières premières françaises, achetées par la Suisse, représentent la même valeur que les produits manufacturés de l'industrie française, tandis que les objets d'alimentation représentent une valeur deux fois moindre. Voici, pour l'année 1889, le détail des principales marchandises échangées entre la Suisse et la France :

1° Importations de Suisse en France.

Marchandises	Quantités	Valeurs
	kilogr.	francs
Tissus de soie	356.095	21.892.000
Soie et bourre de soie. . .	491.688	11.212.113
Fromages	6.953.438	10.427.000
Tissus de coton	778.127	7.231.000
Fils de toute sorte.	»	5.413.197
Bois communs.	»	5.168.594
Horlogerie.	»	4.428.615
Peaux brutes..	1.539.544	3.568.000
Machines et mécaniques..	1.862.000	3.146.000
Orfèvrerie et bijouter. d'or	1.068	5.748.500
Viandes	1.640.000	2.661.500
Or filé, trié et laminé. . .	1.085	2.345.000

Les textiles et tissus figurent aux premiers rangs des marchandises suisses, achetées par la France ; les fromages, frais ou de Gruyère, ne viennent qu'en troisième ligne, représentant une valeur de plus de 10 millions de francs ; viennent ensuite les bois communs, l'horlogerie, les peaux brutes, les machines et mécaniques et l'orfèvrerie.

Les articles d'horlogerie, importés en France en 1889, ont représenté une valeur de 4,400,000 francs, presqu'autant que l'orfèvrerie et la bijouterie, réunies à l'or filé, tiré et laminé (5 millions), que nous envoie la Suisse. Sauf la soie et la bourre de soie, le caractère des exportations de France en Suisse est tout autre, comme on pourra le voir par les chiffres ci-après :

2° Exportations de France en Suisse.

Marchandises	Quantités	Valeurs
	kilogr.	francs
Soie et bourre de soie. . .	2.355.000	65.047.000
Tissus de laine.	918.399	14.162.000
	litres	
Vins.	21.292.300	12.277.000
	kilogr.	
Tissus de soie.	217.177	10.847.130
Bestiaux.	»	10.116.014
Sucre raffiné.	14.730.000	7.218.000
Lingerie et confections. .	143.137	6.533.000
Peaux préparées	577.230	5.356.000
Ouvrag. en peau et en cuir	166.725	4.867.000
	quint.	
Houille.	1.928.846	4.832.000

Nous avons envoyé en Suisse, pendant l'année 1889, trois fois plus de soie que nous en avons reçu (65 millions) ; les principaux articles que nous avons exportés en Suisse sont, après la soie, les tissus de laine (14 millions), les vins (12 millions), les bestiaux, la lingerie et les confections, les peaux préparées et objets en peaux ou en cuir, et quelque peu de houille, près de 5 millions. Le commerce de la France avec la Suisse ne représente guère que les 4.2 centièmes de notre commerce total, mais constitue plus du cinquième (22.2 0/0) du commerce total de la Confédération.

Commerce de la Suisse avec les principaux pays. Le commerce extérieur de la Suisse se décompose comme il suit, d'après les principaux pays, en 1889 :

1° Importations.

Pays de provenance	Valeurs des marchandises importées	Proportion (part de chaque pays dans le total de l'importation)
	francs	p. 100
Allemagne.	270.001.882	28.30
France.	262.302.309	27.49
Italie.	140.803.270	14.76
Autriche-Hongrie. . .	106.409.741	11.16
Royaume-Uni	50.780.984	5.32
Belgique.	29.759.476	3.12
Russie.	26.158.969	2.74
Etats-Unis.	25.283.468	2.65
Egypte.	12.685.243	1.33
Pays-Bas.	7.877.321	0.83
Chine, Japon, etc. . .	4.487.868	0.47
Pays danubiens. . . .	3.326.423	0.35
Brésil	3.026.783	0.32
Espagne.	3.039.208	0.32
Inde anglaise	2.988.831	0.31
Australie.	1.906.125	0.20
Amérique centrale. . .	1.264.385	0.13

L'Allemagne, la France, l'Italie et l'Autriche constituent les 4 cinquièmes (80 0/0) des importations en Suisse. Le Royaume-Uni ne vient qu'en cinquième ligne.

2° Exportations.

Pays de destination	Valeurs des marchandises exportées	Proportion (part de chaque pays dans le total des exportations
	francs	p. 100
Allemagne.	184.606.137	25.97
France.	142 281.034	20.01
Royaume-Uni.	105.950.072	14.90
Etats-Unis	76.139.040	10.71
Italie.	53.489.323	7.52
Autriche-Hongrie. . .	38.524.068	5.42
Russie.	12.831.133	1.80
Inde anglaise	12.252.005	1.72
Belgique.	10.987.630	1.55
République Argentine	10.706.330	1.51
Espagne.	9.132.894	1.28
Chine, Japon, etc. . .	7.605.772	1.07
Pays danubiens. . . .	6.889.759	0.97
Inde hollandaise. . . .	4.801.751	0.68
Turquie d'Europe. . .	4.743.739	0.67
Brésil	4.784.663	0.67
Pays-Bas.	4.154.718	0.58
Amérique centrale. . .	3.559.658	0.54
Turquie d'Asie.	2.668.525	0.38
Australie.	2.307.940	0.32
Portugal.	1.801.182	0.25
Canada.	1.689.058	0.24
Suède et Norwège. . .	1.525.550	0.21

Si l'Allemagne et la France gardent le premier rang dans les exportations, le classement des autres pays se modifie profondément, comme on vient de le voir. Le Royaume-Uni et les Etats-Unis reçoivent beaucoup plus de produits de la Suisse qu'ils ne lui en fournissent.

Les principales marchandises d'importation indiquent bien quelle est la nature des principales marchandises d'exportation, produits de l'industrie nationale suisse ; ces objets manufacturés se résument, à la rigueur, presque tous dans trois industries : l'industrie du coton, celle de la soie et l'horlogerie.

Le fer brut, étiré, laminé, l'acier, entrent en Suisse avec une valeur de 42 millions ; l'or et l'argent non monnayé, avec une valeur de 36 millions. Nous trouvons la contrepartie de ces entrées de près de 80 millions de francs, dans une exportation de plus de 100 millions, d'horloges et montres. D'un autre côté, 77 millions de francs de coton entrent en Suisse ; il sort de Suisse pour 160 millions de cotonnade. Enfin, 141 millions de soie brute ou moulinée entrent en Suisse, il sort près de 200 millions de soieries.

Les trois industries dont il s'agit entrent pour un total de 460 millions sur 725 millions d'exportation.

Malgré le développement de plus en plus considérable pris par l'industrie de la soie, celle du coton et de la broderie n'en demeure pas moins la plus importante ; si la soie présente de gros chiffres à cause du prix élevé de la matière première, elle ne présente pas, à beaucoup près, une somme de travail comparable à l'industrie du coton.

En effet, d'après nos calculs, l'industrie du coton laisse 250 0/0 de bénéfice au travail national sur sa valeur, tandis que la soie ne laisse que 58 0/0. A côté et au-dessous des trois grandes industries qui viennent d'être signalées, mais les suivant d'assez loin, viennent celles de la laine et de la construction mécanique, qui fournissent chacune annuellement une vingtaine de millions à l'exportation.

Nous allons examiner rapidement les conditions économiques de chacune des industries qui viennent d'être mentionnées.

Industrie et commerce de la soie. La soie n'est pas seulement, en Suisse, une matière première pour l'industrie, elle est aussi l'objet d'un commerce très actif, la Suisse ne produisant pas de soie, sauf dans le Tessin, se fournit de ce textile en France, en Italie, en Chine et au Japon; mais elle ne met pas en œuvre tout ce qu'elle achète ; elle en revend une partie; ainsi la France vend à la Suisse 20 millions de soies grèges et 13,500,000 de filoselle peignée; l'Italie lui fournit pour 60,500,000 francs de soie moulinée, chaîne et trame; et la Suisse revend à l'Allemagne pour 22 à 25 millions de ces mêmes soies moulinées, pour 24,500,000 francs de filoselle également moulinée, et pour 3 millions de soies grèges. En d'autres termes, la Suisse revend à l'étranger pour 67 millions de soies et filoselles moulinées, sur les 113 millions qu'elle en a reçus, soit 50 0/0 du total. Le reste de la soie est moulinée et retordue, et ressort sous forme de tissus (60 millions de soie pure, 15 millions de soie mélangée) et de rubans (6 millions de soie pure et 30 millions de soie mélangée).

Après la France, c'est l'Angleterre qui est la meilleure cliente de la Suisse pour la soie pure, puis les Etats-Unis.

Parmi les articles de soierie les plus demandés, il faut citer le « merveilleux », de couleurs vives, les surahs et les failles de couleur, rayés et quadrillés. Les velours et peluches sont délaissés à cause de la grande production de Lyon, de Saint-Etienne et de Crefeld. Il convient de remarquer que, à qualité égale, les soieries suisses sont meilleur marché que les soieries françaises, car la main-d'œuvre est, en Suisse, bien moins élevée qu'en France.

Industrie et commerce du coton. L'industrie cotonnière suisse, bien qu'assez prospère, comme l'indiquent les chiffres signalés plus haut, pour les importations et pour les exportations, se plaint de la situation qui lui est faite par le relèvement de tarif qui a lieu dans presque toutes les nations avec lesquelles la Suisse est en rapport; d'un autre côté, l'Angleterre trouvant les mêmes difficultés à pénétrer sur les autres marchés, s'est rejetée sur la Suisse où elle déverse ses stocks au détriment de l'industrie du retordage; mais, ce qui est plus menaçant encore, d'après l'*Union du commerce et de l'industrie suisses*, c'est la concurrence allemande qui envoie de la mauvaise marchandise avec laquelle elle influe sur les prix des produits suisses. Aussi signale-t-on le chomage de près de 100,000 broches suisses. L'industrie suisse expédie néanmoins à l'étranger des quantités considérables de filés et de tissus. Les fils écrus, à un bout, au-dessous du n° 40, sont expédiés en plus grande partie en France, et les mêmes fils, du n° 40 et au-dessus, en Allemagne; les fils teints et tissus de fil teints sont expédiés, au contraire, dans les pays lointains, aux Indes anglaises et hollandaises, dans l'Amérique du Sud et en Turquie d'Asie.

Broderie. L'industrie de la broderie (garnitures, bandes entredeux) qui est des plus importantes en Suisse, donne lieu à une exportation qui varie de 70 à 80 millions, le tiers de cette exportation s'en va aux Etats-Unis. Quoique très ancienne en Suisse, cette industrie n'a pris son grand développement qu'à une époque relativement récente; en 1865, le nombre des métiers ne dépassait pas 700; en 1872, il dépassait 6,000; on en compte aujourd'hui 20,000 et plus. Le centre de l'industrie de la broderie est Saint-Gall, où les brodeuses sont constituées en syndicat.

Industrie et commerce de la laine. Pour ce qui est de la laine, malgré les efforts de l'industrie nationale, l'importation de produits manufacturés étrangers est plus forte que l'exportation de lainages indigènes (40 millions de différence en faveur de l'importation, ou 30 millions si l'on déduit l'entrée des matières premières). L'Allemagne, la France et l'Angleterre ont contribué à ce résultat. L'Allemagne surtout, qui envoie en Suisse des articles de qualité et de prix inférieurs, lesquels sont préférés par le consommateur.

Industrie et commerce de l'horlogerie. L'industrie de l'horlogerie suisse, qui occupe environ 40,000 ouvriers, est en pleine voie de progrès et l'exportation de ses produits dépasse aujourd'hui 100 millions de francs, malgré la baisse des prix. Aujourd'hui, le prix de la montre de poche est en moyenne : à boîte de nickel, 11 francs; à boîte d'argent, 18 francs; à boîte d'or, 66 francs. Les meilleurs clients de la Suisse, pour ce qui concerne l'horlogerie, sont les Etats-Unis, l'Allemagne, l'Angleterre. Il convient de signaler l'organisation d'un syndicat, tout récent et tout puissant, d'ouvriers et de patrons horlogers suisses sur le modèle des syndiqués brodeurs de Saint-Gall. La Société intercantonale de l'industrie du Jura se compose d'unions de syndicats de patrons et d'ouvriers, véritable fédération qui a à sa tête un comité central, ce comité comporte un *secrétariat de la Société intercantonale*, qui donne tous renseignements relatifs à la partie technique et commerciale, progrès à réaliser, et un secrétariat de la *Fédération horlogère* qui s'occupe de la partie intérieure du programme et des relations entre patrons et ouvriers.

Cette organisation était à signaler, car elle a rendu de grands services aux horlogers suisses. Dans les conditions anciennes, les ouvriers provoquaient d'eux-mêmes l'affaiblissement des salaires en offrant, dans les périodes de chômage, leurs services à prix réduits. Grâce à l'organisation de caisses mutuelles, on avise à cet inconvénient. Cette double fédération aura certainement une excellente influence sur l'industrie en général.

Industrie mécanique. L'industrie mécanique est fort active en Suisse, grâce également à une association des fabricants de machines, mais elle est fortement menacée par la concurrence allemande, et elle demande à être protégée par des droits de douane plus efficaces que ceux qui sont en vigueur. On peut objecter à cette réclamation que c'est la modicité même de ces droits de douane qui fait la fortune de la Suisse, puisque ce pays ne constitue guère qu'un atelier de transformation de matières premières venues du dehors. Elle a donc, en définitive, intérêt à ne pas élever de barrières douanières, car il lui faut utiliser les incalculables forces hydrauliques qui sont mises à sa portée par la nature même de son sol; en effet, pour son immense industrie, elle ne consomme même pas un million de tonnes de houille, y compris la consommation des chemins de fer et des particuliers.

Voici un aperçu synoptique de l'industrie de la Suisse :

INDUSTRIE. Le nombre des établissements industriels de la Suisse, pays essentiellement manufacturier, comme la remarque a déjà été faite, s'élève à 3,776. Parmi ces 3,776 établissements, 2,458 possèdent des moteurs mécaniques, à eau, à vapeur, à gaz, à l'électricité. Le nombre d'ouvriers est de 159,106, dont 86,249 hommes et 72,857 femmes. Néanmoins ce dénombrement a compté 220,000 ouvriers des deux sexes en Suisse, dont un très grand nombre travaillent chez eux, pour leur propre compte ou pour le compte d'entrepreneurs.

Voici comment se décompose, par nature de force et par puissance, exprimée en chevaux-vapeur, l'outillage mécanique des manufactures suisses (V. le tableau en tête de la colonne suivante).

L'une des particularités industrielles de la Suisse, est l'utilisation de la force hydraulique que la nature a mise à profusion à la portée de l'habitant. Le rapide courant des eaux, leur abondance a permis à bien des industries de se développer, aussi bien dans des régions sauvages qu'en pleine ville. Les turbines de Genève, à l'endroit où le lac se déverse avec une puissance énorme

	Nombre de moteurs	Puissance totale en chevaux
Eau	1.114	54.243.0
Vapeur	658	27.432.5
Eau et vapeur réunies	457	»
Gaz	434	394.5
Electricité	5	323.0
Ensemble	2.358	82.393.0

de pression dans le lit du Rhône, peuvent être citées comme un des plus beaux exemples d'appropriation de la force hydraulique. On voit, du reste, par les chiffres qui précèdent, que la moitié des établissements ont recours à la force hydraulique, et que les deux tiers de la puissance totale de leurs moteurs, exprimée en chevaux-vapeur, sont dus à la force hydraulique.

Transit. La Suisse, située entre la France, l'Allemagne, l'Autriche et l'Italie, devait être, malgré les obstacles naturels que met sa conformation géologique, un pays de transit. Aussi le chiffre des marchandises qui la traversent à destination des quatre pays est-il considérable et ne tend-il qu'à s'accroître, surtout depuis le percement du Gothard. Voici le mouvement du transit pendant les six dernières années connues :

1885	280.654.948 fr.	1888	508.226.429 fr.
1886	491.958.223	1889	553.496.504
1887	567.825.983		

Disons, au sujet du percement du Gothard, dont les Français avaient pu craindre les effets désastreux, qu'il n'a pas eu d'influence appréciable sur le transit de France en Italie. Les calculs de la Compagnie P.-L.-M. ont établi d'une manière certaine que la diminution du trafic français par suite de l'abandon des lignes françaises par les marchandises transitant d'Anvers à Gênes, a été insignifiante. Néanmoins, il est incontestable que le percement du Gothard a développé de beaucoup les relations commerciales de la Suisse avec l'Allemagne et l'Italie.

Postes et télégraphes. Plus encore peut-être que dans les autres pays, le mouvement du trafic postal de la Suisse s'est développé; nous nous contenterons de comparer la situation, à ce point de vue, de 1889 à celle de 1850 :

	1850	1889
Nombre de bureaux de poste	1.490	3.123
Nombre d'employés	2.803	6.921
Recettes	5.188.871	22.823.496
Dépenses	4.430.658	20.530.655
Nombre de lettres expéd.	11.420.971	84.519.083
Cartes postales	»	18.479.913
Imprimés divers	»	30.392.173

Quant aux communications télégraphiques, elles se sont développées dans une proportion plus grande encore, comme l'indiquent les chiffres ci-après :

	1852	1889
Longueur des lignes (kil.)	1.920	7.151
Longueur des fils (kil.)	1.920	17.872
Nombre des dépêches expédiées	2.876	3.732.902
Recettes (francs)	6.508	3.991.925
Dépenses (francs)	224.081	3.417.693

Téléphone. La Suisse est aujourd'hui dotée de réseaux téléphoniques très développés et qui se développent d'année en année.

Voici la situation en 1881 et en 1889 :

	1881	1887
Nombre de réseaux	2	78
— d'abonnés	325	8.006
— de stations	385	9.203
Longueur des lignes (kil.)	64	3.923
— des fils (kil.)	282	13.237

Chemins de fer. Pour ce qui est des chemins de fer de la Suisse, nous donnons ci-après la situation de 1888 comparée à celle de 1868, la première qui ait été publiée.

	1868	1888
Longueur exploitée (kil.)	1.325	3.010
Nombre de locomotives	226	662
Nombre des vagons à voyageurs	834	1.901
Nombre des vagons de marchandises	3.569	9.318
Nombre de voyag. transportés	9.856.854	27.078.540
Quantités de tonnes de marchandises transport.	2.256.778	8.873.172
Recettes totales des chemins de fer (francs)	30.884.466	82.283.477

On voit, d'après cela, combien s'est développé le mouvement des chemins de fer suisses, surtout pour ce qui concerne le nombre de voyageurs.

La longueur de la voie exploitée a été :

En 1844, de	2 kil.	En 1868, de	1.325 kil.
1854	26	1875	2.036
1860	1.053	1880	2.571
1864	1.308	1888	3.010

Si les progrès ont été rapides, ils ne peuvent certainement pas être aussi considérables à l'avenir, car l'étendue des vallées de la Suisse est limitée et, d'un autre côté, le réseau des tramways et le nombre des funiculaires deviennent de plus en plus grands.

Voici la situation comparée des funiculaires et des tramways en 1880 et en 1888 :

	Funiculaires		Tramways	
	1880	1888	1880	1888
Longueur exploitée	2.120 m.	5.661 m.	12.130 m.	35.631 m.
Nombre de voitures à voyageurs	12	85	47	100
Nombre de voyageurs transportés	497.446	1.035.407	3.391.905	6.295.418

Le premier funiculaire (Lausanne-Ouchy) a été construit en 1877. Dans la suite se sont succédé : Giessbach, en 1879, Territet-Glion (1883), Gütsch (Lucerne) (1884), Marsili-Bene (1885), Lugano (1886), Bienne-Ma-

colin (1888), Bürgenstock (1888), Limmatquai-Zurichberg (1889), Saint-Beatenberg (1889), Saint-Salvator (1790) et Monte-Generoso (1890).

Le premier réseau de tramways date de 1862, à Genève, et le second n'a été construit, à Brienne, qu'en 1875. Le tramway de Zurich fonctionne depuis 1882, celui de Vevey-Chillon depuis 1888, celui de Berne depuis 1890.

La population générale de la Suisse est, d'après le recensement de 1890, de 2,933,334 habitants.

Le nombre d'étrangers qui se trouvent en Suisse est remarquable, 238,000, soit 8 0/0. Parmi ces étrangers, 53,000 sont Français. Il y a relativement plus de Français en Suisse que de Suisses en France. Il ne s'agit ici, bien entendu, que de la population résidente. On sait que, pendant la belle saison, le nombre de touristes attirés par la Suisse est très considérable sans pouvoir être déterminé par un dénombrement.

D'après les données du recensement, la population suisse se répartit de la manière suivante, dans les principaux groupes de professions :

	Nombre d'habitants	
	Exerçant eux-mêmes la profession	Vivant aux dépens des précédents
Agriculture	558.000	614.000
Industrie.	550.000	507.000
Commerce.	95.000	111.000
Transports.	48.500	64.000
Administration et professions libérales.	46.000	70.000

D'après ces chiffres, la proportion des habitants vivant de l'agriculture serait de 41 0/0 et celle des habitants vivant de l'industrie, de 37 0/0 de la population totale. En France, les proportions correspondantes sont, respectivement 48 0/0 et 25 0/0. La vie industrielle est donc plus intense en Suisse que chez nous.

Pour terminer ce que nous avons à dire sur la population de la Suisse, nous donnons ci-après la liste des villes qui ont plus de 10,000 habitants.

Aussersihl. . .	19.767 h.	Lucerne. . . .	20.314 h.
Bâle	69.809	Le Locle. . . .	11.226
Berne.	46.009	Neuchâtel . . .	16.261
Bienne.	15.289	Plaimpalais . .	11.911
La Chaux-de-Fonds	25.603	Riesbach. . . .	10.603
Fribourg. . . .	12.195	Saint-Gall . .	27.390
Genève.	52.043	Schaffhouse . .	12.315
Hérisau.	12.937	Winterthur . .	15.805
Lausanne . . .	33.340	Zurich.	27.644

Emigration. Nous avons donné, ci-dessus, en deux mots, une idée suffisante de l'immigration étrangère en Suisse, en indiquant le nombre d'étrangers qui y ont été recensés. La Suisse est un des pays du monde qui reçoit le plus d'étrangers. Il n'est pas sans intérêt de savoir que c'est aussi en Suisse qu'il y a un des plus forts courants d'émigration. Cela tient à la situation centrale de la Suisse dans l'Europe occidentale et aux habitudes séculaires de ses populations montagnardes.

Voici le mouvement officiel de l'émigration de l'ensemble de la Suisse pendant les dix dernières années connues (*Annuaire statistique de la Suisse*, 1891) :

1880. . . .	7.255 émigr.	1886. . . .	6.342 émigr.
1881. . . .	10.935 —	1887. . . .	7.558 —
1882. . . .	10.896 —	1888. . . .	8.346 —
1883. . . .	13.502 —	1889. . . .	8.430 —
1884. . . .	9.608 —	Moyenne..	9.045 émigr.
1885. . . .	7.583 —		

C'est donc une moyenne de plus de 9,000 habitants qui quittent le pays tous les ans, soit une population de plus de 3 pour 1,000 habitants. Les contrées qui fournissent le plus d'émigrants sont Berne, Saint-Gall, Argovie. C'est aux États-Unis et dans la République argentine que se dirige de préférence l'émigration suisse.

La Suisse à l'exposition de 1889. L'exposition suisse, fort complète et fort belle, a été une des premières prêtes et a pu s'organiser avec la plus grande facilité; en effet, dès 1887, le gouvernement helvétique, qui ne pouvait être retenu par les considérations d'ordre politique où d'autres puissances avaient vu un écueil, envoyait son adhésion officielle et s'occupait activement des préparatifs. Les Chambres fédérales votèrent 450,000 francs, somme très suffisante pour assurer à ce pays une belle et honorable représentation, mais de plus, différentes villes et cantons allouèrent isolément d'autres crédits plus ou moins importants, pour subventionner leurs expositions particulières ou telle branche spéciale de l'industrie qui les intéressait davantage. C'est ainsi que le canton de Zurich avait voté un crédit pour l'exposition de la soierie; Genève et Neufchâtel pour l'horlogerie qui fait leur richesse; Saint-Gall pour les broderies, qui méritent, en effet, d'être mieux connues encore et mieux appréciées; l'Exposition de 1889 leur a été fort utile; le canton de Vaud avait aussi jugé bon de donner un encouragement à l'envoi des vins. Ces subventions avaient presque doublé l'allocation officielle et, parmi les Etats européens, la Suisse a, certes, tenu la tête pour la beauté de son installation, comparativement à sa population et à ses ressources.

La section suisse, sobrement ornée, occupait une superficie de 6,500 mètres carrés, avec environ 1,100 exposants; 128 exposants figuraient à la galerie des machines, et un restaurant était installé dans le pourtour intérieur du jardin du Champ-de-Mars.

Dans la section, l'ensemble le plus remarquable était celui de l'horlogerie qui, à elle seule, occupait 250 mètres et comptait 160 exposants; comme nous l'avons dit, les cantons de Genève et de Neuchâtel avaient fait là les plus beaux et les plus curieux envois. Pour les hommes spéciaux, cette exposition offrait un intérêt tout particulier, car on y voyait des modèles et des combinaisons de mécanisme inconnus jusqu'alors; il semble que la mécanique, quelque compliquée qu'elle soit, ne présente plus de difficultés à l'esprit chercheur des ouvriers suisses. Venait ensuite, dans l'ordre d'importance, l'exposition des soies de Zurich, installée luxueusement dans une vitrine collective; cette industrie tend surtout à produire des étoffes à bon marché, pour l'exportation, et à ce point de vue, elle ne fait pas grande concurrence à notre marché de Lyon, qui se consacre principalement aux soieries de luxe. Puis on pouvait voir une fort belle réunion de dentelles et broderies, envoyées par les cantons de Saint-Gall et d'Appenzell, et placées dans un élégant pavillon; beaucoup d'applications pratiques, notamment dans des rideaux de vitrage très artistement traités; un peu plus loin, les produits d'une industrie encore très florissante dans la Suisse française; celle des objets de piété et de culte, ornements d'église, vitraux, etc. Les vitraux paraissent reprendre faveur; une exposition scolaire très complète, pourvue de tous les perfectionnements modernes, admirablement comprise au point de vue de l'hygiène et de la conservation de la vue; très remarquables aussi la topographie et la géographie, les cartes exposées par le bureau topographique fédéral et les reliefs de M. Simon, de Bâle; celui de la Jüngfrau était un véritable chef-d'œuvre.

La partie agricole et alimentaire de l'exposition suisse ne pouvait manquer d'être très intéressante. A noter de ce côté les laits condensés et les farines lactées de Vevey, les premiers produits de ce genre au monde et qui

sont exportés par quantités très considérables jusqu'au fond de l'Amérique. Il faut dire aussi que leur renom tient aux qualités exceptionnelles de la race bovine et des pâturages du canton de Vaud ; n'oublions pas non plus les célèbres fromages de Gruyère, une des grandes industries du pays, les chocolats Suchard, et enfin, à l'exposition agricole, les splendides spécimens de vaches laitières, les fermes et les exploitations modèles, etc..

En ce qui concerne la galerie des machines, il faut rappeler que la plupart des manufactures exposantes sont actionnées, dans le pays même, par la force hydraulique de ses chutes d'eau, ce qui en modifiait quelque peu les conditions. C'est ainsi qu'on avait reconstitué, dans de curieux détails, le mécanisme complet avec lequel, à 500 mètres de profondeur, on a réalisé l'élévation d'eau, à Chaux-de-Fond, qui fait mouvoir tout le matériel à horlogerie. Parmi les installations les plus dignes d'attention et souvent d'admiration, nous citerons les turbines hydrauliques, les métiers à tisser, à filer, à peigner de Wintherthur, les machines à vapeur avec soupape de Sulzer, les moulins de Zurich, la papeterie d'Escher-Wyss et, parmi les machines électriques, celles des ateliers d'Œrlikou, et celles d'Allioth, à Bâle, dont l'*Helvetia* fournit un courant de 43,000 watts, supérieur, en 1889 du moins, à la production des machines analogues.

Cette participation de la Suisse à notre Exposition a donné la plus haute idée de la situation industrielle et agricole de ce pays qui se développe à la faveur de la paix extérieure et d'une tranquillité intérieure relative.

SUPPLÉMENTAIRE. *T. de géom.* Deux angles sont dits *supplémentaires* quand leur somme est égale à deux angles droits. Les angles adjacents formés d'un même côté d'une ligne droite par une deuxième ligne droite qui rencontre la première sont supplémentaires. Deux angles dièdres droits sont dits *supplémentaires* quand leur somme est égale à deux dièdres droits. Les deux dièdres adjacents formés d'un même côté d'un plan par un autre plan qui rencontre le premier sont supplémentaires. Comme un angle dièdre a la même mesure que son angle rectiligne (V. *Dict.*, RECTILIGNE), on peut concevoir aussi un angle plan et un angle dièdre *supplémentaires*. Dans ce cas, la somme de l'angle plan et de l'angle rectiligne du dièdre est égale à deux droits.

On appelle *tièdre supplémentaire* d'un angle trièdre donné SABC, un trièdre obtenu en menant par le sommet S des perpendiculaires à chacune des faces du trièdre donné, dans un sens tel que chacune d'elles se trouve, par rapport à la face sur laquelle elle est perpendiculaire, du même côté que l'arête du trièdre donné opposé à cette face. On démontre que si un trièdre S' est supplémentaire d'un trièdre S, réciproquement, S est supplémentaire de S'. Quand deux trièdres sont supplémentaires, les dièdres de l'un sont supplémentaires des faces correspondantes de l'autre. Cette importante proposition permet de déduire de tout théorème concernant les faces d'un trièdre, par exemple, un autre théorème concernant les dièdres, ou réciproquement (V. TRIÈDRE). Si deux trièdres supplémentaires sont placés au centre d'une sphère, ils découperont sur la surface de cette sphère deux triangles sphériques qui sont dits *polaires réciproques*. Les sommets de l'un sont les pôles des côtés de l'autre, et les angles de l'un sont supplémentaires des côtés de l'autre. — V. TRIANGLE. — M. F.

SURFUSION. *T. de phys.* Etat d'un corps qui reste liquide à une température inférieure à celle de sa solidification dans les conditions ordinaires, normales. C'est là, comme il a été dit (V. *Dictionnaire*, SOLIDIFICATION), une dérogation à la seconde loi de ce changement d'etat, loi qui veut que la température de solidification coïncide avec celle de la fusion. Aux exemples cités, nous croyons devoir ajouter quelques développements relatifs aux divers procédés employés pour produire la *surfusion*.

Le phénomène de surfusion avait été observé, dès 1723, par Fahrenheit. Ce physicien avait constaté que de l'eau remplissant un ballon dont le col avait été effilé et fermé à la lampe, puis maintenue pendant longtemps au-dessous de zéro, était restée liquide, et, en cassant la pointe, il vit l'eau se solidifier instantanément. Gay-Lussac était parvenu à conserver de l'eau liquide jusqu'à —15°, dans un tube ouvert, en la surmontant d'une couche d'huile et en la soustrayant à toute agitation ; mais en remuant le tube ou en le faisant vibrer, tout le liquide se prenait en masse. Despretz est allé plus loin : Pour ses recherches sur la dilatation de l'eau, de part et d'autre du maximum de densité, il enfermait l'eau dans des tubes thermométriques, capillaires ; il pouvait ainsi la conserver liquide jusqu'à —20°. Comme il arrive toujours un moment où la masse se congèle tout à coup, le tube se brise alors par suite de l'expansion subite du volume de la glace. On a remarqué que l'eau privée d'air par une ébullition prolongée se prête facilement à la surfusion. L'eau n'est pas, d'ailleurs, le seul corps présentant cet état exceptionnel d'équilibre instable. M. Gernez a fait une étude suivie du phénomène sur différents corps, notamment sur le phosphore et le soufre. Pour le *phosphore*, on fait fondre ce corps dans un tube au bain-marie ; on surmonte le phosphore fondu d'une couche d'eau à laquelle on ajoute quelques gouttes de potasse ou d'acide azotique ; on plonge ce tube ouvert dans un grand vase contenant de l'eau chaude et un thermomètre, puis on abandonne le tout au refroidissement spontané, refroidissement bien lent, eu égard à la grande masse d'eau du vase. Dans ces conditions, le phosphore peut être maintenu liquide jusqu'à 0° et même à —5°. Un fragment de phosphore ordinaire (mais non de phosphore amorphe) jeté dans un tube provoque la solidification de toute la masse de phosphore. Le même effet se produit quand on touche le phosphore liquide avec une baguette ayant été mise en contact avec du phosphore ordinaire. Un choc léger ou mieux un mouvement vibratoire imprimé au tube, produit la solidification instantanée. Les expériences sur le *soufre* (qui fond à 110°) ont montré que ce corps peut rester liquide jusqu'à la température ordinaire, 10° à 15°.

En général, on provoque la solidification instantanée des liquides en y jetant une parcelle cristalline ou amorphe du corps en expérience, et

la masse solidifiée remonte généralement à la température de fusion ou de solidification normale. Pour l'explication de cette dernière phase du phénomène, V. au *Dictionnaire*, CHALEUR LATENTE.

Un autre mode d'expérimentation pour produire la surfusion est celui qu'a employé M. Dufour, de Lausanne. Le liquide que l'on veut soumettre à la surfusion est déposé en gouttelettes au sein d'un liquide non miscible avec lui et ayant son point de fusion à une température bien inférieure. Ainsi, dans un bain de chloroforme et d'huile d'amandes douces, des gouttes d'eau en suspension dans ce milieu, de même densité qu'elles, peuvent être refroidies à —20° sans se solidifier. Dans une solution de chlorure de zinc, des gouttes de soufre ou de phosphore ont pu être amenées à des températures très inférieures à 0°. Comme dans les expériences précédentes, on provoque la solidification quand on vient à toucher les gouttes liquides avec un fragment solide du même corps.

Le phénomène de surfusion de l'eau fournit une explication de la résistance des végétaux à la gelée pendant l'hiver. C'est grâce à la capillarité de leurs vaisseaux que la sève se maintient liquide pendant les plus grands froids.

Un autre phénomène naturel, météorologique, ayant pour cause la surfusion de l'eau en gouttelettes dans l'atmosphère, est le *verglas* désastreux qu'on a observé, le 23 janvier 1879, à Vendôme, Fontainebleau, Orléans, Tours, Angers. Ce jour là, il est tombé une pluie assez persistante d'eau froide, à —4°, par conséquent surfondue, qui, au contact des objets, se solidifiait en grande partie, formait sur eux une couche de glace de 2 à 3 centimètres d'épaisseur, sous le poids de laquelle les arbres se brisaient ainsi que les fils télégraphiques. Dans la forêt de Fontainebleau, les dégâts ont été considérables. La neige tombée assez abondamment les jours précédents avait purifié l'atmosphère des poussières flottantes et réalisé ainsi une condition essentielle à la production du phénomène de surfusion des gouttes d'eau de l'atmosphère qui, en touchant les objets terrestres, ont constitué ce verglas d'une espèce particulière. — C. D.

***SURSATURATION.** *T. de chim.* On a vu (V. *Dictionnaire*, DISSOLUTION et SATURATION) que quand un liquide a dissous d'une substance tout ce qu'il en peut prendre, à une température donnée, on dit qu'il est *saturé* ou à *saturation*. En général, les sels sont plus solubles à chaud qu'à froid. Si donc on chauffe un liquide avec un excès d'un sel cristallisable par exemple, il en prendra une certaine quantité correspondant à la température de l'expérience. Si l'on abandonne la dissolution au refroidissement, celle-ci laisse déposer constamment, mais lentement, du sel dissous, de façon à ce que la quantité restant en dissolution, à un moment donné, corresponde à la saturation, c'est-à-dire à la solubilité relative à la température de l'expérience. Cependant, il arrive que les dissolutions de certains sels, notamment les sulfate, hyposulfite, acétate de soude, restent liquides malgré l'abaissement de température et font, entre certaines limites, exception à la règle générale. C'est cet état exceptionnel qui constitue la *sursaturation*; mais c'est un état d'équilibre instable des molécules, car en laissant tomber dans la dissolution une parcelle cristalline de la substance, le liquide se prend en masse cristalline presque instantanément, phénomène analogue à celui de la *surfusion*.

Nous ne relaterons pas les expériences nombreuses qui ont été faites sur la sursaturation, les unes, déjà anciennes, par H. Davy, par Gay-Lussac, les autres, plus récentes, par Lœwel sur le sulfate de soude, puis, en 1865 et 1866, par MM. Violette, Gernez, Jeannel, Tomlinson, Lecoq de Boisbaudran, etc., sur un grand nombre d'autres sels; nous nous bornerons à résumer les principales conditions du phénomène.

L'expérience de sursaturation la plus connue, la plus facile à réaliser et la plus concluante est la suivante, qui est devenue classique : dans un tube de verre étiré à la lampe à sa partie supérieure, on met une solution de sulfate de soude saturée à chaud (l'eau peut dissoudre, à chaud, jusqu'à dix fois son poids de sel), on la porte à l'ébullition, de telle sorte que la vapeur s'échappe par l'extrémité ouverte; on ferme le tube par un coup de dard du chalumeau. Le tube étant abandonné au refroidissement, la vapeur s'y condense, un vide se fait au-dessus du liquide. La dissolution arrive à la température ambiante et, cependant, elle reste tout entière à l'état liquide sans qu'il se dépose la moindre parcelle saline. On peut agiter le tube sans que la cristallisation se produise. Mais si l'on vient à briser la pointe, l'air rentre en sifflant par l'ouverture et la cristallisation qui commence aussitôt à la surface, se propage rapidement jusqu'au fond du tube, avec élévation de température due au dégagement de chaleur latente de solidification.

Quand on laisse le tube fermé, on peut abaisser la température jusqu'à —8°, alors le liquide se prend spontanément et subitement en masse cristalline. La sursaturation du sulfate de soude n'est donc possible qu'à partir de —8°. Cette limite n'est pas la même pour les autres sels.

Si l'air, pour rentrer dans le tube en question, est forcé de passer à travers une colonne de coton cardé ou d'amiante, la cristallisation ne se produit pas. On a cru pouvoir conclure de là qu'il y a dans l'air ambiant des poussières contenant des parcelles extrêmement ténues de cristal en expérience ou de l'un de ses isomorphes. Cette hypothèse a reçu le nom de *pancristallie* qui serait analogue à celle de la *panspermie* ou diffusion des germes dans l'atmosphère.

L'expérience de sursaturation se fait avec l'hyposulfite de soude ou l'acétate de soude très simplement, dans un petit ballon de verre d'un demi-litre contenant la dissolution chaude saturée de sel. On porte à l'ébullition pendant quelques instants, afin de dissoudre les cristaux qui peuvent rester adhérents à la partie supérieure du col du ballon. On le couvre avec un bouchon ou avec un morceau de papier mouillé ou simplement avec un

verre de montre. La dissolution en se refroidissant se sursature, arrive même à consistance sirupeuse sans qu'il se dépose de cristal. Si on ouvre le ballon et qu'on y jette un petit cristal du sel, on voit immédiatement se former autour du point de chute des cristaux qui se propagent en tous sens et envahissent rapidement toute la masse du liquide. L'élévation de température est très sensible à la main qui touche la panse du ballon. L'effet thermique peut d'ailleurs être constaté, mesuré par un thermomètre introduit dans la dissolution avant sa solidification ou par le moyen de deux tubes contenant, l'un de l'acide phénique, l'autre de l'éther; on constate que la chaleur dégagée dans la solidification du sel fait fondre l'acide phénique et bouillir l'éther.

Le phénomène de sursaturation a été observé sur une soixantaine de sels, entre autres sur l'alun, le phosphate de soude, le carbonate de soude, le sulfate de magnésie, le sulfate de fer, l'acétate de plomb, etc.

En général, plus la solution est concentrée, plus la cristallisation est rapide et la température de solidification élevée.

Le contact d'un corps quelconque est généralement impuissant à produire la solidification d'une dissolution sursaturée, à moins qu'il ne s'agisse de substances isomorphes. Cependant, un certain nombre de dissolutions présentent une stabilité moléculaire moins grande que les précédentes; telles sont celles du biacétate de potasse, de l'azotite d'ammoniaque. Un choc de deux corps solides l'un contre l'autre peut déterminer la solidification de ces solutions sursaturées. Quelquefois même le frottement d'une tige de verre ou de métal sur les parois du vase suffit pour produire le phénomène de solidification instantanée, un cristal prenant naissance au point frotté.

Un phénomène de sursaturation se produit aussi à l'égard de certains gaz dissous dans les liquides. — C. D.

Bibliographie : *Annales scientifiques de l'Ecole normale supérieure*, t. III, p. 163, 1866 et 2e série t. V, p. 9; *Physique moléculaire*, par l'abbé Moigno, p. 162 et suiv.

SYNDICATS PROFESSIONNELS. Un peu avant que la loi de 1884 ne fut votée, les syndicats ouvriers se divisèrent sur la question de savoir si elle était opportune. Une minorité repoussait toute espèce de loi, tandis que la majorité en réclamait une. De cette majorité imbue du sentiment légal, résulta l'Union des chambres syndicales ouvrières de France, dont les membres désirent l'accord avec les patrons, sur le terrain professionnel, par des concessions réciproques, et qui ont pour organe un vaillant journal, le *Moniteur des syndicats ouvriers*. De la minorité sortit l'Union fédérative qui recruta des cercles d'études sociales et dont l'esprit est plutôt révolutionnaire; son organe est le *Prolétariat*.

La loi du 21 mars 1884 accorde aux syndicats professionnels le droit d'ester en justice, de recevoir des dons et legs, de posséder l'immeuble où est établi leur siège social, d'organiser des bureaux pour les offres et les demandes de travail, d'intervenir dans les questions d'apprentissage et d'enseignement professionnel, de créer dans leur sein et avec leurs éléments des caisses de prévoyance et de secours mutuels, contre le chômage, la maladie et la vieillesse, et de former entre eux des unions pour étudier les affaires qui portent sur les intérêts généraux du travail, de l'industrie et du commerce. Ces unions peuvent embrasser divers métiers ou professions et différentes localités.

Il y a quelques années, l'Union des chambres syndicales ouvrières noua des relations avec l'Union nationale du commerce et de l'industrie, chambres syndicales patronales.

Les délégués des deux institutions ont organisé des conférences mixtes, dans lesquelles les orateurs ont discuté contradictoirement des ordres du jour préparés d'avance et d'un commun accord. Ces discussions ont porté sur les grèves et sur les accidents résultant du travail. Les opinions émises de part et d'autre ont montré qu'un rapprochement entre patrons et ouvriers n'offrait aucune difficulté insurmontable.

En somme, le rôle des Chambres syndicales ouvrières consiste dans la défense des intérêts généraux professionnels ouvriers, comme, par exemple, la meilleure application des contrats d'apprentissage, l'organisation mieux comprise des cours professionnels, la réforme de l'institution des prud'hommes, le maintien du taux des salaires, et même l'examen des tarifs de douane à l'importation et à l'exportation des objets de la fabrication qui les concerne.

Les syndicats ouvriers pourraient encore centraliser les demandes et offres d'emplois, et remplacer les bureaux de placement. Il nous semble qu'ils pourraient rendre là d'importants services. Ces bureaux sont trop souvent des officines véreuses qui spéculent à la fois sur les patrons et les ouvriers en déterminant le plus grand nombre possible de mutations, par des opérations d'embauchage qu'elles savent ne pouvoir durer longtemps.

La loi de 1884 à laquelle on a trouvé tout à coup des vertus superbes, qui devait réconcilier comme par enchantement ces deux frères ennemis, le travail et le capital, et que des adversaires passionnés ont accusé d'être antisociale et révolutionnaire ne mérite:

Ni cet excès d'honneur, ni cette indignité.

Elle est, comme toutes les lois faites sans un examen sérieux des besoins qui la font naître, ce sont des fruits de l'arbre de la sagesse détachés avant leur maturité. Aussi à peine fut-elle promulguée, que cette loi tant réclamée, tant attendue des ouvriers avait du plomb dans l'aile. Les ouvriers ont cru, ou on le leur faisait croire, que l'organisation du travail allait se transformer, qu'ils auraient de grandes facilités, d'importants privilèges, comme le dit fort bien M. Hubert Valleroux, « des travaux fournis par l'Etat, faciles à exécuter, bien payés, demandant peu d'efforts et se renouvelant sans cesse ».

Mais cette loi n'avait pas, comme la bonne fée de Cendrillon, le pouvoir de faire surgir tout à

coup la fortune et le bonheur ; de transformer le travail du jour au lendemain, créer des besoins, faire abonder les commandes ; aussi les ouvriers qui ne considèrent que le présent, que l'heure même, ne voyant pas se réaliser les promesses qu'on leur avait faites, se détournèrent peu à peu des syndicats dont ils ne comprennent plus le rôle et l'utilité. Il s'est produit alors des scissions, des divisions au sein des syndicats autrefois unis, et on en est arrivé à l'émiettement et à l'impuissance.

L'association répond cependant à une nécessité sociale ; elle serait l'union, elle serait la force, si les ouvriers en comprenaient la valeur, mais en réalité, il faut le déplorer, ils n'ont point, à Paris surtout, les qualités nécessaires pour s'associer, manquent de persévérance et de prévoyance; leurs prétentions excessives ne leur permettent d'accepter aucune direction intelligente, aucune discipline ; et ils suivent avec une étonnante docilité, comme des moutons de Panurge, des politiciens d'aventures qui les exploitent sans vergogne. Dans ces conditions, le syndicat organisé en vue des intérêts communs, ne peut avoir de succès, comme ceux qui fonctionnent en Angleterre sous le nom de *Trades-Union* et en Amérique, sous le nom de *Chevaliers du travail*. Ces puissantes associations sont animées d'un esprit pratique que nous voudrions voir chez nos ouvriers. Elles sont savamment hiérarchisées, façonnées à l'obéissance envers leurs chefs, et leurs caisses épuisées par des grèves successives, se sont remplies depuis qu'elles sont conduites avec sagesse.

Dans le dernier Congrès international ouvrier (1888) tenu à Londres, on a remarqué le calme et le bon sens qu'ils ont opposé au langage violent des socialistes révolutionnaires, délégués par les différentes sectes du continent. Cette fois encore, il a bien fallu constater que, par leur sagesse, les trades-unionistes ont obtenu des réformes importantes, alors que les partis révolutionnaires n'ont rien à leur actif, rien que des discours emphatiques, des injures et des menaces, agrémentées de horions qu'ils échangent entre eux comme des frères.

Outre les syndicats patronaux et les syndicats ouvriers, il existe des syndicats agricoles qui se sont constitués après l'édiction de la loi du 21 mars 1884. Ils existent tous en province, et sont déjà au nombre de 300. Ils ont pour but de relever l'agriculture nationale, soit par l'acquisition de champs d'expérience où les ressources collectives permettent l'emploi d'un outillage perfectionné qui économise les bras et laboure plus profondément la terre, que par le groupement des moyens industriels pour lutter contre l'envahissement des produits étrangers. Ces champs d'expérience des syndicats agricoles sont des sortes de succursales des fermes-écoles ou fermes modèles.

Contrairement à ce qui s'est passé dans le monde industriel, le monde agricole a tiré de cette loi les plus heureuses conséquences. Et, chose assez bizarre, c'est comme par hasard que les bénéfices de la loi ont été étendus à l'agriculture. On avait bien pensé au bonheur des ouvriers, mais de celui des agriculteurs, nul souci ! Grâce à quelques hommes d'action, le mot *agricole* fut ajouté au dernier moment, et depuis la promulgation de la loi, les syndicats s'organisent, se développent, gagnent de proche en proche, font de bonne et utile besogne, en se cantonnant sur le terrain purement agricole et économique, sans jamais mêler aux questions d'affaires les passions de la politique.

Les syndicats ouvriers tâtonnent, les syndicats agricoles prospèrent ; on pérore moins, on travaille plus ; l'agriculture et les agriculteurs y gagneront. Bientôt nous verrons nos campagnes fécondées par l'association sous toutes ses formes : sociétés de crédit, de secours mutuels, de productions et de vente ; caisses de retraites, d'assurances, etc. Et ce sera l'œuvre des syndicats qui n'ont d'autre but que le profit exclusif de leurs membres.

Souhaitons que les syndicats ouvriers s'inspirent de la même sagesse et alors la loi de 1884 aura droit à la reconnaissance du pays.

T

© * **TACHYGRAPHE.** *Indicateur et enregistreur de vitesse pour machines fixes et mobiles.* L'appareil représenté par les figures 758 et 759 indique et enregistre à chaque instant et d'une manière continue, sur une bande de papier, le nombre de tours par minute d'un arbre rotatif. Cette disposition permet d'obtenir un contrôle toujours exact de la marche actuelle et de la marche antérieure d'une machine. Cela est d'une grande importance pour le contrôle de nuit de la marche de machines qui doivent fonctionner avec une grande uniformité. Il en est de même dans tous les cas où la marche irrégulière d'une machine constituerait un danger quelconque.

Dans les machines d'extraction, par exemple, le tachygraphe trouve une occasion toute particulière de montrer ses avantages. En effet, dans des cas de ce genre, la représentation graphique sur une bande de papier qui se déroule avec une vitesse de 20 $\frac{m}{m}$ par minute, donne une image très nette des variations de vitesse par chaque période de travail.

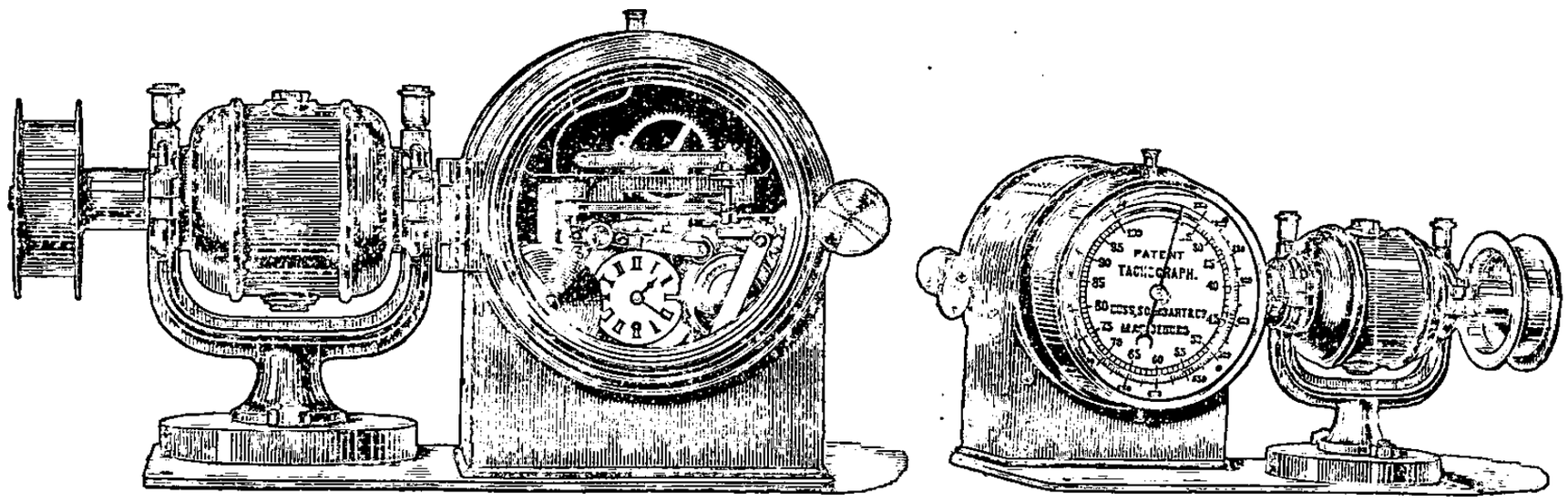


Fig. 758 et 759. — *Tachygraphe de M. Buss.*

Les appareils sont généralement disposés de manière que le déroulement de la bande de papier soit de 5 $\frac{m}{m}$ par minute, ce qui suffit dans la plupart des cas; mais il est bien entendu qu'on peut les construire de façon à réaliser tout autre déroulement jusqu'à 20 $\frac{m}{m}$ par minute. La vitesse maximum indiquée par le tachygraphe peut y être 4 fois la vitesse minimum. Ainsi, elle peut varier de 250 à 1,000, de 50 à 200, de 25 à 100, de 12 1/2 à 50 tours par minute, suivant le rapport des diamètres des poulies du tachygraphe et de l'arbre.

L'ordonnée de la courbe, en s'élevant du minimum au maximum de vitesse, a une valeur de 40 $\frac{m}{m}$, intervalle suffisant pour pouvoir distinguer facilement les variations de vitesse.

Le déroulement de la bande de papier peut, à tout moment, être arrêté au moyen d'un mécanisme d'embrayage et de débrayage, sans nuire pour cela au fonctionnement des autres organes, ainsi qu'à celui de l'horloge. Cela est très important aussi au point de vue de l'économie du papier, parce que souvent l'on ne demande l'enregistrement que pendant un certain laps de temps, tandis que l'indication doit être continue.

Dans tous les cas qui exigeraient un écart plus grand entre les diamètres des poulies de l'arbre et du tachygraphe, dont le fonctionnement correspond à une vitesse comprise entre 250 et 1,000 tours par minute, il convient de choisir une commande par engrenages, car la transmission

par courroie, d'une grande à une très petite poulie, nuirait considérablement à la précision des indications et enregistrements. Pour les cas de ce genre, l'appareil monté sur une boîte-socle, munie d'engrenages d'un rapport de 1 à 5 ou de 1 à 10; cette boîte sert, en même temps, à recevoir les bandes de papier déroulées, les rouleaux de papier de réserve, etc.

Lorsqu'on se sert du tachygraphe pour les locomotives, son cadran reçoit une graduation qui permet au machiniste de lire, à tout moment, la vitesse de la machine en kilomètres par heure.

Toutes les parties de l'appareil sont construites avec une solidité qui lui permet de résister aux forts ébranlements et aux chocs, lesquels d'ailleurs, n'influent aucunement sur la précision des indications du tachygraphe.

La fermeture de l'appareil est hermétique et s'oppose à toute pénétration de l'eau, ou de la poussière dans l'intérieur; quelques coussinets seulement exigent le graissage, qui peut se faire facilement du dehors, sans nuire à la marche de l'appareil. Ces tachymètres ont été appliqués à toutes les Expositions électriques internationales des dernières années, *au contrôle officiel* de la vitesse des machines dynamo-électriques, et ils ont été soumis à des expériences suivies par les Ingénieurs de la marine au port de Brest, du 23 novembre 1880 au 25 mars 1881. La commismission chargée des essais a déposé un rapport dont nous extrayons les conclusions ci-après :

— L'appareil a été employé au service de trois torpilleurs. Il fonctionnait sans intermédiaire de courroies, mais à l'aide d'engrenages coniques :

Avec cette disposition, le tachymètre a toujours parfaitement fonctionné et la commission s'est réunie le 22 mars pour vérifier si, après une période de quatre mois et demi, les indications de l'instrument restaient toujours parfaitement exactes.

La machine étant manœuvrée par la valve de manière à maintenir l'aiguille du tachymètre sur une division déterminée; on comptait le nombre de tours de la machine à l'aide d'un chronomètre et de deux compteurs, l'un qui est le compteur ordinaire usité sur les torpilleurs, l'autre à déclanchement.

Ces deux appareils et l'observation directe du nombre de tours par une montre à secondes n'ont jamais donné une différence de plus d'un tour.

On peut voir, à l'inspection du tableau ci-après, que le nombre de tours observé n'a jamais différé de plus d'un tour avec celui indiqué par le tachymètre et, certainement, à des vitesses pareilles on ne peut pas répondre, à un tour près, de l'exactitude des observations décrites.

Au point de vue des indications, le tachymètre de M. Buss donne des résultats aussi satisfaisants que possible. L'aiguille reste presque absolument fixe; elle n'a qu'un léger tremblotement sans influence sur la lecture des indications.

La commission a conclu que le nouveau tachymètre de M. Buss remplit parfaitement le but pour lequel il a été fait, qu'il est solide, bien construit, facile à installer et qu'il peut rendre les plus grands services en mettant sous les yeux du mécanicien une indication très exacte du nombre de tours de sa machine, ce qui lui permet d'en régler l'allure sans tâtonnements, suivant les ordres qu'il reçoit :

Nombre de tours observé		Nombre de tours *indiqué* par le tachymètre
au compteur	à la montre	
281	280	280
299.25	299.5	300
320	320.5	320
340	340	340
370	370.5	370

Ce genre d'appareil est particulièrement recommandable pour les machines à allure rapide, comme celles des torpilleurs ou celles qui actionnent les pompes centrifuges, les ventilateurs, les machines photo-électriques, etc., etc.

* TAÏTI.— V. COLONIES FRANÇAISES.

TANNERIE (V. CORROYAGE, COURROIE EN CUIR, MÉGISSERIE, TEINTURE DES CUIRS.) Les industries du cuir occupent en France le troisième rang; c'est dire toute leur importance. Les lecteurs ne s'en étonneront pas si l'on veut songer qu'il n'est pas d'industrie qui, dans une circonstance ou dans une autre, n'ait à se servir de cuir. Pas une ville, pour ainsi dire, qui ne possède sa tannerie ou ses tanneries. L'industrie des cuirs et peaux occupe directement 400,000 ouvriers environ, et pour les industries annexes 400,000 autres. Elle importe annuellement environ pour 125 millions de francs de peaux brutes et exporte en peaux préparées et en objets fabriqués pour plus de 240 millions. Il faut, en outre, tenir compte des articles où le cuir n'entre que pour une part.

Comme suite à l'article du *Dictionnaire* (V. *Dictionnaire*, TANNERIE), nous allons donner ici d'une façon rapide des indications complémentaires sur quelques questions principales, en nous bornant aux points les plus intéressants.

Des peaux employées en tannerie. Les tanneurs français sont obligés de recourir à l'étranger pour se procurer une grande partie des peaux qu'ils emploient, car les achats du pays ne leur fournissent que la moitié des gros cuirs de bœufs et de vaches, une très faible proportion de veaux légers, d'agneaux, de chèvres, de chevreaux et la dixième partie seulement des peaux de mouton. Ils s'adressent principalement à l'Amérique du Sud pour les grosses peaux, à l'Europe orientale pour les veaux légers, à la République Argentine et à l'Australie pour les peaux de moutons, un peu partout pour celles de chèvres. La tannerie utilise en outre les peaux de chevaux pour harnais, de cochon pour la sellerie, celles du kangouroo australien pour un cuir de première qualité, celles des caïmans de la Floride pour peaux de crocodiles, les peaux de phoques et de chiens marins (chagrin), etc.

La valeur d'une peau dépend de nombreux facteurs. Elle varie avec la race, l'élevage, le genre de vie, la nourriture, la santé, le sexe, l'âge de l'animal, la saison où on le tue, etc. En outre, elle est en raison inverse des défauts existants : saletés, marques de propriétaires, coutelures, altérations dues à la mauvaise sèche ou au manque de sel. Enfin, l'acheteur veillera aux surcharges qu'on obtient par l'eau aiguisée d'acide, ou par l'emploi des solutions de chlorure de baryum, de chlorure d'aluminium, de glucose, etc. Aussi le tanneur doit-il toujours soumettre à un examen approfondi les peaux qu'il reçoit.

Des matières tannantes. A la liste des matières tannantes entrées dans la pratique industrielle, après l'écorce de chêne, après les vallonées, le châtaignier, le sumac, le quebracho, les didividi, il faut joindre en Europe, l'écorce et le bois du sapin Hemlock et des mimosas, les Myrobalans, les Algarobilla; aux Etats-Unis, le Hemlock et la Canaigre.

Matières tannantes industrielles.

Noms	Origine	Partie du végétal utilisée	Teneur p. 100 en matière tannante
Algarobilla	Amérique du Sud	Gousses d'arbust.	40 à 50
Cachou. . .	Inde.	Extrait du bois. .	45 à 65
Canaigre. .	Etats-Unis. . . .	Racine.	18 à 22
Châtaign. .	France.	Ecorce et bois . .	4 à 9
Chêne . . .	Europe, Amériq.	Ecorce et bois . .	5 à 15
Dividivi . .	Amérique, Indes	Gousses d'arbres	30 à 50
Gallons. . .	Europe.	Excr. de glands.	25 à 40
Hemlock. .	Etats-Unis. . . .	Ecorce.	12 à 15
Mimosa. . .	Australie. . . .	Ecorce.	8 à 40
Myrobalans	Inde	Pulpe du fruit. .	30 à 50
Pin.	Europe.	Ecorce.	5 à 15
Quebracho	Républ. Argent..	Bois	15 à 26
Sumac. . .	Europe, Amériq.	Feuilles.	2 à 30
Vallonées .	Eur. mér., Asie.	Cupul. de glands	25 à 35

Certaines de ces matières sont difficiles à broyer; par exemple, les myrobalans; aussi l'usage des moulins américains ou des désintégrateurs tend à se répandre en Europe. Ce sont des broyeurs, dont l'effet utile est dû à des meules cannelées, ou à des bras en métal tournant avec une rapidité considérable.

Les matières tannantes sont de plus en plus transformées en extraits sur les lieux même de production, dans le double but de restreindre les frais de transport et d'accroître la teneur en principes tannants. La fabrication des extraits tannants est devenue aujourd'hui une industrie très importante, pour les bois de châtaignier, de quebracho, de chêne, pour les écorces de hemlock, de sapin, de mélèze, et pour le sumac.

La préparation de ces extraits se fait généralement à chaud, soit par un simple lessivage dans un jeu de plusieurs cuves au moyen d'un jet de vapeur, soit par infusion sous pression dans un autoclave, ou dans une cuve à reflux. On doit se servir d'eau douce ou adoucie, et d'appareils en cuivre. Le jus est ensuite débarrassé des sels de chaux qu'il contient, décoloré et clarifié, filtré sur le sable, enfin concentré. Selon que la concentration est poussée plus ou moins, on obtient des extraits liquides marquant de 20° à 35° Baumé ou un dépôt boueux que l'on fait refroidir dans des moules pour avoir des extraits secs. On se débarrasse des sels de chaux en ajoutant au bain de macération ou de lessivage la quantité voulue d'acide sulfurique ou d'acide oxalique. La concentration s'effectue par l'emploi combiné de la vapeur et du vide, dans des appareils à triple effet analogues à ceux des sucreries, ou dans un appareil spécial. Quant à la décoloration, qui est le point le plus important de cette fabrication, on la réalise en laissant déposer les extraits liquides dans une série de bassins et en les soumettant à des procédés particuliers. Mais ces procédés, qu'ils agissent par voie mécanique ou par voie chimique, présentent à un degré plus ou moins grand le grave inconvénient d'entraîner une perte de tannin.

Le procédé Gondolo, par la coagulation de l'albumine du sang, paraît avoir donné jusqu'ici les meilleurs résultats. Ont été proposés en outre le turbinage (Société civile des études sur les extraits tanniques), le froid, l'électricité, le noir animal (Vourloud), la caséine du lait (Morand), l'alumine en gelée (Coëz), toute une série de solutions métalliques : protochlorure d'étain (Serrière), hyposulfite d'alumine (Doutreleau), bisulfite et hydrosulfite de soude, acétate d'alumine (Foelsing), azotate de plomb (Landini), enfin l'hydrogène à l'état naissant.

Tous les agents de décoloration, ou bien agissent en précipitant la matière colorante, mais généralement alors ils précipitent aussi une partie du tannin et ne produisent qu'une décoloration incomplète; ou bien, ils agissent chimiquement sur la matière colorante pour la décolorer. A la seconde classe appartiennent l'acide sulfureux et l'hydrogène, le premier peu efficace, l'autre employé avec succès.

Perfectionnements dans la préparation des peaux au tannage. La chaux est restée la matière épilatoire la plus employée. Théoriquement, les chaux grasses conviennent mieux, parce qu'elles renferment le moins de magnésie, corps presque sans effet au point de vue de l'épilage, et qui peut exister dans les chaux maigres dans la proportion de 1/4. Comme il est difficile d'obtenir une purge de chaux complète, l'emploi des sulfures alcalins, proposé pour la première fois par Boudet en 1838, se répand de plus en plus comme moyen épilatoire. C'est le monosulfure qui a la meilleure action, mais elle est fort énergique; aussi est-il nécessaire de surveiller attentivement les dosages et de n'employer qu'un produit de composition connue.

L'acide carbonique a été préconisé par l'anglais Nesbit pour terminer la purge. Il transforme en bicarbonate de chaux soluble les dernières traces de carbonate de chaux. L'acide carbonique coûte très peu de chose et son emploi constitue un véritable perfectionnement.

Nouveaux procédés de tannage. La fabrication d'un bon cuir semble tout ce qu'il y a de plus simple, puisqu'elle consiste essentiellement à prendre des peaux d'animaux, à les nettoyer, à enlever les poils, et à tremper les peaux ainsi épilées dans des dissolutions de matières tannantes, jusqu'à ce que l'action du tannin ait converti la peau en un produit imputrescible, qui est le cuir. Cette fabrication n'en exige pas moins encore le plus souvent plusieurs mois, et la grande question depuis longtemps à l'ordre du jour de la tannerie, c'est une méthode plus rapide de tannage.

Les extraits ont fourni le moyen de tanner plus rapidement. Mais leur emploi est délicat. Il faut avoir des solutions limpides et ne s'en servir

qu'avec réserve dans les premières phases du tannage.

Tannage par l'électricité. Le mouvement et la chaleur ont été proposés depuis longtemps, il en est de même de l'électricité. Dans ces dernières années le procédé Worms et Balé de tannage rapide avec le concours de l'électricité a fait grand bruit. Le procédé consiste à tanner les peaux au moyen d'un appareil spécial et en faisant passer un courant électrique. L'appareil (fig. 760 et 761) est un grand tambour en bois, avec une ouverture étanche pour introduire les peaux; il tourne autour d'un axe horizontal. Des tuyaux amènent les jus tannants par les tourillons. Deux grandes plaques de cuivre forment intérieurement les bases du tambour et constituent les électrodes : on les met en communication avec les pôles d'une dynamo. On introduit 500 à 1,000 kilogrammes de peaux dans ce tambour; on ferme la porte, on met en rotation, on fait passer le courant à une intensité de 10 ampères sous une tension de 70 volts, et un ou quatre jours après, suivant qu'il s'agit de peaux légères ou de peaux lourdes, le tannage est terminé. Le mouvement, la chaleur qui en résulte sont ici des facteurs importants. L'addition d'un peu d'essence de térébenthine (1 0/0) est efficace en éliminant les traces de graisse. Quant à l'électricité, son rôle est obscur : on suppose qu'elle agit en favorisant l'osmose du liquide tannifère.

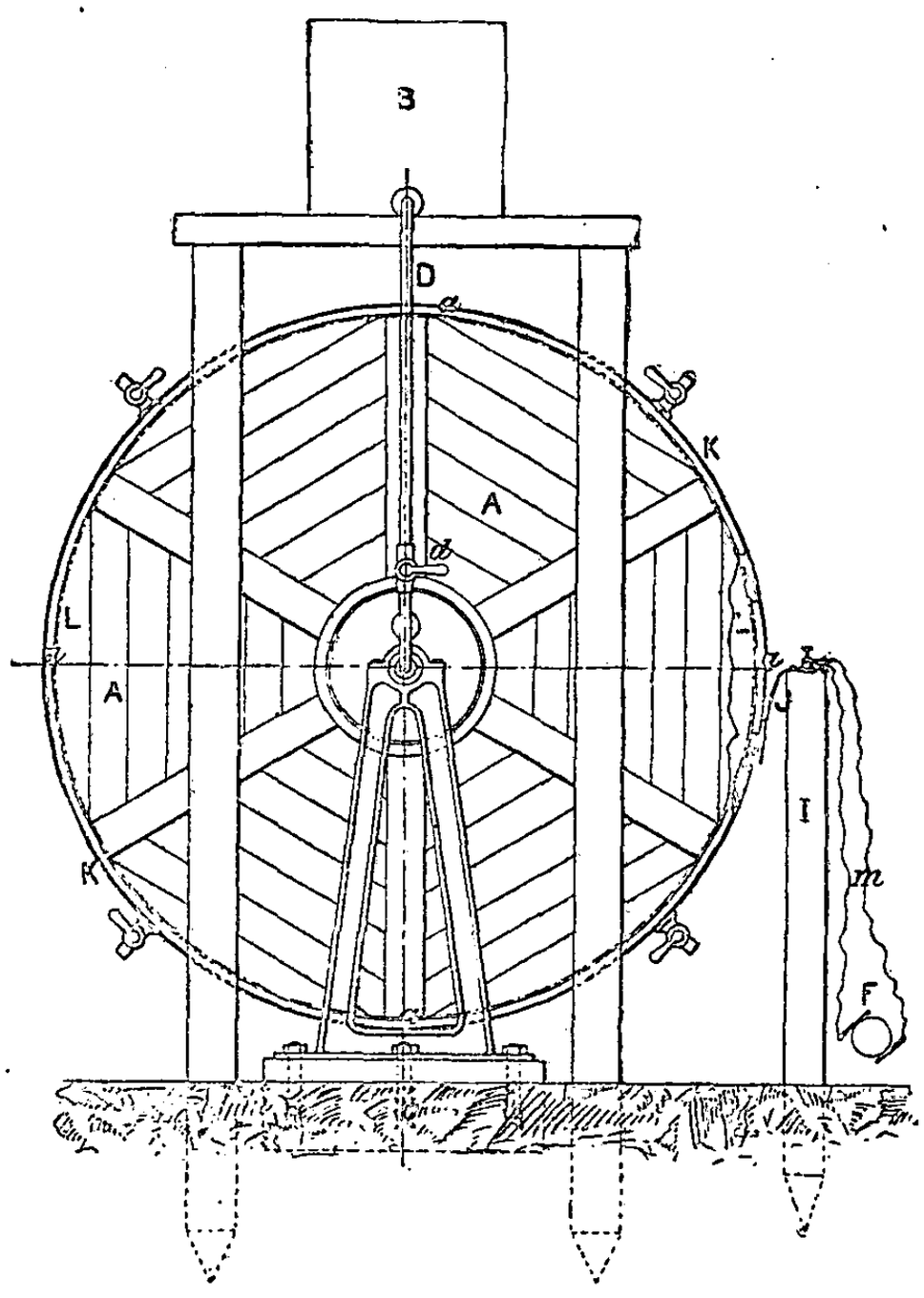


Fig. 760. — *Appareil Worms et Balé pour tanner avec le concours de l'électricité.*

Une autre amélioration a été réalisée dans les opérations du tannage par l'introduction d'agents antiseptiques. MM. Collin et Benoist ont contribué à démontrer par leurs recherches que les fermentations sont nuisibles au cours de la période du tannage; elles altèrent les éléments de la peau et détruisent une partie du tannin. Le moyen le plus simple pour y obvier est de travailler avec l'eau la plus fraîche possible, mais alors le tannage est ralenti. On peut aussi employer des antiseptiques : iodure mercurique, sulfure de carbone (J. Moret), orthoxyphénylsulfites, etc.

Machines employées en tannerie. L'industrie actuelle est entraînée vers les grandes exploitations et le développement de l'outillage mécanique : la tannerie participe à ce mouvement. Des machines à ébourrer et à écharner, des systèmes destinés à transporter les écorces, la tannée, les peaux, à remuer les cuirs dans les cuves, à les tirer de fosse, commencent à se vulgariser en Europe; elles sont d'un usage courant dans les grandes tanneries américaines.

Séchage du cuir. En Amérique aussi, on emploie le séchage artificiel, presque à l'exclusion du séchage à l'air libre. Le chauffage se fait à la vapeur, et le dispositif adopté est celui d'une grande tour carrée connue sous le nom de *tour à sécher*. Le séchage forcé s'y réalise d'une façon méthodique. Les quelques tanneurs français qui ont adopté le séchage à la vapeur se contentent de faire passer la vapeur dans une série de tuyaux métalliques. Ce serait avec avantage qu'ils adjoindraient des ailettes de ventilation.

Utilisation des sous-produits. Bornons-nous à une simple énumération : les débris de tannage, les oreilles, les pattes, sont vendus sous le nom de *tanneries* aux fabricants de colle. Pour les poils : le crin de cheval sert en bourrellerie, ainsi que la bourre de vache, la laine de mouton est mise dans le commerce; la bourre provenant de l'épilage aux sulfures alcalins ne peut servir que comme engrais. Les cornes ont une grande valeur dans la tabletterie. La tannée sert de combustible pour la machine. Les débris de cuirs tannés sont utilisés pour la fabrication du cuir factice, du prussiate de potasse, pour la confection de briquettes, ou comme engrais ainsi que les tanneries après traitement à l'acide sulfurique. Il est utile de retirer auparavant l'huile des déchets de blanchissage.

Avenir de la tannerie française. Arriver à produire un bon cuir, vite et à bon marché, voilà le but que se proposent les tanneurs. Pour leur faciliter cette tâche et les amener à tirer la meilleure

utilisation possible de leurs matières premières, nous voudrions voir leurs esprits se tourner vers la chimie; nous voudrions voir se multiplier les recherches sur les propriétés des matières tannantes et celles de la peau, sur les différentes phases du tannage; enfin n'est-il pas à regretter que pour l'une des industries les plus importantes, il n'existe pas un seul cours public en France, alors que dans certains pays voisins on a créé des stations d'essais ou des écoles de tannerie. Un établissement modèle, où l'on donnerait en même temps l'instruction théorique et

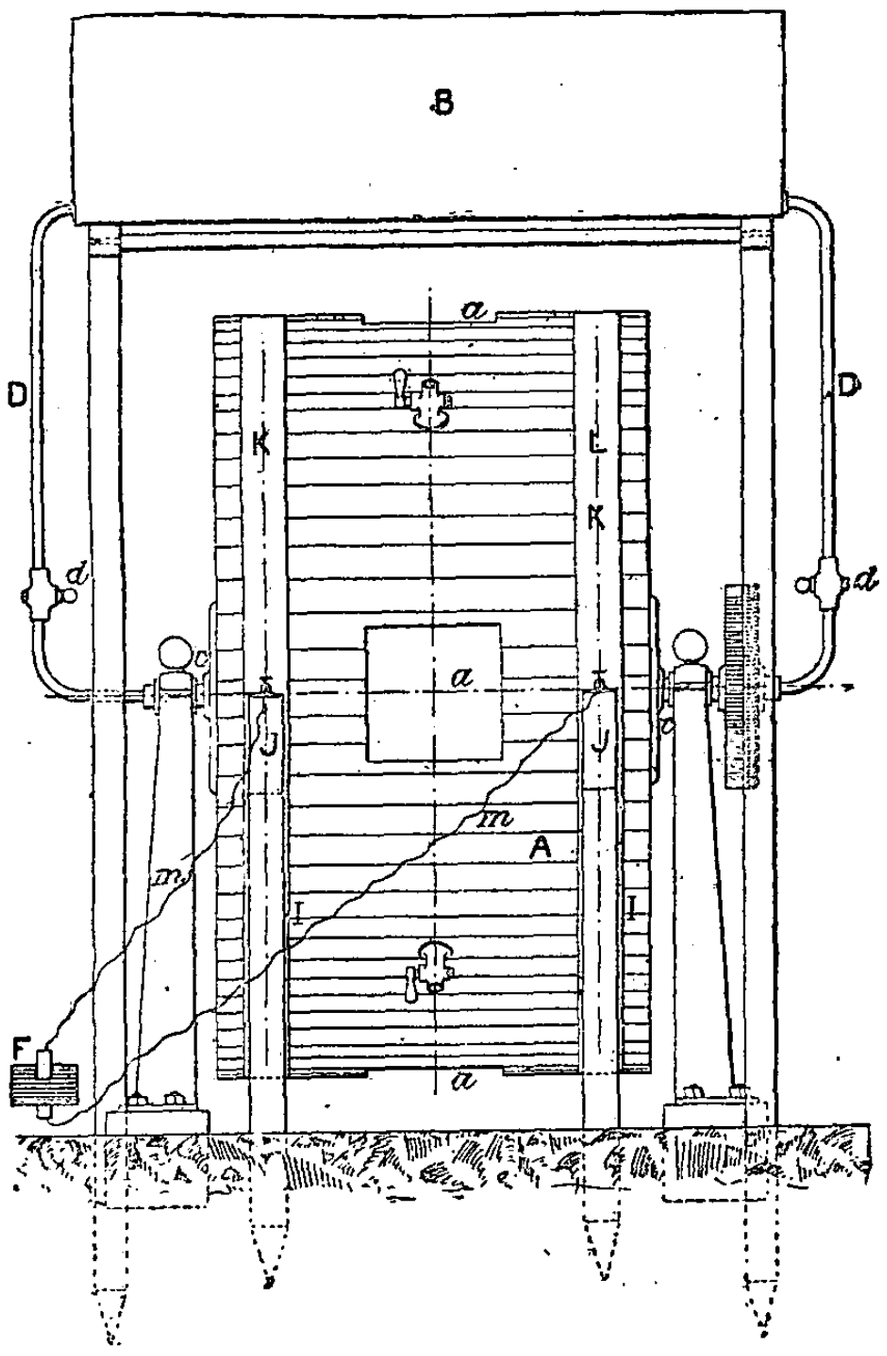


Fig. 761. — *Appareil Worms et Balé vu de face.*

pratique, ne serait-il pas à même d'exercer la plus heureuse des influences sur les destinées de la tannerie française? — J. G.

Bibliographie. Ouvrages à consulter, Parmi les ouvrages français, nous citerons : Bernardin : *Classification de deux cent cinquante matières tannantes*, 1872; L. Brilhe et E. Dupré : *Tannerie*, 1890, brochure; Collin et Benoist : *Etudes sur le tannage et les fermentations qui l'accompagnent*, 1888; Damourette : *Matériel des industries du cuir*, 1869; Charpentier : *Gélatines et colles*, 1890; Figuier : *Les Merveilles de l'industrie*, V. *Industrie des cuirs et des peaux*; Jules Garçon : *Bibliographie des ouvrages concernant la tannerie et les industries annexes*, 1891; Ch. Guignard : *L'hygiène des tanneurs*, 1879; Lebre : *Du tannin, de son emploi en thérapeutie*, 1870: Limousin, Le Blanc, Schmitz : *Rapport sur le matériel des arts chimiques, de la pharmacie et de la tannerie à l'Exposition de 1878*, 1883; Michel : *Note sur la substitution du bois de châtaignier à l'écorce de chêne dans la tannerie*, 1865; A. Perrault : *De l'écorçage du chêne, de la production et de la consommation des écorces à tan en France*, 1886; Petit : *Des emplois chimiques du bois*, 1888; Villain : *Cuirs et peaux, tannage, corroyage et mégisserie, production des différents pays*, 1867, 1873, 1886; Villon : *Traité pratique de la fabrication des cuirs et du travail des peaux*, 1889; Vincent : *La fabrication et le commerce des cuirs et des peaux* (Etudes extraites du journal *la Halle aux cuirs*), 1872, 1877, 1879.

Nous citerons ensuite les chapitres spéciaux à la tannerie dans les ouvrages généraux de chimie de Chaptal, Girardin, Müntz, Pelouse et Frémy, Post, Wagner; les Manuels du chamoiseur et du tanneur dans l'Encyclopédie Roret; enfin, les articles spéciaux des Dictionnaires de E.-O. Lami, Laboulaye, Barreswill et Girard, Wurtz.

Les principaux ouvrages étrangers sont : Procter : *A text book of tanning*, 1885; Watt : *The art of leather*, 1885; Davis : *The manufacture of leather*, 1885; Stevens : *Leather Manufacture*, 1891; Günthner : *Die Fabrikation des hohgaren Leders*; Mierzinski : *Die Gerb-Extracte*; Wiener : *Die Lohgerberei*, 1890.

Parmi les revues techniques et commerciales qui sont spéciales à la tannerie, nous citerons : *La Halle aux cuirs*, en France; *Gerber-Courier*, en Autriche; *Leather trades Circular* et *The scottisch leather trader*, en Angleterre.

Enfin, on trouvera des indications intéressantes dans les *Comptes rendus* et les *Mémoires de l'Académie des sciences*, le *Moniteur scientifique*, le *Journal of Society of chemical Industry*, le *Dingler polytechnische Journal*, la *Chemiker-Zeitung*, la *Zeitschrift fur angewandte Chemie*.

TAPIS. L'Exposition universelle nous a permis de voir fonctionner dans la Galerie des Machines deux métiers à combinaisons nouvelles permettant de fabriquer mécaniquement deux sortes de tapis : l'un construit par M. Duquesne pour le tapis dit *parisien*; l'autre par MM. Sallandrouze frères, pour le *tapis d'Orient*. Sans entrer dans le détail des mécanismes compliqués de ces deux machines, nous croyons utile d'indiquer quelle était la contexture des produits qu'ils fabriquaient sous les yeux du public et la manière dont elle était réalisée.

M. Duquesne s'est proposé, dans sa fabrication du tapis parisien, de joindre à la solidité des tapis d'Orient le bon marché relatif des moquettes. On sait que les tapis d'Orient ou tapis de Smyrne sont produits par le nouage autour des fils de la chaîne des bouts de trame insérés isolément, et que la nature de ces nouages assure à ce genre de tapis si estimé une durée que limite seule la résistance des matières. La moquette au contraire dérive de l'armure velours et les mouchets ou boucles qui forment la surface veloutée de ce tissu sont simplement achevalés sans résistance sur les fils de trame du fond, apparent à l'envers du tissu : le moindre effort suffit pour enlever ces boucles et la moquette montre bientôt la corde, comme on dit vulgairement. Pour éviter ce glissement ou cet arrachage des mouchets et en même temps produire un tissu élastique et moelleux sous le pied, M. Duquesne enveloppe entièrement le fond par la chaîne de velours ou de poil, et il arrive à ce résultat en appliquant à

sa fabrication le mode d'entrelacement de la gaze. Le tapis qu'il fabrique a un fond qui se compose de deux chaînes, en lin, chanvre ou coton : la première comporte les fils fixes de l'armure gaze, la seconde les fils de tour; ces derniers sont tantôt à droite et tantôt à gauche des premiers, et leurs entrelacements alternatifs sont fixés par une trame de liage de même nature. La surface veloutée est constituée par une chaîne poil, en laine, dont les fils évoluent comme les fils de tour du fond, mais en sens inverse.

Dans le métier de MM. Sallandrouze fabricant le tapis d'Orient que, jusqu'en ces derniers temps on n'était parvenu à faire que sur les métiers à main, chaque brin de laine formant velours enlace trois fils de chaîne juxtaposés, en passant au-dessous de deux de ces fils et au-dessus du troisième, disposé au milieu des deux autres dans un plan supérieur. A côté de ce groupe de trois fils de chaîne est placé un autre groupe de quatre fils de chaîne s'entrecroisant entre eux, soit au total sept fils de chaîne par chaque point de laine dans le sens de la largeur du tissu. Ces sept fils de chaîne forment au-dessous du velours une toile ou canevas, au moyen de trois trames passées successivement dans un ordre particulier, durant les opérations de la formation du point en hauteur, c'est-à-dire dans le sens de la longueur du tissu. Dans ce genre de tapis, le dessin est obtenu par le montage en enroulement sur des rouleaux mobiles, rattachés à des chaînes sans fin, de fils de laine de couleurs différentes ou semblables. Ces rouleaux viennent, l'un après l'autre, fournir une rangée de points qui forment le dessin en vertu des combinaisons qui ont présidé à l'enroulement. Pour monter les fils de laine sur ces rouleaux, on se sert d'un appareil spécial dans lequel une aiguille indicatrice de la couleur se déplace au-dessus de la mise en carte établie sur papier quadrillé, entraînant avec elle, au moyen d'une fourchette, le fil de même couleur placé par l'ouvrier. Cette fourchette se déplaçant latéralement d'une quantité mathématique, par une vis sans fin, distribue chaque fil dans chaque dent d'un râteau fixé sur un tambour. Une fois l'ensemble des fils ainsi distribués sur le tambour en quantité suffisante pour former une rangée, on les reprend tous ensemble au moyen du rateau pour les enrouler sur les rouleaux qui serviront sur le métier.

Le tissage s'effectue de la manière suivante : Les sept fils de chaîne qui correspondent à chaque point de velours étant divisés en deux groupes, passent dans un peigne-battant spécial présentant deux séries de divisions correspondant chacune à une série de groupes de fils de chaîne, ce peigne-battant et à dents coudées, de manière à permettre l'introduction entre les fils de chaîne des bouts ou brins de laine formant velours, par le fait qu'une partie de ces fils est obliquée au moment de leur ascension par la foule qui les fait suivre le contour des dents coudées. Cette introduction des brins de laine, au moyen de tubes dans lesquels passent ces brins et qui sont solidement fixés à un cadre solidaire de chaque rouleau, les rouleaux avec leurs cadres sont détachés des chaînes sans fin par des bras qui les saisissent à leurs extrémités, les amènent au-dessous des fils de chaîne et font osciller le cadre support des tubes, de manière à faire pénétrer ces derniers entre les fils de chaîne de chaque groupe spécial de trois fils entr'ouverts, comme nous venons de le dire, par le déplacement latéral d'une partie de ceux-ci. Les bouts de laine sortant des tubes, ayant outre-passé les deux fils de chaîne, une règle vient appuyer sur l'ensemble des brins de la rangée, au niveau des fils de chaîne, et ces tubes se retirent un peu, laissant les brins de laine ainsi engagés entre les fils de chaîne. L'extrémité de ces brins se trouve à ce moment logée dans des casiers métalliques correspondant exactement aux tubes plongeurs. L'ensemble de ces casiers se déplace latéralement au-dessous des couples de deux fils levés; ensuite les organes releveurs les font remonter à la surface du velours, à travers ces fils de chaîne, en produisant l'enlacement des fils n° 0 et n° 1 du groupe spécial. Les organes releveurs, après avoir agi de la sorte, reprennent subitement leur position primitive, en arrière et au-dessous de l'endroit où ils ont opéré. Les couples de fils de chaîne précédemment levés descendent, le deuxième fil du groupe spécial lève, ainsi que deux fils du groupe de quatre, et on passe une trame dans l'ouverture ainsi produite. Le peigne-battant frappe alors la duite qui vient d'être passée, sans être gêné par les casiers et les releveurs qui se sont retirés en arrière et au-dessous du tissu. A ce moment, les brins de laine sont coupés au-dessous des tubes, à la hauteur que l'on veut donner au velours. Deux autres duites sont passées en outre, l'une au-dessous du groupe des trois fils enlacés par les brins de laine et au-dessus de l'un des fils de l'autre groupe, l'autre au-dessus dudit groupe enlacés, formant ainsi des entrecroisements de boîte. — A. R.

TEINTURE. Nous allons reprendre successivement toutes les divisions de l'article TEINTURE du *Dictionnaire*, en complétant chacun des aperçus.

HISTORIQUE. Depuis ces dix dernières années, la partie scientifique de la teinture a fait de rapides progrès : on aborde, on résout plus facilement et plus méthodiquement les problèmes qui se posent. On a voulu rechercher de nouveaux mordants plus avantageux relativement au prix de revient de l'opération de mordançage ou à la beauté et à la solidité de la nuance. C'est ainsi qu'on a expérimenté avec le lactate, l'oxalate et le fluorure d'antimoine, le fluorure double d'antimoine et d'ammonium, le sel d'Hæn, le fluorure d'aluminium, les sulfocyanures ou rhodanates d'aluminium ou de chrome, l'acétonitrate de chrome, le nitrochromate de chaux, le chlorostannate d'ammonium ou sel de Finck, des sulfures, des mordants gras et même une nouvelle classe de colorants qui peuvent servir comme mordants, pour les couleurs d'aniline basiques.

De nombreux colorants ont aussi été trouvés surtout dans la série azoïque et sont venus compléter la palette du teinturier. La science lui offrit des ressources inattendues dans les nombreux développeurs des couleurs *ingrain* et dans les couleurs *substantives* qui ont eu de la vogue et

ont pris une place importante au point de vue industriel.

D'un autre côté, le besoin de chercher le progrès, tant dans la grande production que dans l'économie de main-d'œuvre, poussa surtout, dans cette dernière période, de nombreux inventeurs à proposer des dispositifs pour la teinture mécanique du coton en brut, en mèche, en cannettes, de la laine peignée en bobines. C'est de ce côté que se portent actuellement les préoccupations de la teinture.

THÉORIE DE LA TEINTURE. Les couleurs *ingrain* c'est-à-dire les couleurs formées sur la fibre même n'apportent aucun élément nouveau dans la question de la théorie de la teinture. Un premier corps est fixé sur la fibre, mordancée ou non mordancée préalablement. Que ce premier corps soit un colorant comme la primuline ou un corps non matière colorante comme le naphtol, ce corps fixé n'a pas perdu ses propriétés, il se prête aux mêmes réactions qu'auparavant; il peut donc être l'un des éléments servant à la production d'une couleur, si on le met en présence d'un autre élément convenablement choisi. Si l'on a fixé la primuline et que l'on passe la fibre en nitrite de soude et acide, on forme sur cette fibre le diazo correspondant; si alors on la plonge dans une solution de β-naphtol on obtient un colorant rouge teignant la fibre. Inversement si l'on a fixé le β-naphtol et qu'on plonge la fibre dans la dissolution du diazo de la primuline, on arrive au même résultat, le même colorant rouge est formé sur la fibre. Dans ces deux cas et les autres analogues, qu'y a-t-il de nouveau au point de vue des principes de la teinture? absolument rien. Depuis longtemps on faisait des teintures minérales sur fibre, le jaune de chrome, l'orange de chrome, le bleu de Prusse; il fallait d'abord bien fixer un premier élément, en passant dans acétate neutre de plomb, sous-acétate de plomb, rouil, puis on mettait en présence d'un autre corps dissous, soit bichromate pour le jaune, soit bichromate d'abord, puis solution de chaux bouillante pour l'orangé, soit ferrocyanure avec acide pour le bleu de Prusse, c'est-à-dire que l'on apportait en présence du premier corps fixé sur la fibre, le second corps nécessaire pour la formation du colorant jaune, orange, bleu, dans les conditions les plus favorables à la réaction. On savait donc depuis longtemps produire des couleurs *ingrain* minérales, mais les idées étaient trop restreintes. La riche série des nouvelles couleurs a montré que la chimie organique avait bien d'autres ressources que la chimie minérale pour la production des couleurs sur fibre. Telle est la portée que nous devons attribuer au point de vue des principes théoriques de teinture à cette méthode de production sur fibre de colorants si divers appartenant à la classe des matières colorantes organiques artificielles.

Nous pourrions formuler la même appréciation sur les *couleurs substantives* dont l'application au premier abord peut paraître au praticien constituer une nouvelle méthode de teinture, mais qui dans la réalité n'apporte, jusqu'à présent du moins, aucune idée nouvelle, aucun principe nouveau dans la théorie de la teinture. On a donné le nom de *substantives* aux couleurs qui peuvent teindre le coton non mordancé. Cette classe de colorants comprend principalement des composés tétrazoïques, mais on pourrait y rattacher des colorants qui, sans être des tétrazoïques, s'appliquent sur la fibre végétale dans les mêmes conditions comme primuline, polychromine. On sait que depuis longtemps le curcuma, le rocou et le carmin de safranum s'appliquaient sur le coton sans mordançage préalable.

Sans doute au cours des plaidoiries sur le noir d'aniline il a été souvent dit, pour la défense des brevets Grawitz, mais c'est là une théorie tout simplement absurde à notre avis, il a été souvent dit que le noir d'aniline se formait dans le *bain plein* et qu'au fur et à mesure de sa formation il se précipitait et montait sur la fibre de coton, ce noir d'aniline serait alors dans toute la force du terme une couleur *substantive* artificielle. Mais quoi qu'il en soit de cette théorie sur laquelle nous allons revenir dans ce même article, en ne considérant que le résultat final, nous n'en voyons pas moins dans le noir d'aniline un colorant organique artificiel fixé sur la fibre végétale non mordancée. Depuis quelques années des colorants artificiels tout formés préalablement sont appliqués ou peuvent l'être sur le coton non mordancé, ce sont quelques colorants de la série thionique comme primuline et polychromine et les nombreux et intéressants colorants de la série des tétrazoïques, comme rouge Congo, chrysamine, benzopurpurine, rouge de naphtylène, rouge Saint-Denis, rouges Carnot et Villon, pourpres de Hesse, rosazurine, benzoazurine, etc. Mais qu'y a-t-il de nouveau au point de vue de la théorie? On ne connaissait pas de couleur substantive minérale, du moins dans le sens complet du mot, puisque le jaune de chrome et autres colorants analogues ne sont pas formés préalablement et mis dans le bain tout formés, mais sont formés sur la fibre par double décomposition comme les colorants qu'on obtient sur la fibre avec le diazo de la primuline et les naphtols ou les amines. Si on ne connaissait pas de couleur substantive minérale, on connaissait quelques couleurs substantives végétales comme la curcumine du curcuma, l'acide carthamique du carmin de safranum, la bixine du rocou, l'indigo préparé à l'état de cuve. Les connaissances n'allaient pas plus loin; aujourd'hui on connaît des colorants substantifs dans le même sens que l'indigo, comme les indophénols, le bleu d'anthracène et des colorants substantifs dans le même sens que le curcuma et le carmin de safranum comme les colorants mentionnés déjà dans la série thionique et dans les tétrazoïques. C'est un fait très important pour le teinturier à l'art duquel il apporte des ressources inattendues, mais la science n'a encore donné à ce fait aucune portée au point de vue de la théorie de la teinture.

Toutes ces couleurs substantives soit naturelles, soit artificielles, sont-elles réellement solubles? Sont-elles seulement en suspension dans le bain à l'état de ténuité extrême? Ou bien y a-t-il

d'abord dissolution véritable, puis précipitation? La teinture est-elle due à une cause dans l'ordre des affinités chimiques, ou est-elle due à une cause purement physique, le coton s'incorporant la couleur comme le ferait une substance poreuse? C'est ce que nous ne pouvons encore dire, bien que la plupart des chimistes penchent davantage pour cette dernière opinion.

Le docteur Otto N. Witt, dans une analyse raisonnée des expériences ou des faits se rattachant à la teinture des fibres textiles, combat la théorie *mécanique* de la fixation des colorants, la théorie souvent appelée théorie *physique* de l'absorption des colorants par les fibres comme par le noir animal, la théorie *chimique* dont il était il y a peu de temps un adhérent enthousiaste pour établir une théorie nouvelle plus exempte d'objections en assimilant la teinture aux phénomènes des dissolutions entendues dans un sens beaucoup plus large qu'on ne le fait habituellement.

On pourrait tenter d'aller plus avant dans la question et de déterminer dans les couleurs substantives quel est l'élément simple ou le groupe qui joue le principal rôle dans la fixation. Pour les colorants thioniques nous sommes portés à croire que le soufre est le corps important, en nous rappelant que la fixation du soufre par le procédé de Lauth avait constitué une méthode de mordançage de la laine pour le *vert lumière*. Pour les colorants tétrazoïques, nous lisons dans un ouvrage récent de chimie organique (Henriot) : « La chrysamine, le rouge Congo, la benzoazurine... ont la propriété de donner une nuance solide sur le coton blanchi mais non mordancé. Cette propriété tient au groupement de la benzidine, comme on peut le démontrer par l'expérience suivante : on fait bouillir des écheveaux de coton blanchi avec une solution non saturée de benzidine, puis on lave à l'eau bouillante, tant qu'ils lui cèdent quelque chose. On les trempe alors dans une solution acétique de nitrite de sodium, on les lave à l'eau et on les fait bouillir avec l'acide salicylique. Le coton se teint en jaune de chrysamine, ce qui démontre bien que la benzidine était fixée sur la fibre et n'avait pu être éliminée par les lavages de l'eau ». Cette expérience due à M. Môlhau (1886) est certainement ingénieuse et méritait d'être citée, elle a pu à cette époque porter ce chimiste à supposer une relation entre la propriété des couleurs substantives alors connues et la fixation du chlorhydrate de benzidine, et à faire dépendre la propriété des couleurs substantives du groupement paradiamidodiphenyle ou benzidine. Mais cette explication n'est plus plausible aujourd'hui, puisque l'on a reconnu que le chlorhydrate de benzidine ne se fixe pas sur le coton écru, tandis que le rouge Congo monte également sur le coton blanchi et sur le coton écru. De plus le diamidostilbène qui ne contient pas le groupe paradiamidodiphényle donne des couleurs fixes sur coton comme le rouge Congo.

M. Paul Werner, en étudiant cette question des colorants tétrazoïques, arrive à ces conclusions : 1. Un colorant tétrazoïque n'est un bon colorant substantif qu'autant que les deux groupes amides sont disposés d'une façon symétrique, sans qu'il soit nécessaire pourtant que le colorant lui-même ait une constitution symétrique. 2. Dans la série de la benzidine, la substitution des deux positions méta par rapport aux amides enlève presque complètement au colorant sa propriété de couleur substantive; la substitution d'une seule position méta diminue le pouvoir tinctorial qui, d'un autre côté, se trouve de nouveau rehaussé si la position ortho par rapport à l'amide est occupée par un méthyle. 3. Dans les séries autres que celles du diphényle, la substitution des positions méta par rapport aux amides ne paraît pas influencer le pouvoir colorant des tétrazoïques.

Ces questions sont donc encore à l'étude. Toutes les teintures en apparence *nouvelles* peuvent donc encore rentrer dans les principes posés dans le *Dictionnaire* et se rattacher à l'un ou à l'autre des six genres de teinture que nous avons indiqués.

Des mordants. L'étude des questions théoriques de teinture a poussé les chimistes à sortir de la routine et à proposer aux industriels de nouveaux produits qui n'étaient pas dus au hasard mais à une connaissance raisonnée des conditions du mordançage. Nous avons à montrer les efforts tentés et les résultats obtenus dans cette voie.

Mordants de fer. Ce sont toujours les produits si couramment employés, sulfate de fer, acétate de fer, pyrolignite de fer, rouil. Rien à signaler sur ce point, à part un travail de M. Jeanmaire présenté à la Société industrielle de Mulhouse, 13 novembre 1889, et ayant pour objet l'altération des tissus sous l'influence des mordants de fer. Il s'agit, il est vrai, de l'impression, mais plusieurs de ces observations pratiques peuvent avoir de l'intérêt pour le teinturier qui emploie les sels de fer, surtout pour les noirs sur soie et sur coton.

Mordants d'alumine. A côté des mordants si connus : acétate et pyrolignite d'alumine, aluns de potasse, de soude ou d'ammoniaque, sulfate d'alumine, hyposulfite d'alumine et aluminates alcalins, on a proposé le rhodanate d'aluminium, le fluorure d'aluminium, l'alun de méthylamine.

L'alun de méthylamine s'obtient en combinant le sulfate d'alumine avec le sulfate de méthylamine. Depuis longtemps déjà on avait voulu se servir de triméthylamine pour dissoudre l'alumine. Mais la méthylamine, bien que produite industriellement par le procédé de M. Vincent, était d'un prix trop élevé encore pour que cet emploi pût se généraliser. Le fluorure d'aluminium ainsi que le fluorure double d'aluminium et d'ammonium sont aussi préparés en grand dans l'industrie, mais n'ont pas eu jusqu'à présent grand succès. Enfin le rhodanate est obtenu en saturant l'acide sulfocyanhydrique par l'hydrate d'alumine récemment précipité, et les rhodanates basiques en traitant à chaud le rhodanate neutre par la quantité calculée d'hydrate d'alumine fraîchement précipité. Ce procédé dû à J. Hauff, 1887, permet de préparer depuis le rhodanate tribasique jusqu'au rhodanate octobasique. Ces

rhodanates ou sulfocyanures doivent leur origine industrielle aux sulfocyanures de potassium et d'ammonium que l'on retire en épuisant les matières qui ont servi à l'épuration du gaz d'éclairage et sont vendus à l'état de dissolution marquant 18° à 20° B. On admet les compositions suivantes : $Al^2(CAzS)(OH)^4$ pour le sulfocyanure ordinaire, $Al^5(CAzS)^3(OH)^{12}$ pour le sulfocyanure tétrabasique. Ces composés permettent facilement de fixer de l'alumine sur tissu de coton et de remplacer avantageusement l'acétate d'alumine comme mordant dans la teinture, surtout pour les rouges de Rouen.

Mordants d'antimoine. Le sel d'antimoine qui est le plus en vogue, c'est l'*émétique* ou tartrate double d'antimoine et de potassium qui donne lieu au mordançage si connu des teinturiers en coton et consistant en tannin et émétique pour former sur la fibre un tannate d'antimoine. Il est bon de prendre garde aux falsifications de l'émétique par l'oxalate d'antimoine ou l'oxalate double de potasse et d'antimoine. L'oxalate d'antimoine se forme en traitant à chaud du sulfure ou de l'oxyde d'antimoine par une solution d'acide oxalique. Si l'on remplace dans cette réaction l'acide oxalique par le sel d'oseille, on obtient alors le sel double oxalate de potassium et d'antimoine. Ces deux sels contiennent des quantités d'antimoine bien différentes : l'oxalate double ne contient que 23,67 d'oxyde antimonique, tandis que l'oxalate en renferme 43,7, ce qui suffit pour nous donner une idée de la différence de valeur au point de mordançage. M. Charles Waite, 1886, avait proposé le lactate d'antimoine, M. Kretzchmer prépare avec le petit lait un mordant d'antimoine qui est vendu meilleur marché que le lactate. Le fluorure d'antimoine, que l'on obtient en faisant réagir l'acide fluorhydrique sur de l'oxyde d'antimoine, a, contre son emploi en teinture, l'inconvénient d'attaquer le métal, le verre, ce qui exige des touries en grès pour le transport et des cuves en bois pour les bains de mordançage. Les inconvénients du fluorure d'antimoine peuvent être évités en mêlant à ce fluorure d'antimoine environ 1/4 de sel de soude. Ce fluorure double n'est plus corrosif.

Il a été breveté comme produit par Rudolph Kœpp, en 1887.

M. Haen, à List (Hanovre), a breveté plusieurs combinaisons semblables ou fluorures doubles répondant aux compositions générales

$$SbFl^3 + ClR \text{ et } SbFl^3 + SO^4R^2$$

dont la plus importante a été nommée le *sel d'Haen* et a pour formule

$$SbFl^3 + SO^4(AzH^4)^2.$$

Notons que le fluorure d'antimoine chlorure de potassium renferme 57,5 0/0 d'oxyde d'antimoine, le fluorure d'antimoine chlorure de sodium en renferme 61,5 0/0, le fluorure d'antimoine sulfate de sodium 45,5 0/0, le fluorure d'antimoine sulfate de potassium 41,3 0/0, le sel d'Haen 46,94 0/0. On a proposé, en 1888, le fluorure double d'antimoine et d'ammonium

$$8SbFl^3, 2AzH^4Fl$$

qui contient 77,5 0/0 d'oxyde antimonique. Ces composés d'antimoine sont spécialement employés comme fixateurs du tannin. M. Weber a présenté à la Société industrielle de Mulhouse, dans la séance du 13 janvier 1886, les conclusions d'une étude sur l'oxalate et l'oxyde d'antimoine. Cette question avait déjà fait, et fait encore, depuis, l'objet de plusieurs études aboutissant à des conclusions contradictoires. M. Weber confirme les résultats des expériences et regarde l'emploi de l'oxalate comme avantageux. Cependant, la question restait encore indécise : les partisans de l'oxalate disent que l'oxalate coûte deux fois moins que l'émétique ; les partisans de l'émétique répondent que l'émétique contient deux fois plus (47 0/0) d'oxyde d'antimoine que l'oxalate (23 0/0); les premiers répliquent que l'oxyde d'antimoine dans l'oxalate est dans des conditions plus favorables pour les combinaisons que dans le tartrate qui conserve une partie de son oxyde non utilisé; les seconds font remarquer que l'oxalate se décompose si bien que, même dans le bain de mordançage, l'oxyde d'antimoine se sépare et représente une perte. A cela, les premiers ripostent que cet oxyde d'antimoine qui se sépare dans le bain est lui-même utilisé et que l'oxyde d'antimoine est lui-même un excellent fixateur du tannin. Pendant que les uns se servent de l'oxalate avec satisfaction et que les autres le rejettent, les fluorures doubles sont venus et le sel de Haen paraît captiver l'attention. Au point de vue économique, nous pouvons établir des chiffres qu'a donnés le docteur P. Julius pour faire saisir tout l'intérêt de la question.

100 kilogrammes d'émétique coûtent. .		306 fr.
100	— sel de Haen.	225

D'après ces prix, les 100 kilogrammes d'oxyde d'antimoine utile pour le mordançage reviennent à :

Pour l'émétique.	635 fr.
Pour le sel nouveau.	480.

Ce sel de Haen nécessite tous récipients en bois, il doit être associé à un quart de son poids de carbonate de soude.

En impression, d'après M. Eug. Dolfus (Société industrielle de Mulhouse, séance de janvier 1888), le sel de Haen aurait l'inconvénient d'affaiblir le gommage, l'intensité des jaunes de graines.

Mordants de chrome. Le bichromate de potasse a été battu en brèche, il y a quelques années, par le bichromate de soude, le prix du bichromate de potasse a été notablement diminué pour concurrencer le nouveau bichromate. L'acétate de chrome préparé avec l'alun de chrome et l'acétate de plomb est vendu à l'état de dissolution marquant 18° Baumé et contient 11 0/0 d'oxyde de chrome. Ce sel est toujours employé en impression surtout pour les couleurs dérivées de l'anthracène. L'acéto-nitrate de M. Witz, le nitrochromate de chaux

$$Cr^4\left\{(AzO^3)^4\right.$$
$$Ca\left\{(OH)^4\right.$$

le mordant au bichromate de potasse et au sulfate ferreux sont aussi bien près d'être rempla-

cés par le fluorure de chrome Cr^2Fl^6 breveté par R. Kœpp et Ce, 28 novembre 1887, ainsi que les sous-fluorures de chrome. Le fluorure d'oxyde de chrome $CrFl^3+4H^2O$ contient 42 0/0 d'oxyde de chrome. Le sulfo-cyanure de chrome ou rhodanate de chrome est aussi à l'étude ainsi que les rhodanates basiques et le trichromate de M. Gallois de Marienthal. La grande pratique industrielle doit donner la solution dernière à ces questions.

Mordants d'étain. Après le sel d'étain, l'oxymuriate, les diverses *compositions* d'étain et le stannate de soude, on a proposé le chlorostannate $SnCl^4, 2AzH^4Cl$, le sulfocyanure ou rhodanate d'étain.

Mordants de nickel. Un travail entrepris par MM. Liechti et Ulrich, en 1887, a montré que les meilleurs sels à employer sont le chlorure double de nickel et d'ammoniaque

$$NiCl^2.AzH^4Cl+6H^2O$$

le sulfocyanure ou rhodanate, l'acétosulfate

$$Ni^2(SO^4)(C^2H^3O^2)$$

Pour compléter nos indications sur les mordants métalliques, nous signalerons deux études:

1° Une question proposée pour le concours de 1892, par la Société suisse de chimie industrielle, insérée exceptionnellement, à cause de l'intérêt qu'elle présente, au *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, et ainsi formulée : Examen du sulfate d'alumine du commerce relativement à sa teneur en substances étrangères, particulièrement en sels de fer, et détermination de l'influence des impuretés lors de l'emploi du sulfate d'alumine pour la teinture et l'impression. Dans les développements qui suivent cet énoncé, on voit que le but principal du travail demandé est la détermination de la teneur en fer que peut contenir un sulfate d'alumine sans cesser d'être considéré comme exempt de fer pour la teinture et l'impression;

2° Une étude de M. Prud'homme, qui a paru dans le *Moniteur scientifique* (février et mars 1891) sur les mordants composés et dont voici les conclusions : 1° il n'existe pas de bons mordants simples; 2° tous les oxydes peuvent fonctionner comme mordants, à condition de les associer convenablement, par deux au moins, ce sont alors les mordants doubles, triples ou plus complexes encore; 3° les meilleurs mordants sont les sesquioxydes $Al^2O^3, Cr^2O^3, Fe^2O^3$ combinés à un ou plusieurs protoxydes; 4° les sous-sulfates de fer et d'alumine doivent être considérés comme des mordants doubles.

Mordants tannifères. Les tannins continuent toujours à être des mordants précieux et la question de leur fixation a fait un grand pas avec les nouveaux mordants d'antimoine.

Mordants gras. De nouvelles études ont été faites sur les mordants gras qui ont détrôné les huiles tournantes. Les sulforicinolates de soude et d'ammoniaque sont préparés en grande quantité à l'état d'huile simple à 50 0/0 d'acides gras ou d'huile double à 85-90 0/0. C'est le sulforicinolate d'ammoniaque $C^{18}H^{33}O^2.OH.SO^4(AzH^4)^2$ qui est vendu sous les noms d'*huile de ricin soluble, huile soluble, soluble castor oil*. Il est important pour la vivacité des rouges d'alizarine que cette huile soit exempte de fer. M. A. Scheurer-Kestner a communiqué à la Société industrielle de Mulhouse, le 12 novembre 1890, les premiers résultats de ses recherches sur les propriétés et la composition de l'huile pour rouges.

Mordants de soufre. Après les premiers essais faits dans cette voie, en 1870, par M. Balanche, Lauth, en 1873, avait trouvé un procédé industriel pour teindre la laine en vert dit *lumière* par un mordançage au soufre des hyposulfites. M. Balanche, en 1879, a remplacé le mordançage au soufre par le mordançage aux sulfures métalliques. Ses essais avec le sulfure de zinc, ceux de M. Lussy avec le sulfure d'antimoine, ceux de M. Villon avec le sulfure de plomb, ceux de M. Schmid avec les sulfures de cuivre et de plomb offrent un vif intérêt pour l'application de certaines couleurs artificielles sur calicot : bleu méthylène, vert malachite, violet de Paris, etc. Il faut remarquer que ces sulfures métalliques doivent être produits sur fibres par passages successifs dans un sel de cuivre, de plomb, puis dans l'hyposulfite de soude.

Mordants aux couleurs substantives. Enfin, grand nombre de couleurs non seulement peuvent se fixer directement sur coton non mordancé, mais sont elles-mêmes des mordants capables de fixer les colorants artificiels à l'exception des azoïques. Elles jouent alors le rôle de tannins à l'égard des colorants basiques. Ce rôle de mordants n'a rien qui nous étonne quand nous le rapprochons du rôle du tannin fixé par un composé de fer et constituant déjà une première teinture sur la fibre en même temps qu'un mordançage pour une autre couleur.

Des matières colorantes. 1° Nous dirons quelques mots sur certains colorants déjà indiqués dans le *Dictionnaire*, mais dont la théorie de formation ou dont la constitution n'était pas connue. — V. *Dictionnaire.*

Quant aux matières colorantes naturelles, nous ne ferons que deux remarques : 1° la matière colorante de l'orcéine avait, jusqu'à ces derniers temps, pour formule brute la plus probable

$$C^7H^7AzO^3;$$

d'après les plus récents travaux, la matière colorante de l'orseille contiendrait deux principes $C^{14}H^{12}Az^2O^3$ et $C^{14}H^{13}AzO^4$ (V. *Supplément*, p. 588); 2° l'indigotine, souvent représentée par

$$C^8H^5AzO,$$

doit avoir sa formule doublée comme il ressort de sa densité de vapeur 9,45, la formule est donc $C^{16}H^{10}Az^2O^2$. La question vraiment intéressante est sa reproduction artificielle. Après les procédés *a*) par chlorure isatique, *b*) par réduction du diisatogène, *c*) à l'acide orthonitrophénylpropiolique, *d*) par l'acide orthonitrocinnamique, *e*) par l'aldéhyde orthonitrobenzoïque et l'aldéhyde ordinaire qui conduisent à l'aldéhyde orthonitrocinnamylique; on vient de breveter, fin 1890, une méthode par *f*) le phényl glycocolle, et une autre

par *g*) phényl glycocolle orthocarboxyle. C'est ce procédé qui donne les meilleurs rendements.

Pour les derniers colorants du goudron indiqués à la fin du tableau du *Dictionnaire*, article TEINTURE, nous pouvons aujourd'hui faire les remarques suivantes : 1. les safranines appartiennent aux azines (V. ROUGE) et la plus simple est

$$C^{18}H^{15}Az^4Cl;$$

2. l'induline bleue, la mieux connue, celle qui est représentée par $C^{36}H^{27}Az^5.HCl$, dérive de l'azophénine $C^{30}H^{24}Az^4$ qui se rattache à la dianilidoquinonanile $C^{24}H^{17}Az^3O$ (V. ROUGE); 3. le bleu de méthylène, $C^{16}H^{18}Az^4S.HCl$, d'après Koch, est aujourd'hui, d'après les travaux de M. Bernthsen, représenté par $C^{16}H^{18}Az^3S.Cl$ (V. BLEU); 4. le violet de Lauth se rattache à la thiodiphénylamine (V. VIOLET); 5. pour nigrosine et noir. — V. NOIR.

Pour les colorants du même tableau formés avec des matières premières prises en dehors du goudron, nous pouvons aussi aujourd'hui faire les remarques suivantes : 1. l'acide aloétique est l'acide tétranitroanthraquinone

$$C^6H^2(AzO^2)^2<\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}>C^6H^2(AzO^2)^2;$$

2. l'acide chrysammique est l'acide tétranitrobioxyanthraquinone

$$C^6H(AzO^2)^2(OH)<\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}>C^6H(AzO^2)^2(OH);$$

3. l'acide chrysophanique isomère de l'alizarine est

$$C^6H^3(OH)<\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}C^6H^3(OH);$$

4. l'acide rufigallique est une hexaoxyanthraquinone

$$C^6H(OH)^3<\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}>C^6H(OH)^3;$$

5. la galloflavine aurait pour formule $C^{12}H^9O^3$; 6. la gallocynine se rattache aux oxazines. — V. COLORANTES (Matières) et VIOLET.

Dans la première série des colorants du tableau, l'auramine série de la benzine est le dérivé imidé de la tétraméthyldiamidobenzophénone. — V. ANILINE et JAUNE.

2° Nous placerons, dans le tableau suivant, les colorants les plus importants qui compléteront le tableau du *Dictionnaire* (V. les tableaux des pages 1286 à 1288).

DES PROCÉDÉS DE TEINTURE. A. *Des opérations préparatoires de la teinture et du blanchiment.* Nous renvoyons à BLANCHIMENT et à TEINTURE dans le *Dictionnaire* et dans le *Supplément*. Nous n'ajouterons qu'un mot relativement au blanchiment par l'eau oxygénée. Le prix de revient de fabrication du bioxyde de baryum, qui sert à la préparation de ce produit va constamment en diminuant, ce qui permet aussi d'abaisser le prix de l'eau oxygénée et la maison Eyquem et Leroy a passé des marchés pour de l'eau oxygénée à 30 centimes le kilogramme à 12 volumes. Aussi l'emploi de cet agent décolorant se répand-il de plus en plus et nous savons que l'atelier Motte et Meillassoux en a employé en une année environ 200,000 kilogrammes. Nous rappellerons que le blanchiment par l'eau oxygénée est un blanchiment *véritable* par destruction de la matière qui colore la fibre, tandis que les blanchiments au soufre ne sont qu'*apparents*.

B. *Des opérations de teinture proprement dite.* § 1. *Teinturerie mécanique.* Nous avons vu fonctionner dans une grande teinturerie l'appareil Obermaier, dans la dernière forme, forme de revolver, qui lui a été donnée. La figure 762

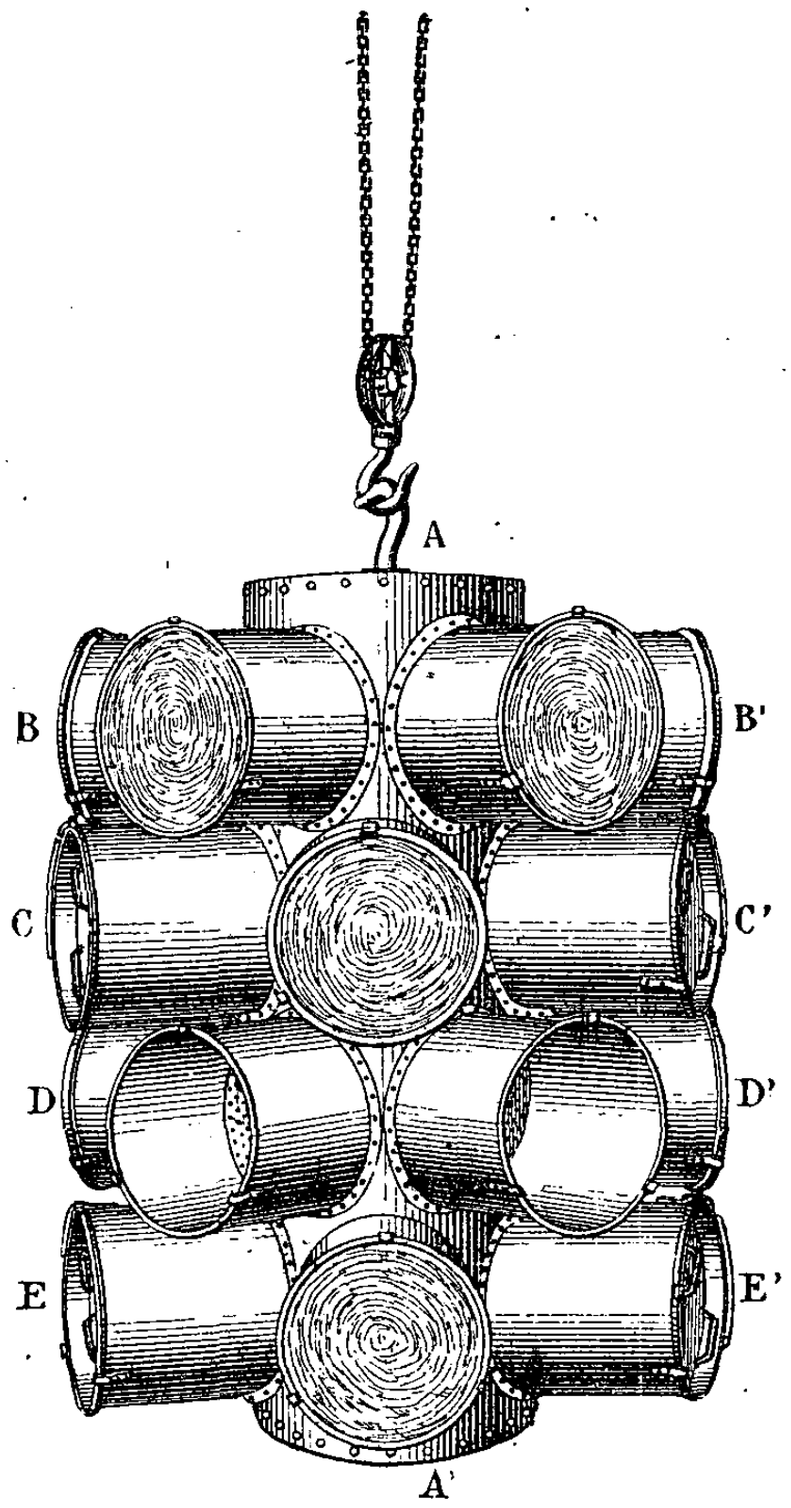


Fig. 762. — *Appareil revolver de Obermaier.*

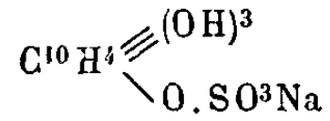
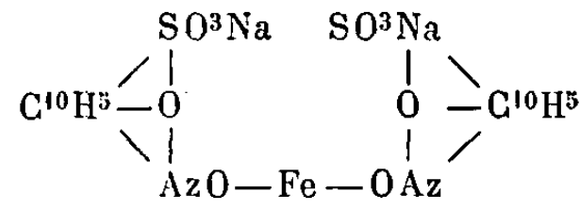
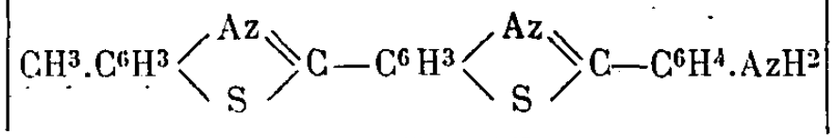
A A' Alimentation centrale. — *B B'*, *C C'* etc. Seize pots pour autant de bobines.

représente une vue de cet appareil. On voit une alimentation centrale dépendant d'une pompe, des pots cylindriques à parois latérales pleines et à fonds percés de trous. C'est dans chacun de ces pots qui servent à donner une direction au liquide chassé par la pompe, qu'est placée la bobine à teindre. Un système de palan et de rails sert à transporter facilement l'appareil chargé de ses bobines d'une cuve dans une autre pour les opérations de mordançage, de teinture ou de rinçage. Une conférence a été faite (1891) à la Société industrielle du Nord et à la Société d'émulation de Roubaix sur cette question de la teinture en bobines de la laine peignée.

TABLEAU COMPLÉMENTAIRE.

Dénominations	Constitution	Préparation
I. Bleu Victoria B. . .	$C^{19}H^{13}(CH^3)^4(^{10}H^7)Az^3.OH$ ou $C^{13}H^9(CH^3)^4(C^{10}H^6)(C^6H^5)Az^3.OH$	Phényl-α-naphtylamine. / Méthylphényl-α-naphtylamine. / Paratolyl-α-naphtylamine. — En réaction sur tétraméthyldiamidobenzophénone.
Bleu Victoria 4R. .	$C^{13}H^8(CH^3)^4(C^{10}H^6)(C^6H^5)(CH^3)Az^3.OH$	
Bleu de nuit.	$C^{13}H^9(CH^3)^4(C^{10}H^6)(C^6H^4,CH^3)Az^3.OH$	
Bleu patenté.	$C^{19}H^{12}(CH^3)^4.OH.Az^2.OH$	Diméthylaniline et aldéhyde benzoïque méta hydroxylée ou amid.
Violet au chrome (aurine tricarboxylée)	$C(OH)\left(C^6H^3<^{OH}_{CO.OH}\right)^3$	Mélange d'acide salicylique et d'alcool méthylique par acide nitreux en présence de SO^4H^2.
Rhodamine.	$C^{20}H^{10}Az^2(C^2H^5)^4O^3$	Acide phtalique anhydre sur diéthylmétaamidophénol.
Flavéosine (rhodamine imidée). . . .	$C^{20}H^{10}Az^2(CH^3)^4AzH.O^2$	Méthylation de la fluorescéine imidée obtenue par fluorescéine et ammoniaque sous pression.
II. Jaune d'alizarine. .	$C^6H^4(AzO^2)Az=Az-C^6H^3<^{OH}_{CO.OH}$	Diazo de métanitraniline et acide salicylique.
Vert azoïque.	$C(OH)\left<\begin{matrix}C^6H^4-Az=Az-C^6H^3<^{OH}_{CO.OH}\\ [C^6H^4-Az(CH^3)^2]^2\end{matrix}\right.$	Diazo de la base du violet tétraméthylé symétrique ou du vert malachite métaamidé sur acide salicylique.
Chrysamine R. . . .	$C^6H^3(CH^3)Az=Az-C^6H^3<^{OH}_{CO.OH}$ / $C^6H^3(CH^3)Az=Az-C^6H^3<^{CO.OH}_{OH}$	Tétrazo de la tolidine et acide salicylique.
Congo GR.	$C^6H^4-Az=Az-C^6H^3<^{OH}_{CO.ONa}$ / $C^6H^4-Az=Az-C^{10}H^5<^{AzH^2}_{SO^3Na}$	Tétrazo de la benzidine sur mélange de salicylate et naphtionate de sodium.
Deltapurpurine G. .	$C^6H^4-Az=Az-C^{10}H^5<^{SO^3Na\,(\delta)}_{AzH^2\,(\beta)}$ / $C^6H^4-Az=Az-C^{10}H^5<^{AzH^2}_{SO^3Na}$	Tétrazo de la benzidine sur acide β-naphtylamine-δ-monosulfonique (δ = delta).
Benzoazurine	$C^6H^3(OCH^3)Az=Az-C^{10}H^5<^{OH}_{SO^3Na}$ / $C^6H^3(OCH^3)Az=Az-C^{10}H^5<^{SO^3Na}_{OH}$	Tétrazo de dianisidine (éther du tétrazodiphényle) sur α-naphtol monosulfoné.
Pourpre de Hesse (B)	$CH-C^6H^3(SO^3Na)Az=C^{10}H^5<^{SO^3Na}_{AzH^2}$ / $CH-C^6H^3(SO^3Na)Az=C^{10}H^5<^{AzH^2}_{SO^3Na}$	Tétrazo du diamido-stilbène disulfo sur β-naphtylamine-β-monosulfonique.
Jaune brillant. . . .	$CH-C^6H^3(SO^3Na)Az=Az-C^6H^4.OH$ / $CH-C^6H^3(SO^3Na)Az=Az-C^6H^4.OH$	Tétrazo du diamido-stilbène disulfo et acide phénique.
Jaune de Hesse . . .	$C^6H^3<^{OH}_{CO.OH}$ remplace $C^6H^4.OH$ du précédent	Tétrazo précédent et acide salicylique.
Chrysophénine. . . .	$C^6H^4.OC^2H^5$ remplace $C^6H^4.OH$ du jaune brillant	En éthylant le jaune brillant.
Noir diamine.	$C^6H^4-Az=Az-C^{10}H^4.SO^3Na.OH.AzH^2$ / $C^6H^4-Az=Az-C^{10}H^4.SO^3Na.OH.AzH^2$	Tétrazo de la benzidine et amidonaphtol monosulfoné γ.
Noir jais.	$(SO^3Na)^2C^{10}H^5.Az\,(\alpha)=Az-C^{10}H^6.Az\,(\alpha)=Az-C^{10}H^6Az\,(\alpha)<^{H}_{C^6H^5}$	Diazo de l'amidoazonaphtaline bisulfo et phényl-α-naphtylamine.
Noir naphtylamine D	$C^{10}H^5\left<\begin{matrix}(SO^3Na)^2\\ Az=Az-C^{10}H^6-Az=Az-C^{10}H^6.AzH^2\end{matrix}\right.$	Remplacer dans noir jais phényl-α-naphtylamine par α-naphtylamine.

Dénominations	Constitution	Préparation
Noir de naphtol. . .	$C^{10}H^5\diagup\!\!\diagdown^{(SO^3Na)^2}_{Az=Az\text{-}C^{10}H^6\text{-}Az=Az\text{-}C^{10}H^4<^{OH\,\beta}_{(SO^3Na)^2}}$ (α) (α)	Diazo de l'amidoazonaphtaline bisulfo et sel R ou β-naphtol disulfonate de sodium R.
Noir azoïque (ou noir bleu).	$C^{10}H^6<^{SO^3Na}_{Az=Az\text{-}C^{10}H^6\text{-}Az=Az\text{-}C^{10}H^4<^{OH\,\beta}_{(SO^3Na)^2}}$ (β) (α)	Diazo de l'amidoazonaphtaline monosulfo et sel R.
Noir pour laine . . .	$C^6H^4<^{SO^3Na}_{Az=Az-C^6H^3<^{SO^3Na}_{Az=Az-C^{10}H^6-AzH}}$ (4) (β) $-C^6H^4-CH^3$ (1)	Diazo de l'amidoazobenzoldisulfonique et paratolyle-β-naphtylamine.
Noir diamant	$C^6H^3<^{OH}_{CO.ONa}$ $Az=Az-C^{10}H^6-Az=Az-C^{10}H^5<^{OH}_{SO^3Na}$	Diazo de la naphtylamine-azo-salicylate et amidonaphtolsulfonate de sodium.
Noir nouveau	$C^{10}H^5\diagup\!\!\diagdown^{(SO^3Na)^2}_{Az=Az\text{-}C^{10}H^6\text{-}Az=Az\text{-}C^6H^3(1)(3)<^{AzH.C^6H^5}_{AzH.C^6H^5}}$	Diazo de l'amidoazonaphtaline bisulfonée et diphénylmétaphénylène diamine.
Ecarlate de diamine.	$C^6H^4-Az=Az-C^{10}H^4<^{OH}_{(SO^3Na)^3}$ (sur) $C^6H^4-Az=Az-C^6H^4.OC^2H^5$	Tétrazo de la benzidine avec naphtol disulfo et phénol éthérifié (azoïque mixte).
Jaune coton G. . . .	$CO\diagup\!\!\diagdown^{AzH-C^6H^4-Az=Az-C^6H^3<^{OH}_{CO.OH}}_{AzH-C^6H^4-Az=Az-C^6H^3<^{CO.OH}_{OH}}$	Gaz phosgène et acide amidobenzolazo salicylique.
Rouge saumon . . .	$CO\diagup\!\!\diagdown^{AzH-C^6H^4-Az=Az-C^{10}H^5<^{SO^3Na}_{AzH^2}}_{AzH-C^6H^4-Az=Az-C^{10}H^5<^{AzH^2}_{SO^3Na}}$	Gaz phosgène et acide amidobenzolazonaphtionique.
Jaune de carbazol. .	$AzH\diagup\!\!\diagdown^{C^6H^3-Az=Az-C^6H^3<^{OH}_{CO.OH}}_{C^6H^3-Az=Az-C^6H^5<^{CO.OH}_{OH}}$	Tétrazo de diamidocarbazol et acide salicylique.
Fuchsine hexazo-salicylique.	$C(OH)\equiv\left(C^6H^4-Az=Az-C^6H^3<^{OH}_{CO.OH}\right)^3$	Hexazo ou triple diazo de la fuchsine et acide salicylique.
Jaune foulon.	$O\diagup\!\!\diagdown^{Az-C^6H^4-Az=Az-C^6H^3<^{OH}_{CO.OH}}_{Az-C^6H^4-Az=Az-C^6H^3<^{CO.OH}_{OH}}$	Tétrazo de la métaazoxyaniline et acide salicylique.
Rouge de St-Denis. .	$O\diagup\!\!\diagdown^{Az-C^6H^3(CH^3)Az=Az-C^{10}H^5<^{OH}_{SO^3Na}}_{Az-C^6H^3(CH^3)Az=Az-C^{10}H^5<^{SO^3Na}_{OH}}$	Tétrazo de l'azoxyortholuidine et l'acide α-naphtol-α-sulfonique.
Tartrazine.	$C=Az-AzH-C^6H^4-SO^3Na$ (sur) $C=Az-AzH-C^6H^4-SO^3Na$ (avec $CO.ONa$ au-dessus et au-dessous)	Acide dioxytartrique sur phénylhydrazine parasulfonique.
Nigrisine.	$C^6H^3Az(CH^3)^2\diagup\!\!\diagdown^{Az}_{Az}C^6H^3Az(CH^3)^2$	Chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline en solution alcoolique ou aqueuse par ébullition prolongée
III. Bordeaux d'alizarine	$C^6H^2(OH)^2<^{CO}_{CO}>C^6H^2(OH)^2$	L'alizarine et les purpurines par acide sulfurique à 70 0/0 SO^3.
Jaune d'alizarine (gallacétophénone)	$C^6H^2\equiv^{(OH)^3}_{CO.CH^3}$	V. un autre colorant du même nom au mot JAUNE.

Dénominations	Constitution	Préparation
Noir d'alizarine . . .		Naphtazarine et bisulfite de soude.
IV. Violets nitrés. . .	. . . . .	Nitration des violets par acides azotique et sulfurique.
Fuchsine nitrée . . .	. . . . .	Nitration comme pour les violets.
V. Vert de naphtol. : .		Nitrosation de l'acide β-naphtol monosulfo de Schaeffer et traitement ensuite par le sel ferreux.
VI. Primuline		Paratoluidine avec soufre à 200° et sulfoconjugaison. —V. JAUNE.

REMARQUES

1. Nous n'avons donné que les principaux colorants.
2. Pour les formules plus développées, nous renvoyons en général à ANILINE, BLEU, BRUN, COLORANTES (Matières), INDOPHÉNOL, JAUNE, ORANGÉ, NOIR, ROUGE, VERT, VIOLET.
3. Souvent un nom désigne, non pas un colorant unique, mais une série de colorants qui se distinguent ou par des lettres ou par un second mot. c'est le cas des rouges Congo, des deltapurpurines, des pourpres de Hesse, etc.
4. Pour les couleurs basiques, se rattachant au triphénylméthane, nous avons donné les bases, les colorants industriels sont des sels de ces bases, parfois sels doubles, souvent sels simples, chlorhydrates, Cl ayant remplacé O H dans la base.
5. Plusieurs colorants sont vendus comme couleurs d'alizarine, et sont ainsi faussement dénommés, comme noir d'alizarine qui vient de la naphtazarine, jaunes d'alizarine, dont l'un est la gallacétophénone et l'autre un azo se rattachant à la benzine. Cette dénomination fausse au point de vue de la nature du produit s'explique par la similitude de procédés d'application.
6. Il y a deux indophénols isomères, celui qui vient de α-naphtol est plus solide aux alcalis, celui qui vient du β-naphtol est plus solide aux acides.
7. Les thioflavines sont des matières colorantes sulfurées qui ont leur point de départ dans la déhydrothiotoluidine ou dans la primuline.

M. Edouard Decock, constructeur-mécanicien, à Roubaix, avait breveté, le 6 septembre 1886, une machine à teindre les écheveaux. En appelant l'attention sur cette machine (V. *Dictionnaire*, t. VIII, p, 515) que nous avions vu fonctionner, nous avions dit que les combinaisons d'organes étaient très ingénieuses, mais nous paraissaient d'une trop grande complication pour un appareil

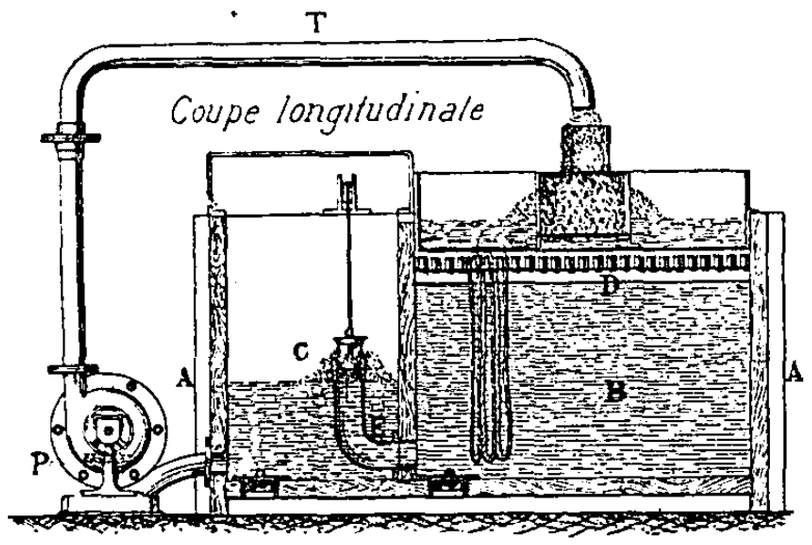


Fig. 763.

industriel. Aujourd'hui, il a breveté une nouvelle machine qui est acceptée dans l'industrie.

Ce dernier appareil se compose essentiellement de porte-écheveaux spéciaux et de chaînes spéciales à butoirs. Les porte-écheveaux sont formés de règles en bois excentrées par rapport à des tubes métalliques qui les traversent et qui se terminent à leurs extrémités par des pignons dentés, de telle sorte que la rotation de ces tubes déplace les écheveaux sur chaque règle dans un sens qui dépend de la rotation des pignons dentés. Les chaînes spéciales à butoirs conduisent les petits écheveaux dans le bain, d'un bout à l'autre du bac, puis les soulèvent successivement, les conduisent ensuite horizontalement au-dessus du bain d'arrière en avant et les redescendent dans le bain pour reprendre la même série de mouvements. Dans le trajet horizontal au-dessus du bain, une crémaillère, agissant sur les pignons dentés des porte-écheveaux, a déterminé le renversement des écheveaux pour que, dans

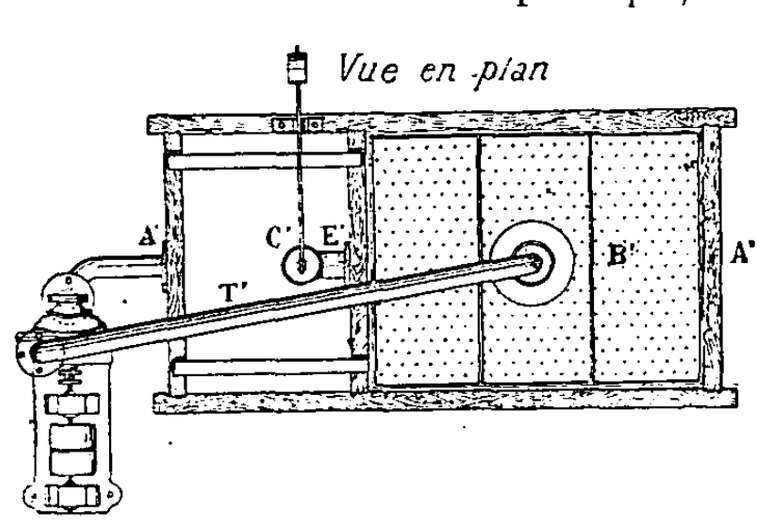


Fig. 764.

un nouveau passage dans le bain, la partie précédemment émergente de l'écheveau devienne la partie immergée et réciproquement.

Quand la teinture est terminée, tout le lot des écheveaux arrive automatiquement sur deux barres formant plan incliné et amenant tous les porte-écheveaux sur un châssis, en dehors de la machine, dans les conditions les plus commodes pour le travail ultérieur.

La machine ici décrite sert pour les écheveaux de coton. Un dispositif spécial pour les écheveaux de laine a été breveté par M. Decock. Les machines pour le coton sont construites pour une mise

de 100 kilogrammes, mais peuvent se prêter à la teinture de 50 kilogrammes. Deux de ces machines fonctionnent pour la teinture en noir d'aniline, l'une chez M. Wibaux-Florin, l'autre chez M. Paul Wattel, une troisième machine s'installe chez M. Vanoutryve, pour la teinture des couleurs sur coton.

M. Bertrand, de Tourcoing, a breveté un appareil à teindre ou blanchir les écheveaux fixes en fils ou en mèches. Il comprend un bac A A, A'A' (dont les figures 763 et 764 donnent une coupe et un plan) qui peut être en bois et qui est divisé en deux compartiments B, B' et C, C'. Le grand compartiment B, B' est la cuve à teindre : il est pourvu de supports sur lesquels viennent poser les porte-écheveaux et est recouvert par un réservoir à fond perforé D qui reçoit le liquide tinctorial et le distribue par toutes les ouvertures dans toutes les parties de la cuve à teindre. Dans le petit compartiment C se trouve un tuyau coudé E, E' muni d'une soupape par lequel se déverse le liquide du grand compartiment. Une pompe P l'aspire et le refoule par le tuyau T, T' dans la cuve à teindre. Cet appareil est, chez l'inventeur, à la disposition des clients pour les essais.

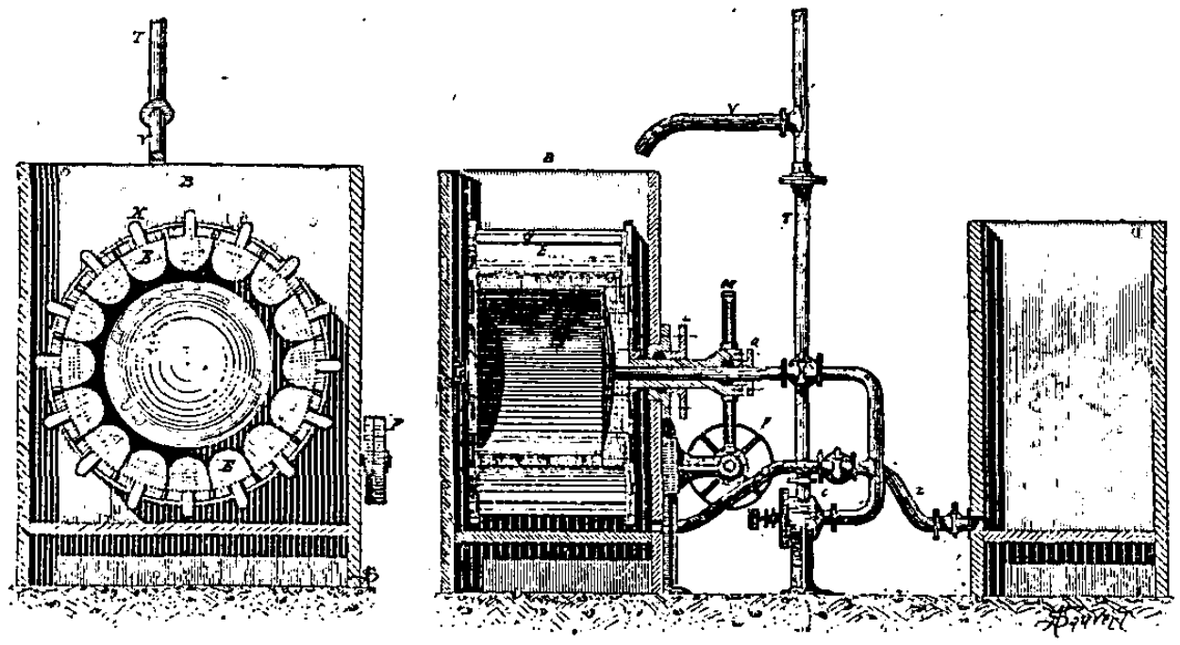


Fig. 765 et 766. — *Appareil rotatif à compartiments multiples pour teindre ou blanchir le coton en mèches.*

A Bac de préparation des bains. — *B* Bac de teinture. — *E* Compartiments pour les mèches de coton. — *P* Poulies folle et mobile. — *C* Pompe rotative. — *T V* Ajutage mobile sur lui-même pour faire passer le liquide, soit de *A* en *B*, soit de *B* en *A* par l'action de la pompe.

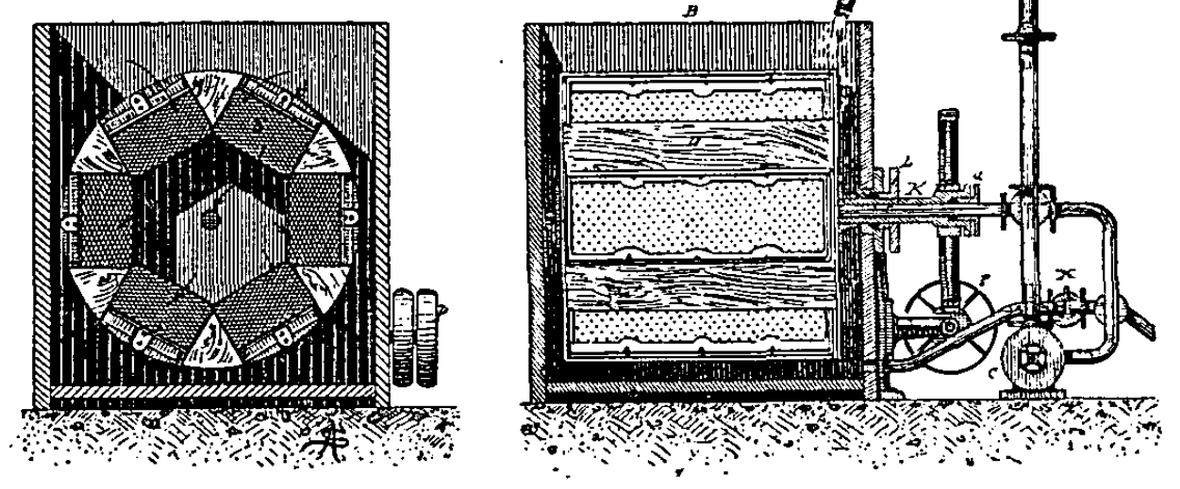


Fig. 767 et 768. — *Appareil rotatif à compartiments multiples pour teindre ou blanchir la laine en bobines.*

Le même constructeur, qui précédemment s'était attaché à la teinture de la laine peignée en bobines et avait breveté plusieurs dispositifs tous indépendants de la pompe, a repris la même question pour donner une solution toute différente et a imaginé et breveté pour la teinture divers appareils reposant sur l'emploi de la pompe.

Les figures 765 à 768 montrent deux de ces appareils, l'un pour le coton en mèches, l'autre pour la laine en bobines.

M. Henri L'Huillier, teinturier-chimiste à Houilles (Seine-et-Oise), a imaginé quelques dispositifs qui se recommandent par leur simplicité et que l'on va installer dans les ateliers, chez M. Jacquart, à Tourcoing; chez MM. Motte et Meillassoux, à Roubaix.

Un simple coup d'œil suffit pour faire comprendre la disposition et le fonctionnement de l'un de ces appareils représenté en coupe ou en élévation figure 769 et en plan figure 770. La cuve à teindre est un bac cubique, à fond perforé, dans lequel la matière textile sera disposée dans des pots cylindriques à parois perforées, quel que soit l'état de cette matière, en brut, en mèches, en canettes, en bobines, en fils. Cette cuve est fermée par un couvercle plein représenté sur la gauche de la figure et pouvant glisser dans des rainures lorsque l'on tourne une vis. Un aspirateur quelconque peut faire le vide à un degré indiqué par le manomètre. Une manœuvre de robinets permet facilement de faire arriver dans la cuve à teindre le liquide tinctorial préparé et chauffé dans un bac inférieur. L'aspiration déterminée par le vide fait monter ce liquide dans la cuve et le fait pénétrer dans toutes les parties de la matière textile. Plus récemment encore, M. l'Huillier a fait construire des appareils doubles qui ont l'avantage de remplacer l'essorage ordinaire à la turbine par un essorage au vide, ce qui permet d'éviter de fatiguer inutilement les mèches et assure un rendement supérieur.

MM. Leblois et Piceni ont fait breveter une machine à teindre le coton en brut ou en mèches. Elle comprend : 1° une série plus ou moins nombreuse de boîtes en cuivre de forme prismatique

percées de trous sur toutes leurs faces, capables de contenir un kilogramme de coton en mèches; 2° une roue d'un diamètre variable avec la production demandée à la machine et ayant son pourtour garni de tringles qui déterminent des casiers dans chacun desquels on fait glisser une boîte remplie de coton en mèches; 3° un bac contenant le colorant, préparé, chauffé au besoin, et dans lequel vient tourner la grande roue qui porte toutes les boîtes et qui s'y enfonce presque jusqu'à l'axe.

Quand cette roue se met en mouvement, les boîtes qui sont à la partie inférieure plongent dans le bain qui passe par tous les trous pour pénétrer les mèches de coton. A mesure qu'une boîte est entraînée par la rotation de la roue, sa position variant périodiquement par rapport à la verticale, le liquide qu'elle a emporté prend successivement des directions différentes à travers les mèches, ce qui tend à rendre la teinture plus unie. Cette machine est d'installation coûteuse au compte de l'industriel, refroidit beaucoup dans les teintures qui se font à chaud et n'est concédée qu'avec une forte redevance, au kilogramme de teinture. Une machine de ce système a fonctionné chez M. Browaeys, et une autre chez MM. Motte et Meillassoux, teinturiers à Roubaix.

M. Antony Mobs, de Remiremont, a breveté un dispositif qui est exploité chez MM. Motte frères, à Tourcoing, pour la teinture du coton en mèches.

L'appareil se compose d'une cuve à teindre avec un tourniquet à l'entrée et des cylindres presseurs dont deux à la sortie. Le noir d'aniline par oxydation est toujours la principale application de cette machine. Les bleus, bronze-olive, cachous, marrons et jaunes sont teints en nuances assez foncées pour pouvoir être mélangés d'écru. Ces nuances doivent être très solides au foulon.

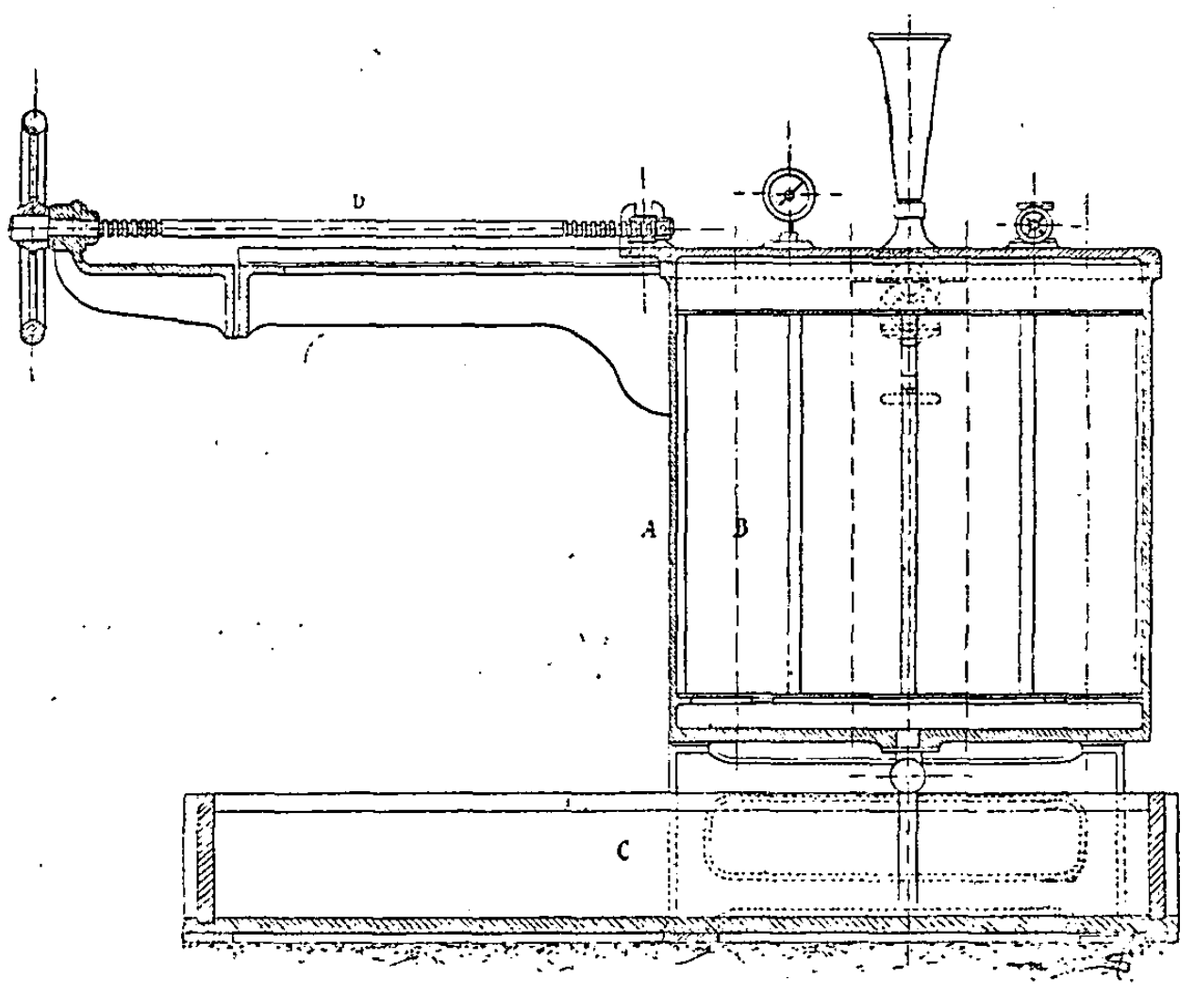


Fig. 769. — *Coupe verticale.*

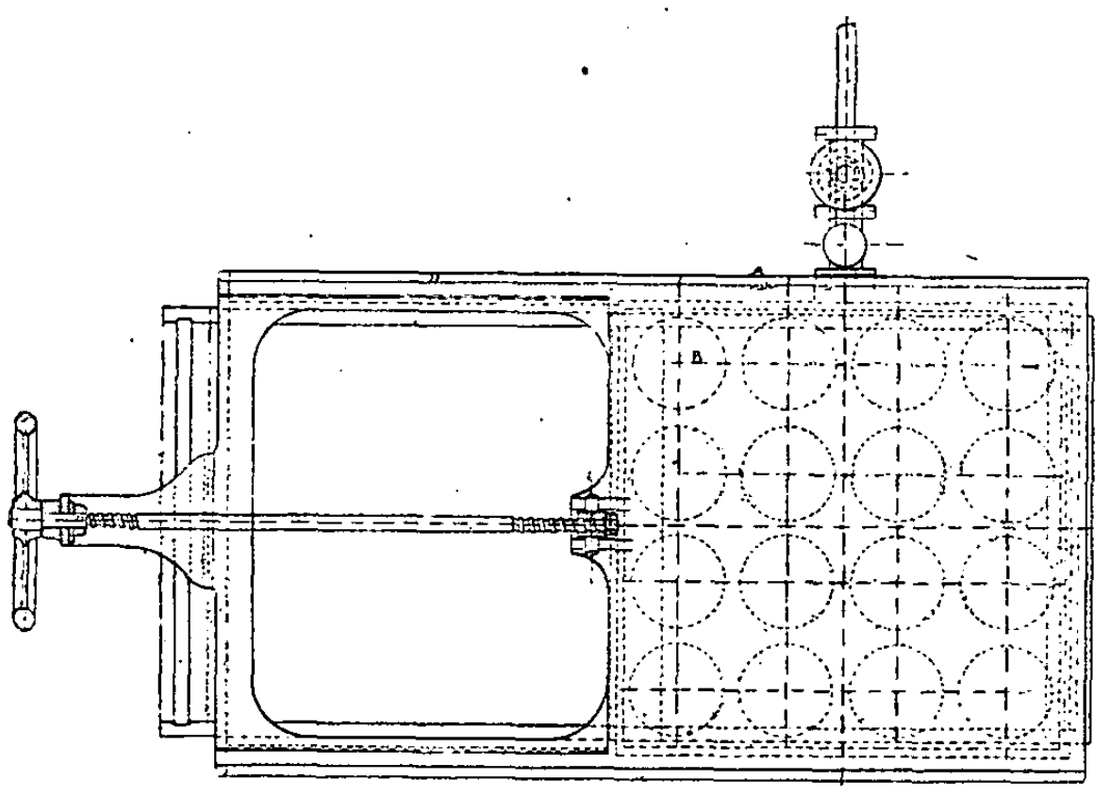


Fig. 770. — *Vue en plan.*

A Cuve à teindre. — *B* Pots pour les matières. — *C* Bac de préparation du bain. — *D* Couvercle à glissière de la cuve à teindre. — *E* Manomètre du vide. — *F* Aspirateur.

Nous passons les machines à teindre en mèches de M. Paul Jacquart, de M. Joly, etc.; nous avons voulu indiquer les principales solutions proposées à ce problème intéressant.

On voyait, à l'Exposition universelle de 1889, une installation d'un atelier de teinture mécanique comprenant toutes machines brevetées par M. César Corron, membre du Jury, et classées, pour cette raison, hors concours. A côté d'une secoueuse-dresseuse et d'une machine à essorer les matières filamenteuses en bâton et à fil droit et les tissus au large qui intéressent tout particulièrement la soierie, fonctionnaient une machine à teindre les écheveaux et une autre à teindre les tissus au large ou en corde.

La machine pour les écheveaux reproduisant le modèle décrit au *Dictionnaire*, t. VIII, p. 515, mais avec les perfectionnements que M. C. Cor-

ron a su y apporter, s'applique à toutes les opérations du décreusage, du dégommage, du mouillage, du dégraissage, du mordançage, de la teinture, du lavage, du savonnage, de la charge des fils. Elle est surtout employée dans la teinture de la soie. Elle est construite d'après sept modèles sur une largeur de 0m,60, sur une longueur de 4 à 15 mètres et peut recevoir des mises de 10 à 200 kilogrammes. Un cadre, indépendant de la machine sur lequel se disposent les porte-matteaux, est mobile au moyen d'un transbordeur qui lève la mise pour *reponchonner* et pour chauffer le bain ou qui la transporte pour les opérations successives de la teinture. Cette machine permet de teindre à bains plus réduits et d'éviter les *écharures*, l'*appauvrissement*, les *cassures* de fils.

La machine à teindre les tissus est d'une grande simplicité de mécanisme, comme la figure 771 le représente. La partie qui fait l'objet du brevet peut s'appliquer aux barques ordinaires à teindre. Elle aurait pour avantages de faire éviter le feutrage, les éraillures, les blanchissures, comme aussi les déformations du tissu, cette machine teignant au large sans l'emploi d'appareils extenseurs mécaniques auxquels on a recours habituellement. Le contact du tissu avec les organes conducteurs ne se fait jamais qu'à l'envers de la pièce. On peut mettre plusieurs tourniquets sur la même barque, et un ouvrier peut conduire plusieurs machines.

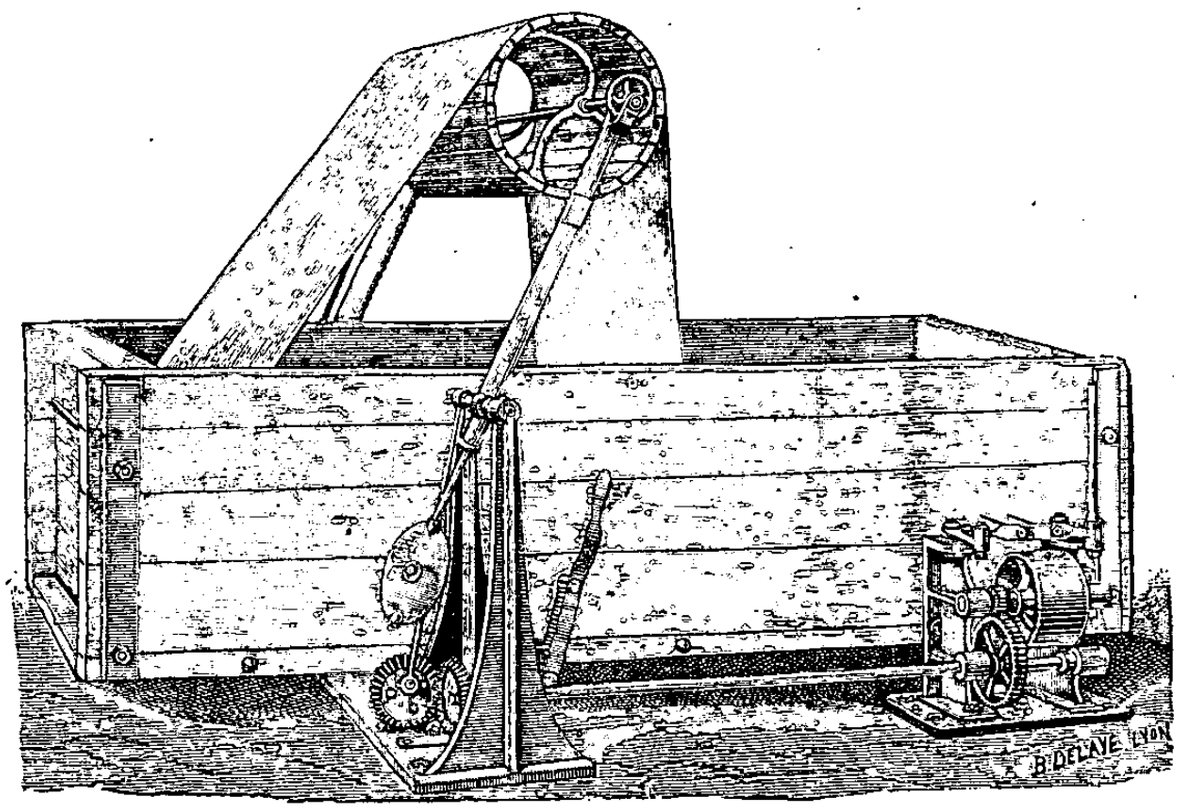


Fig. 771.

La partie mécanique des apprêts a vu s'accomplir, surtout dans ces dernières années, les plus sérieux progrès par les nombreuses et ingénieuses machines pour sécher, élargir, dérompre, lustrer, glacer, griller, fouler, lainer, etc., pour lesquelles nous renvoyons à APPRÊTS, dans le *Dictionnaire* et dans le *Supplément*. Pour la construction de ces appareils, Pierron et Dehaître de Paris, Grosselin, père et fils, de Sedan, exposaient, en 1889, les modèles les plus intéressants et les plus perfectionnés.

§ 2. *Partie chimique*. A. Rien de neuf pour les teintures *minérales*.

B. On peut en dire autant des teintures avec les colorants *organiques naturels* ; nous n'ajouterons qu'un mot sur la question de la *charge*.

La charge sur coton avec des dextrines comme elle a lieu sur des fils anglais, et la charge sur laine de bonneterie avec chlorure de magnésium, n'ont pas leur raison d'être, elle constitue un moyen de concurrence déloyale et au lieu de la suivre on devrait plutôt la proscrire. Ce but pourrait être poursuivi par les chambres de commerce, par les conditions publiques, par les laboratoires publics et privés et il est conforme à la justice.

La charge de la soie, dans certaines limites, est rationnelle, elle est admise par tous, elle permet de créer, pour satisfaire différentes clientèles, des types de tissus ayant des valeurs graduées, qui viennent combler le trop grand intervalle entre les tissus de laine et ceux de soie. Quand la charge n'est pas exagérée, elle n'ôte rien aux qualités de la soie; mais quand elle va jusqu'à 300 0/0 et plus, alors elle est déraisonnable, parce qu'elle a trop compromis la fibre. La charge doit être plutôt végétale que minérale, parce que c'est cette charge végétale qui gonfle le fil et qui permet de faire des tissus à meilleur marché.

Dans les nuances claires, les fortes charges ne sont pas possibles, le teinturier n'a guère à sa disposition que le sucre, des composés d'étain, un peu de tannin le plus pur et employé à froid ; on ne peut, tout au plus, que *rattraper la cuite*. Mais c'est dans les noirs qu'elle se pratique couramment et qu'elle devient exagérée. — V. *Dictionnaire*, TEINTURE.

Cette charge quelconque peut toujours se doser. On fait le conditionnement hygrométrique pour connaître la quantité d'eau, on traite par l'eau distillée pour connaître la partie de la charge soluble dans l'eau ; par l'éther pour doser la quantité de corps gras ; par la soude caustique, pour les éléments acides ; par l'acide chlorhydrique, pour les éléments basiques ; enfin par l'incinération qui donnera la nature des oxydes métalliques ayant servi à la charge.

Alors, avec tous ces éléments d'information, par *une seule règle de trois* pour la soie *écrue*, par *deux règles de trois* dans le cas de la soie *cuite* on arrive à déterminer la charge qui est toujours *rapportée à la soie écrue*.

Nous ferons aussi remarquer que les teintures avec les colorants organiques naturels n'ont reçu de modifications que celles de la substitution de quelques nouveaux mordants aux mordants classiques.

C. Des teintures avec *colorants artificiels.*

Marches générales. Nous ferons remarquer :

1° Que les méthodes se généralisent et se simplifient à mesure que la chimie vient éclairer les questions pour classer les procédés d'application d'après la nature de la fibre et la nature des colorants. Alors il devient de plus en plus facile de retenir de mémoire ou de prévoir de quelle manière un produit doit s'appliquer sur une fibre donnée.

Les colorants sont d'abord divisés en colorants *basiques*, colorants *faiblement acides* et colorants *acides*. Les colorants basiques donnent un précipité avec l'un ou l'autre des deux réactifs : eau distillée 1 litre, tannin 50 grammes, acétate de soude 50 grammes ; ou eau 1 litre, acide picrique 20 grammes, acétate de soude 50 grammes. En chauffant les dissolutions, les colorants faiblement acides et les colorants acides restent seuls limpides.

Ceci posé, les colorants du premier groupe sont excessivement riches, ils teignent la laine sur bain neutre sans qu'il soit nécessaire d'y ajouter de l'acide, excepté de l'acide acétique pour faciliter l'uni ; ils teignent le coton mordancé, le plus souvent en tannin et composé d'antimoine ; ils teignent la soie en bain neutre ou faiblement acide. Quelques couleurs de ce groupe demandent pour la laine le mordançage à l'hyposulfite et à l'acide chlorhydrique. Ce groupe comprend les fuchsine, safranine, phosphine, flavaniline, bleu méthylène, violet méthyle, violet Hoffmann, violet Perkin, violet cristallisé, vert méthyle, vert malachite, vert brillant, vert méthylène, chrysoïdine, vésuvine, auramine, etc.

Le second groupe, des colorants faiblement acides, comprend les phtaléines de la résorcine (éosines) et du pyrogallol (galléine, céruléine), l'alizarine et l'indophénol. Ces colorants teignent la laine préalablement mordancée au chrome ou à l'alumine, en conduisant convenablement la température pour les colorants à l'état de pâtes en combinaisons bisulfitiques ; ils teignent le coton mordancé au chrome, ou à l'alumine, ou au mordant gras et alumine (rouges d'alizarine), ou au tannin et au pyrolignite (violet d'alizarine) ; ils ne servent guère pour la teinture de la soie si l'on excepte les éosines.

Le troisième groupe, les colorants acides, comprend surtout les colorants nitrés et sulfoconjugués, comme l'acide picrique, la fuchsine acide, le vert acide, les orangés, les ponceaux, etc. Ces colorants teignent la laine sans mordançage, mais sur bain acide soit avec acide sulfurique seul, soit avec acide sulfurique et sulfate de soude, soit avec bisulfate de soude ; ils teignent la soie sur bain acide soit avec acide acétique, soit avec acide sulfurique ; ils sont rarement employés sur coton parce qu'ils ne fournissent pas de nuances solides au lavage, excepté les colorants substantifs, dont nous parlons plus loin.

Cette distinction des colorants en groupes permet de voir facilement quels sont les colorants divers que l'on peut avantageusement mélanger dans le même bain pour la reproduction d'une nuance. Elle est très importante aussi pour guider le teinturier dans le choix des colorants pour la teinture des tissus mixtes en plusieurs nuances.

De quelques teintures particulières.

Noir d'aniline. Tout le monde connaît le noir d'aniline auquel M. Grawitz a réussi à attacher son nom par les procès les plus retentissants. Ces procès peuvent être classés en deux catégories : ils étaient dirigés ou contre des licenciés de Grawitz ou contre des industriels accusés de contrefaçon et non licenciés. Dans le premier cas, les tribunaux avaient le plus souvent à étudier, au point de vue de la jurisprudence, un contrat de licence, et dans la plupart de ces procès, sinon dans tous, les licenciés étaient condamnés à payer les redevances, la question de valabilité des brevets Grawitz étant hors de cause. Dans le second cas, quand il s'agissait des prétendus contrefacteurs non licenciés, le débat portait avant tout non plus sur des points de jurisprudence, mais sur des questions techniques et alors les tribunaux devaient avoir recours aux expertises pour asseoir leurs jugements. Il fallait savoir si les brevets Grawitz étaient valables et si les industriels cités étaient des contrefacteurs. C'est sur ce terrain qu'ont été engagés les procès Grawitz en Belgique, et surtout en France dans les régions de Troyes, Rouen, Laval et surtout dans la région du Nord. On se rappelle que dans le Nord la série des procès commença en 1877 contre les maisons Gaydet et Wibaux-Florin. L'expertise faite par M. Viollette, doyen de la Faculté des sciences de Lille ; M. Corenwender, chimiste-manufacturier ; et M. Lacombe, professeur de chimie à l'Institut industriel de Lille, fut tout à fait favorable aux teinturiers, et le tribunal de Lille avait condamné Grawitz aux dépens et à 2,000 francs d'indemnités aux deux teinturiers. Grawitz ne se tint pas pour battu. Devant la Cour d'appel de Douai, la question se posa sur le noir d'aniline inverdissable. Les experts de Paris, Victor de Luynes, professeur au Conservatoire des arts et métiers ; Friedel, professeur de chimie à la Sorbonne ; et Yungfleisch, professeur à l'Ecole supérieure de pharmacie, maintinrent les droits de M. Grawitz sur un procédé de noir d'aniline inverdissable et déclarèrent les teinturiers de Roubaix contrefacteurs. Leur rapport ne fut pas discuté, il y eut un arrangement entre les teinturiers et Grawitz, et la Cour de Douai formula non pas un jugement de jurisprudence, mais ce que les avocats ont, par la suite, appelé un arrêt d'expédients. Après cette première campagne, Grawitz en commença une autre ; il fit des saisies chez quatre teinturiers et chez quatre fabricants de la région. Les quatre teinturiers étaient : Humbert Drino, de Lille ; Fiévet-Denimal et Mme Vve Foveau, de Roubaix ; Campion, de Tourcoing. De nouveaux experts furent nommés à Lille : Decaux, sous-directeur des teintures à la manufacture des Gobelins ; Lhote, chimiste et Bardy, directeur du laboratoire de l'administration des contributions indirectes. Grawitz

voulut recuser l'expertise, mais le jugement de Lille, sur ce point, fut confirmé par la Cour d'appel de Douai. Il voulut ensuite récuser M, Lhote à cause de travaux antérieurs sur le bichromate d'aniline, en collaboration avec M. Girard, mais cet expert fut maintenu dans sa mission par la même Cour d'appel. Les trois experts se divisèrent dans les appréciations. Decaux et Lhote déposèrent un rapport favorable aux teinturiers, Bardy, un rapport avec des conclusions opposées. Ces rapports furent discutés et après les plaidoiries de MMes Pouillet et Allart, Grawitz fut de nouveau condamné. Nouvelles plaidoiries en appel à Douai. La Cour ayant ordonné une nouvelle expertise et nommé pour experts ceux qui étaient nommés pour d'autres régions, afin d'éviter cette singulière diversité de jugements rendus par divers tribunaux sur les brevets Grawitz, les teinturiers ont porté leur affaire devant la Cour de cassation. On attend encore une décision à l'heure où nous écrivons. Peut-être le noir d'aniline absorbera-t-il tellement la lumière que personne ne pourra voir clair dans ce bain plein... de noir. La question Grawitz pourrait bien paraître, judiciairement parlant, aussi insoluble que la quadrature du cercle et la trisection de l'angle. Si l'on ne peut la résoudre, qu'on laisse voguer librement l'industrie ! Les plaidoiries en faveur des teinturiers tendaient toutes à démontrer que le premier brevet Grawitz, sur lequel reposaient ses prétendus droits, ne portait que sur l'impression et non sur la teinture et que par suite, la demande de Grawitz n'était pas recevable. Elles montraient encore que Grawitz n'avait pu confisquer, à son profit, la loi des équivalents chimiques, que du reste, il n'appliquait pas lui-même; qu'il ne pouvait revendiquer ni les baches qu'il avait vues dans les ateliers et qui servent habituellement dans les différentes teintures, ni la chaleur puisque cet agent appartient à tout le monde et que les teinturiers l'appliquaient bien avant les procès Grawitz ; ni les produits : chlorhydrate d'aniline, bichromate de potasse, acides, qui étaient employés bien antérieurement par les teinturiers, comme le prouvaient leurs factures, ni l'ordre successif de leur action sur la fibre, puisque Bobœuf indiquait l'opération en trois bains, en deux bains et même en un bain. Par les indications de Bobœuf, on pouvait faire du noir en deux minutes sur la fibre et l'on en fit, sous les yeux du tribunal, en suivant à la lettre les indications de ce brevet, sans avoir recours à aucun artifice puisque c'était un avoué, ganté, bien entendu, qui exécutait, séance tenante, les manipulations pour la première fois.

Nous renvoyons pour la discussion des nombreux brevets qui ont été passés en revue au cours de toutes ces plaidoiries et expertises : au rapport des premiers experts de Lille (1880), au Mémoire de réfutation (1882), au Rapport des premiers experts de Paris (1887), aux Rapports des nouveaux experts de Paris (1889), aux nombreux articles qui ont paru dans l'*Industrie textile*, à l'histoire scientifique et industrielle du noir d'aniline, par M. Nœlting (1889), aux articles du *Moniteur scientifique* du Dr Quesneville, aux nouveaux ouvrages de chimie pure ou appliquée, comme le *Dictionnaire* de Wurtz avec son premier *Supplément*, la *Chimie*, par Schutzenberger, t. V; le *Teinturier* (supplément de l'encyclopédie Roret) ; l'*Industrie de la teinture*, par Tassart ; *Traité de la teinture et de l'impression*, par J. Dépierre ; *Teinture du coton*, par L. Lefèvre. Un de ces auteurs termine ainsi son étude des brevets Grawitz : « Telle est la vaste plaisanterie des brevets Grawitz qni a donné lieu à tant de procès, en France, et qui a fait véritablement beaucoup trop parler d'elle. » Un autre conclut ainsi sa savante analyse des brevets sur le noir d'aniline : « D'après ce que nous venons de développer, on pourrait croire que nous contestons à M. Grawitz tout mérite. Nullement. Nous voulons pleinement rendre justice à son talent. Arrivé un des derniers de la nombreuse pléiade des chercheurs dans le domaine du noir d'aniline, il a eu l'habileté de s'emparer des idées et des procédés de ses prédécesseurs, en les démarquant et en les faisant passer pour siens ; chaque fois qu'il y a eu un nouveau progrès réalisé d'un autre côté, il a su, sous le prétexte de récapitulation, le revendiquer pour lui. Tout en n'ayant rien inventé par lui-même il a su se faire passer pour le père de la teinture en noir d'aniline; par ses élucubrations pseudo-scientifiques, il a su jeter de la poudre aux yeux de personnes chez lesquelles on était en droit de supposer plus de perspicacité; et si bon ordre n'y est mis à temps, il finira par se constituer un monopole abusif au détriment de la fabrication française, tandis que l'étranger exploitera librement les découvertes, dont de nombreux travailleurs modestes et désintéressés ont enrichi la science et l'industrie ».

On pourrait ajouter que ce qui a le plus contribué à soutenir les brevets Grawitz c'est, à notre avis, le talent de l'avocat qui s'est voué à les défendre partout.

Procédés de teinture en noir d'aniline. Nous ne choisirons dans le tas de recettes ou formules qui ont été ou qui sont encore suivies pour la production du noir d'aniline sur coton, que celles qui méritent le plus d'attirer l'attention du praticien. Longtemps on regardait comme impossible d'obtenir des noirs qui ne déchargent pas au frottement; depuis quelques années on exige cette condition pour les noirs qui entrent dans certains articles, et les teinturiers sont à même aujourd'hui de donner satisfaction à leur clientèle. Ces noirs ne déchargeant pas sont des noirs obtenus par les procédés par oxydation et se font payer un peu plus. Les teinturiers peuvent aussi produire couramment des noirs dits *invevdissables*, soit qu'ils les obtiennent tels tout d'un trait ou d'une seule fois, soit qu'après les avoir obtenus verdissables, ils les rendent inverdissables par une opération spéciale.

Pour rendre inverdissable un noir verdissable, on peut préparer, c'est la méthode de M. Kœchlin, le bain suivant :

Sulfate ferreux.	20 kilogr.
Bichromate de potassium . . .	5
Acide sulfurique à 66°.	15 à 18 litres.
Eau.	60 à 70

On prend par 100 kilogrammes de coton 5 litres de cette préparation que l'on étend d'eau pour faire 500 litres de bain, on chauffe à 75° et on y manœuvre le coton trois quarts d'heure, on lave ensuite et on savonne.

Souvent on se contente de chromater à chaud avec 1 à 2 0/0 de bichromate de potasse ou de soude. Il est à remarquer, ce qui est un fait d'expérience assez singulier, que si l'on se sert de bichromate de potasse il faut ajouter de l'acide, tandis que ce dernier n'est pas nécessaire avec le bichromate de soude pour obtenir le même degré d'inverdissabilité.

Procédé de noir d'aniline à froid. Il faut que les doses d'aniline et d'oxydant soient forcées, que les bains soient courts et concentrés, que la durée de la teinture soit prolongée.

Pour 100 kilogrammes de coton :

Eau . , ...	150 litres.
Acide chlorhydrique.	16 à 20 kilogr.
Acide sulfurique	20
Bichromate.	14 à 20
Aniline	8 à 10
Sulfate ferreux	10

Des bains aussi concentrés en acide chromique rendent les manipulations assez dangereuses pour les mains des ouvriers, c'est pourquoi dans ce cas surtout on se sert de machines spéciales qui permettent de marcher mécaniquement et en bains très courts.

Les teinturiers du Nord suivent une autre méthode reposant sur le brevet Bobœuf et qui a été expérimentée devant le tribunal de Lille et dans leurs ateliers devant les experts. On prépare deux solutions :

I.

Eau.	100 litres.
Acide sulfurique.	6 kilogr.
Acide chlorhydrique	4k,500
Aniline.	3

II.

Eau.	100 litres.
Bichromate de soude	6 kilogr.

C'est le procédé à la terrine. Les deux dissolutions se mélangent à volumes égaux, le coton y est bien imprégné et vivement par passe de 1 kilogr. ; on essore, on vaporise un quart d'heure à un quart d'atmosphère, on lave et on savonne.

Procédés à chaud :

I.

Eau	250 litres.
Acide chlorhydrique	30 kilogr.
Aniline.	8
Acide sulfurique.	3
Bichromate de potasse.	12

On teint à la machine spéciale en deux heures, d'abord à froid puis en chauffant graduellement jusqu'à 80 environ et en maintenant une demi-heure.

II.

En tout.	800 litres de bain.
Acide chlorhydrique . . .	20 kilogr.
Aniline.	5
Bichromate	7

Les 20 kilogrammes acide chlorhydrique peuvent être remplacés par 12 d'acide chlorhydrique et 3 d'acide sulfurique. On teint à la barque et on conduit l'opération comme pour le procédé précédent.

Procédé de noir avec fond de Congo. On teint en Congo tout d'abord, puis on prépare le bain de noir d'aniline avec la moitié des proportions pour un noir d'aniline ordinaire. Aussitôt qu'il pénètre dans le bain, le coton se trouve teint en un pied de bleu par la réaction acide sur le Congo et le noir d'aniline vient recouvrir ce pied de bleu. Ces noirs ont l'inconvénient de rougir aux lavages à cause du fond du Congo.

Les noirs d'aniline indégorgeables exigent ou des appareils à vaporiser ou des chambres d'oxydation, cette dernière condition entraînant souvent après elle des altérations plus ou moins notables du fil. La direction de cette oxydation demande beaucoup de pratique.

Des couleurs substantives. On désigne par cette dénomination les colorants qui teignent le coton directement ou sans mordançage préalable. Sans doute, dans cette teinture on emploie pour les bains d'autres produits que les colorants, mais ces composés auxiliaires, très favorables pour le succès de l'opération, ne peuvent être considérés comme mordants. Ces ingrédients accessoires qui entrent dans la préparation des bains, sont les savons, savon blanc et dur ou de soude, oléate de potasse, huile pour rouge ou sulforicinoléate de soude ou d'ammoniaque, carbonate de potasse ou de soude, borate de soude, stannate de soude, phosphate de soude, chlorure de sodium, sulfate de soude, composés qui sont tous ou neutres ou légèrement alcalins. Les colorants substantifs les plus nombreux et les plus importants appartiennent à la série des colorants tétrazoïques, ce sont les rouges Congo, les benzopurpurines, les pourpres de Hesse, les rosazurines, les benzoazurines, les jaunes de chrysamine ou flavophénine, de chrysophénine, de carbazol, les rouges de Saint-Denis, qui sont des tétrazos auxquels il faut ajouter le rouge de naphtylène à composition non indiquée, et la primuline et les polychromines, quels que soient les noms fantaisistes par lesquels on les désigne dans le commerce.

Ces colorants sont employés en teinture dans la proportion de 2 à 4 0/0 du poids de coton, les corps accessoires dans la proportion de 2 à 3 0/0 pour le savon, et de 5 à 10 0/0 pour les autres corps. Plusieurs colorants peuvent être mariés dans le même bain pour les nuances modes ; plusieurs des composés auxiliaires peuvent aussi s'unir pour le montage des bains, et alors la quantité à prendre de l'un des deux peut être diminuée. Ainsi, on peut se régler d'après les dosages suivants :

Pour le coton :

I.

Carbonate de potasse.	10 0/0
Azobleu.	3 1/2

II.

Carbonate de soude ou de potasse. . .	3 à 5
Savon.	2 1/2
Benzopurpurine 4° Baumé.	3

Le carbonate peut être remplacé par phosphate, borate, silicate, sulfate de soude (5 0/0). Ces colorants ont surtout de l'importance pour la teinture du coton que l'on peut entrer dans le bain même sans débouillage préalable ou en écru, si la nuance du coton se prête à l'échantillonnage. Pour la soie, le bain peut être monté pour l'azobleu par exemple, avec :

Phosphate de soude..	10
Savon blanc de Marseille	2 1/2
Azobleu.	3

Les teintures se font au bouillon ou à une température voisine pendant trois quarts d'heure à une heure. Les tissus mélangés soie et coton se teignent dans le même bain monté comme pour la soie. Pour le coton seul, les bains de teinture peuvent être plus fortement alcalins que pour la soie et pour la laine. Plusieurs de ces colorants, mais surtout les Congo, sont d'une extrême sensibilité aux acides qui les font virer au bleu d'une manière très accentuée, ce qui fournit un moyen de les reconnaître sur fibres et a servi de point de départ au procédé de teinture en noir d'aniline avec fond de Congo. Ces colorants rouges, devenus bleus sous l'influence des acides, reviennent avec la plus grande facilité à leur coloration primitive sous l'influence des alcalis et, par suite, des lavages ou savonnages.

Les colorants jaunes de cette série sont relativement solides à l'air, mais les autres, et le Congo surtout, passent rapidement à l'air. Bien que l'on puisse les raviver par le savonnage, cette facile altération diminue notablement leur emploi et, surtout, les fait rejeter pour la teinture de la laine et de la soie. Si ces colorants ont contre eux leur sensibilité aux acides et leur altération à l'air, ils ont pour eux la facilité de leur application sur les différentes fibres végétales et animales et sur leurs mélanges ainsi que leur résistance et même leur avivage par les lavages ou savonnages.

On a voulu leur donner plus de solidité à l'air et l'on est arrivé à quelques résultats, soit en préparant la fibre avant teinture par un mordançage, soit en soumettant la fibre teinte à une opération particulière de fixage. Dans le premier cas, on fixe préalablement sur le coton, comme M. Kœchlin l'a préconisé, un mordant double ou triple. Ainsi, pour le rouge de Saint-Denis, on passe le coton dans un bain composé de :

Acétate de magnésie à 30° Baumé. .	50 litres.
Acétate d'alumine à 15° Baumé. . .	50
Eau.	50

Ou bien encore :

Sulfate de magnésie.	15 kilogr.
Alun.	5
Eau	100 litres.

Après avoir été manipulée dans l'un de ces deux bains, la fibre est séchée puis traitée dans un second bain.

Sulfate de zinc	1 kilogr.
Soude à 40° Baumé.	10
Eau..	100 litres.

Puis on teint avec 2 à 4 0/0 de colorant qui forme une laque *triple* d'alumine, de magnésie et de zinc.

D'autres fois, on teindra sans aucun mordançage préalable et l'on fera passer le coton, après teinture, dans un bain froid à 5 0/0 de carbonate de soude ou dans un bain composé de : cristaux de soude, 5 parties; eau, 72 parties; huile pour rouge à 50 0/0, 25 parties.

Il est à remarquer que l'on a proposé d'employer d'autres sels des métaux terreux et lourds, mais les sels de fer ternissent, ceux de nickel rougissent, ceux de zinc ne sont pas modificateurs de nuances, ceux de cuivre combinés avec la dianisidine, dans la teinture avec benzoazurine, donnent avec la benzoazurine, un beau bleu verdâtre au lieu d'un bleu rougeâtre primitif. L'acétate de chaux peut remplacer l'acétate de magnésie. Des sels de zinc, c'est le sulfate qui donne les meilleurs résultats. Un simple bain bouillant de sulfate de zinc rend les couleurs plus solides à l'air et à la lumière.

Une dernière propriété de ces couleurs substantives est de pouvoir jouer le rôle de mordants et de pouvoir fixer d'autres colorants artificiels, à l'exception des colorants azoïques. Ils fonctionnent comme l'acide tannique à l'égard des colorants basiques.

La propriété d'être des couleurs substantives diminue avec les substitutions chlorées ou carboxylées en position méta par rapport à l'amidogène.

Le jaune de Hesse et le jaune brillant virent au rouge par les alcalis et les sels de cuivre. La chrysophénine résiste aux alcalis. Dans ces genres de teinture, les bains ne sont pas épuisés, on peut les reponchonner avec environ 3/5 de la quantité de colorant et 1/4 des produits auxiliaires mis dans le bain pour la première passe.

Des couleurs ingrain. Ce sont les couleurs que le teinturier forme sur sa fibre. Ces couleurs sont dites aussi couleurs de primuline et de polychromine. Elles comprennent toujours trois opérations : 1° d'abord la fixation de la primuline; 2° la diazotation de cette primuline; 3° la copulation avec un phénol ou une amine en rapport avec la nuance que l'on veut obtenir. Ces trois opérations sont aussi simples l'une que l'autre.

D'abord la primuline, et on peut en dire autant de la polychromine, se fixe comme les couleurs substantives dont il vient d'être parlé, sans mordançage préalable du coton, en bain neutre ou alcalin et au bouillon pendant un temps variable d'une demi-heure à une heure.

On peut mettre, pour 100 kilogrammes de coton :

I.

Primuline.	5 kilogr.
Phosphate de soude	10
Savon.	2

II.

Primuline.	5 kilogr.
Sel marin.	10

Les phosphates de soude, savon, sel marin jouent ici le même rôle que dans la fixation des colorants tétrazoïques. Après un bouillon d'une bonne demi-heure et un bon lavage, on obtient une nuance de primuline ou de polychromine sur laquelle on peut s'arrêter, il n'y a alors qu'à faire sécher. Si, au contraire, on veut obtenir une nuance *ingrain*, on fait passer la fibre teinte en jaune et encore à l'état humide dans le bain de diazotation :

I.

Nitrite de soude.	3 kilogr.
Acide sulfurique à 66° Baumé. . . .	2.1

II.

Nitrite de soude.	1 kilogr.
Acide sulfurique à 66° Baumé. . . .	2

La fibre est manœuvrée *à froid* dans l'un de ces deux bains, dans le premier cinq minutes seulement ou, dans le deuxième, une vingtaine de minutes, puis on rince et, enfin, toujours à froid et sans perdre de temps pour éviter la décomposition du diazo formé sur la fibre, on passe dans le bain de *développeur* ou ingrain correspondant à la nuance demandée. La maison Guinon, Picard et Jay, de Saint-Fons, met en vente des séries de développeurs, les uns solubles aux alcalis, ce sont des phénols, les autres solubles dans les acides, acide acétique ou chlorhydrique, ce sont des amines.

L'acide phénique donne.	le jaune.
La résorcine.	l'orangé.
Le β-naphtol	le rouge.
L'α-naphtol	le marron.
L'α-naphtylamine.	le violet.
Le β-naphtylamine..	le brun.

Voici des bains de développeurs :

I.

Phénol.	1 kilogr.
Soude caustique à 40° Baumé. . . .	1.5

II.

Résorcine	1 kilogr.
Soude caustique à 40° Baumé. . . .	2.5

III.

β-naphtol	2 kilogr.
Soude caustique à 40° Baumé. . . .	2

Les nuances ainsi obtenues sur fibre sont solides aux acides et aux alcalis et cette qualité précieuse, recherchée depuis si longtemps, a joué le grand rôle dans ce genre de tissu fantaisie dont il faut rapporter l'honneur à l'initiative de M. Emile Roussel, teinturier à Roubaix. Si à la primuline nous substituons la polychromine B en passant par les trois opérations, fixation de la couleur substantive, diazotation et copulation, on obtient des nuances correspondantes à celles de primuline, mais plus corsées et, si l'on a pris pour développeur α-naphtylamine et que l'on diazotise une seconde fois pour développer encore avec un développeur approprié, on obtient des bronzes, des marrons et autres nuances les plus riches comme fond sur coton. C'est M. Gombert, teinturier à Roubaix, qui a produit le premier et breveté cette dernière série de nuances sur coton (V. *Bulletin de la Société industrielle du Nord*, séances de novembre 1888 et de mars 1891, communications par l'abbé Vassart). On peut teindre sur différentes fibres végétales et animales dans le même bain, et on peut mélanger des développeurs pourvu qu'ils soient de même nature, c'est-à-dire, ou acides comme les phénols, ou basiques comme les amines. — V.

Tinctographie. La maison Cocheteux, à Roubaix, exploite en ce moment un brevet de tinctographie pour lequel elle a une licence de la Société Vandernoot et Dratz. Cette tinctographie est une *teinture localisée*. Il y a, en principe, deux points à faire comprendre : le mode de teinture et le mode de réserves. Pour la teinture, elle a lieu par pulvérisation du bain de colorant au moyen de jets de vapeur. Si deux petits ajutages sont disposés perpendiculairement l'un à l'autre, et à peu de distance, l'un communiquant avec un générateur, l'autre avec le bain de colorant, l'échappement de vapeur par le premier déterminera une aspiration qui fera sortir le colorant par le second et alors, ce colorant arrivant d'une manière continue, sera projeté à l'état pulvérisé par le jet de vapeur. Au lieu de deux ajutages, on doit en supporter deux séries plus ou moins nombreuses, suivant que l'appareil doit être conduit à la main ou automatiquement. La maison Cocheteux a une machine qui fait ce travail dans des conditions industrielles. Pour le mode de réserves, on peut faire des modèles en métal avec parties creuses et parties pleines, les premières représentant les parties du tissu à teindre, les secondes répondant aux réserves. Ces modèles en métal seraient coûteux. Un point très intéressant de l'invention des frères Dratz, c'est la préparation de modèles en étoffes, rideaux de guipures achetés à bas prix et ayant un cachet artistique. Un traitement au bichromate et à la gélatine imperméabilise le tissu qui devient ainsi comme un modèle en métal.

Le dessin, de quelque manière qu'il soit obtenu, est appliqué avec pression au moyen d'un châssis et le colorant pulvérisé est projeté sur le tissu qu'il vient teindre dans toutes les parties non réservées. C'est un genre auquel on est porté à souhaiter grand succès à cause de sa rapidité d'exécution, de sa simplicité de moyens et de son caractère artistique. On peut consulter, pour détails complets, l'*Industrie textile*, 1889. — V.

Teinture des tissus à l'aide de la photographie. Jusqu'ici il n'a été fait qu'une application très restreinte de la photographie à l'impression sur étoffes. Les procédés employés étaient, le plus souvent, dépourvus de tout caractère industriel ; on ne pourrait vraiment accorder cette qualification à des procédés analogues à ceux qui servent à produire des images à la surface des papiers photographiques, chaque image devant être le résultat d'une insolation distincte.

Il n'y a guère que les procédés dits *photomécaniques*, tels que la *photocollographie* et la *photogravure* (V. ces mots) qui pourraient conduire à une application réellement industrielle. Nous ne savons pourquoi ces méthodes, pourtant suscep-

tibles de fournir de très beaux résultats, n'ont pas été utilisées dans les fabriques spéciales d'impressions sur tissus.

Mais encore dans ces méthodes serait-il difficile d'agir par voie de teinture, au sens précis de ce mot. On pourrait pourtant y arriver peut être en employant l'impression par dépôt, sur l'étoffe à décorer, d'une composition propre à fournir ultérieurement une teinture, une fois plongée dans un liquide spécial.

Le procédé diazotype ou à la primuline qui, récemment, a été indiqué en Angleterre par MM. Green, Cross et Bevan pourrait, avec quelques modifications dans l'emploi, fournir deux moyens de teinture, soit avec le concours de la lumière, soit sans elle. Ce procédé est encore très rudimentaire, mais il n'en est pas moins intéressant. Nous extrayons du *Bulletin de la Société française de photographie* la description sommaire qui en a été faite par M. Bordet:

Procédé à la primuline. On sait que les amines primaires, par l'action de l'acide nitreux, se transforment en corps diazoïques facilement décomposables, souvent même explosifs à l'état sec. Si l'on prend un de ces corps fraîchement préparé en dissolution aqueuse, et qu'on y ajoute une amine ou un phénol également dissous, il se forme immédiatement un abondant précipité de matière colorante azoïque dont la teinte peut être jaune orangé, rouge violet ou bleu, suivant les cas. Presque tous les corps diazoïques se décomposent au bout d'un certain temps par l'action de la lumière; ils abandonnent de l'azote, et perdent ainsi la faculté d'engendrer des matières colorantes.

MM. Green, Cross et Bevan ont découvert dans un dérivé de la primuline, un corps diazoïque assez sensible à la lumière pour pouvoir être utilisé en photographie; il aurait, en outre, d'après les auteurs, l'avantage de posséder par lui-même le caractère des préparations ortho ou iso-chromatiques. La primuline est le sel de soude de l'acide sulfoné d'une amine primaire appelée dihydrothioparatoluidine. Elle se présente sous la forme d'une poudre jaune, soluble dans l'eau chaude, et teignant facilement les fibres d'origine animale ou végétale, la soie, le coton, le papier. Ainsi fixée, elle peut subir toutes les réactions que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire transformation en corps diazoïque par l'action de l'acide nitreux, puis décomposition par la lumière ou production d'une matière colorante par l'addition d'une amine ou d'un phénol.

Le procédé basé sur ces faits se pratique comme il suit : on fait dissoudre au bain de sable 10 grammes de primuline dans 320 centimètres cubes d'eau bouillante. On décante le liquide et, le maintenant chaud, on s'en sert pour teindre du papier ou du calicot, ce qui n'exige que quelques minutes. Par égouttage ou lavage à l'eau, on enlève l'excédent de bain colorant et on plonge dans un bain formé de :

Eau.	1.000 cent. cubes.
Nitrite de soude	6 grammes.
Acide chlorhydrique . . .	14 cent. cubes.

Par suite de la formation du corps diazoïque la teinte tourne au blanc rougeâtre; on rince à l'eau et on laisse sécher dans l'obscurité. On a ainsi des surfaces sensibles à la lumière qu'on expose au châssis-presse, sous le dessin à reproduire. Dans les parties insolées, la couleur vire au jaune pâle; la durée d'exposition est beaucoup plus courte que celle qu'exigerait le papier albuminé.

Le développement a pour but de faire apparaître une matière colorante dans toutes les parties qui n'ont pas été atteintes par la lumière : on produit donc une image semblable au modèle, c'est-à-dire un positif avec un positif.

On peut employer différents bains, suivant la couleur que l'on veut obtenir.

Pour rouge, on prend :

Eau.	480 cent. cubes.
Soude ou potasse caustique. .	6 grammes.
β-naphtol.	4 —

on dissout l'alcali dans un peu d'eau, on le mélange dans un mortier avec le β-naphtol, puis on ajoute le reste de l'eau.

Pour orange, on dissout 3 grammes de résorcine dans 480 centimètres cubes d'eau, puis on y ajoute 5 grammes de soude ou de potasse caustique; pour pourpre, on mélange :

α-naphtylamine.	6 grammes.
Acide chlorhydrique.	6 —

puis

Eau.	480 cent. cubes.

pour noir d'encre,

Iconogène	6 grammes.
Eau.	480 cent. cubes.

Lorsque le développement est terminé, on lave et on fait sécher.

Ce procédé se recommande tout spécialement pour la reproduction de plans et de dessins. Les images obtenues n'ont pas un fond absolument blanc, mais plutôt jaunâtre; cet inconvénient est largement compensé par la possibilité d'obtenir un corps en plusieurs couleurs, par l'emploi de divers révélateurs appliqués au pinceau sur différentes parties de la surface. Ce procédé permettra sans doute de copier directement des cartes sur toile, ce qui serait très commode, et il pourra être utilisé dans l'industrie des impressions sur étoffes.

Dans la description qui précède, il n'est question que de la teinture ou impression sur étoffe, à l'aide d'une action de la lumière. Celle-ci rendant plus ou moins réfractaire à l'action du développateur l'étoffe imprégnée de primuline sensibilisée. On conçoit que, par un certain tour de main, on puisse arriver à insoler mécaniquement, sans un cliché spécial, sous bandes d'étoffe sensibilisée qu'on plongerait ensuite dans un développateur approprié à la couleur désirée.

Le principe est donc bon à retenir, sauf à trouver le moyen le plus pratique d'en faire une application industrielle.

Ce qu'il y a, pour le moment, de gênant dans ce procédé, c'est que l'on ne parvient pas à blanchir le fond, à faire disparaître la couleur jaune de la primuline.

Déjà des essais tentés dans cette voie ont partiellement réussi. MM. Green, Cross et Bevan ayant obtenu une transformation de la couleur jaune du fond en une couleur grisâtre. Les études se poursuivent et probablement conduiront-elles au succès complet. — V. PHOTOGRAPHIE. — L. V.

• **TEINTURE DES BOIS.** 1° MÉTHODE. Les bois, sauf les bois tendres et poreux, et le poirier cultivé, ne sont jamais entièrement pénétrés par la couleur lorsqu'ils sont d'une certaine épaisseur. Avant de les teindre (à moins d'employer le procédé par injection), on doit donc les réduire en planches de l'épaisseur d'un fort placage. De plus, le choix du bois n'est pas indifférent. Les bois blancs sont susceptibles de recevoir les couleurs tendres.

La teinture des bois se fait de plusieurs manières : la cuve, le pinceau, l'éponge ou l'injection. Dans la teinture à la cuve, les bois sont plongés dans la dissolution de matière colorante que l'on maintient chaude, mais non bouillante. Si on teint avec le pinceau ou l'éponge, la couleur doit être tenue plus chaude, parce qu'appliquée sur le bois elle se refroidit toujours assez promptement. Certaines teintures se font à froid, alors on laisse le bois tremper jusqu'à ce qu'il soit pénétré.

Le procédé par injection est celui qui a le plus d'avenir; pour la teinture par cette méthode, les appareils employés à l'injection pour la conservation des bois peuvent également servir — V. CONSERVATION DES BOIS.

Nous n'examinerons ici que quelques procédés.

M. Delmas colore les bois, soit sur pieds, soit coupés, en profitant dans les deux cas du mouvement de la sève et en employant comme matière colorante les couleurs provenant des dérivés des goudrons de houille.

L'opération consiste, pour les bois sur pieds, à pratiquer dans l'arbre une ou plusieurs incisions, soit horizontales, soit obliques, soit verticales, dans lesquelles on emprisonne la matière colorante par un moyen qui varie suivant l'inclinaison de l'incision.

Dans le procédé Agasse les bois sont placés dans une chambre fermée hermétiquement, on injecte de la vapeur d'eau qui oblige les gaz et la sève contenus dans les bois à s'échapper. L'opération dure huit jours et huit nuits; le bois prend une teinte beaucoup plus foncée, surtout pour le bois veiné, et devient plus dur.

M. Bonvallet place les pièces à teindre dans un vase pouvant supporter une forte pression (12 ou 15 atmosphères), il y fait pénétrer la vapeur, cette vapeur est ensuite lâchée, par un procédé mécanique, le liquide colorant pénètre dans la cuve et la remplit. On procède à une pression dans l'appareil, une fois la saturation des bois effectuée, le liquide est recueilli dans des réservoirs spéciaux.

Nous citerons quelques expériences de M. Paulin Désormaux, faites dans le but d'appliquer le procédé par l'injection à la coloration des bois.

On prend un rondin bien sain d'un bois nouvellement abattu, on le place verticalement et l'on enroule à l'un de ses bouts une large bande de cuir s'appliquant parfaitement sur l'écorce du bois. Toute la partie de la bande de cuir qui dépassera le bois formera une espèce de gobelet dont le bois debout formera le fond. On remplit d'eau ce gobelet; cette eau pesant sur la sève la chassera devant elle, on introduit alors des solutions colorées. La matière colorante doit être en solution, car sans cela, elle reste sur le bois, l'eau passe claire, le bois agissant comme un filtre. On peut encore introduire dans l'un des bouts du rondin une douille en fer qui retient l'eau et les autres liquides.

On peut encore, lorsque la pièce de bois est de grande dimension, la placer horizontalement, légèrement inclinée et fixer à une des extrémités la plus haute une chausse en toile imperméable; cette chausse est solidement attachée après la cannelle d'un tonneau qu'on remplit d'eau ou des préparations qu'on voudra faire entrer dans le bois. Plus ce tonneau sera élevé, plus le liquide aura de force pour pénétrer dans le bois.

Ainsi, comme on le voit, il n'est pas nécessaire de se borner à introduire un seul liquide, on peut successivement en faire passer plusieurs dans le même végétal, et produire ainsi toutes les modifications qu'on souhaiterait.

Les bois peuvent être généralement colorés directement. Quelquefois cependant, avant de les éteindre, on les soumet à une opération préparatoire qui consiste à les tremper dans une dissolution d'alun ou bien dans un bain d'eau de chaux.

On a conseillé aussi de les débarrasser des matières colorantes qui y adhèrent en les traitant par une solution composée de: 0,500 chlorure de chaux; 0,600 carbonate de soude; 6,000 eau, dans laquelle on les laisse séjourner une demi-heure environ. Après ce temps, ils sont blanchis; pour les débarrasser des traces de chlorure de chaux, on trempe les bois dans une solution d'acide sulfureux, puis on les lave à l'eau pure (Stubenrauch). On peut d'ailleurs employer un des moyens quelconques de blanchiment qui ont été proposés pour les bois.

MM. Renard-Perrin qui, les premiers (1849), ont introduit dans les bois toutes les teintures et l'alunage appliqués depuis longtemps aux étoffes, décoloraient les bois en faisant infiltrer dans le tissu, d'abord une dissolution de soude à 1/4 de degré, puis de l'eau, puis une solution de chlorure de chaux, ensuite de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, enfin de l'eau pure. Le bois blanchi de cette façon sert aux imitations de l'ivoire dans des incrustations d'ébénisterie.

Puscher a recommandé, pour que les bois se teignent intérieurement, de les passer pendant vingt-quatre heures dans de la soude à 10 0/0 et bouillante; à l'état humide, ils sont alors flexibles comme du cuir. Il faut, après les avoir passés à la soude, les dessécher en les comprimant entre des feuilles de carton.

MATIÈRES COLORANTES. *Rouge.* On coupe le *rocou* par morceaux qu'on met dissoudre dans l'eau bouillante; il donne une couleur rouge-orange. *Orcanette.* On en met dans l'huile de lin chauffée modérément, et lorsque l'huile est bien rouge on l'étend sur le bois. *Orseille.* La solution est rouge-violet; en l'acidulant, on la ramène au rouge vif. On peut ajouter un peu de dissolution d'étain qui rend la couleur belle et brillante, le bois doit être préalablement aluné. *Garance.* On ne doit pas porter la solution à l'ébullition, car à cette température la couleur s'altère. Avant la teinture, le bois doit être trempé pendant quelque temps, dans un bain d'acétate d'alumine. *Campêche, Brésil, Fernambouc.* Ces bois sont employés en décoction dans l'eau, soit seuls, soit additionnés d'alun, de potasse de soude, de chaux ou d'acide acétique qui, agissant sur la matière colorante, en varie la nuance. *Chaux.* Elle est employée pour le merisier, le cerisier, le guignier; on en fait un lait très épais dans lequel on met tremper les

pièces, on emploie aussi la brosse et l'éponge. Elle sert surtout pour les tourneurs en chaises à imiter l'acajou sur le merisier; après trempage dans le bain de chaux, on plonge la pièce dans une décoction de sciure d'acajou, si la nuance n'est pas assez foncée, on répète le bain. *Gomme adragante.* On la fait dissoudre dans l'essence de térébenthine; on plonge le bois dans la solution et l'on chauffe doucement. On lave le bois à l'alcool après séchage afin d'enlever l'excès de gomme. On emploie encore le *carthame* et le *cachou. Aniline.* On abandonne le bois dans une solution de 30 grammes de savon de Marseille dans un litre d'eau, après quoi on le passe dane une solution plus ou moins étendue de *fuchsine,* de manière à obtenir la nuance désirée (Stubenrauch). On peut employer aussi la coralline (Puscher).

D'ailleurs toutes les couleurs d'aniline s'appliquant très bien sur le bois, on peut se servir des différents rouges, roses, etc., fournis par l'industrie. *Cochenille.* Avec cette substance, on obtient de très beaux rouges éclatants. Dans un litre d'eau que l'on maintient pendant trois heures à l'ébullition, on ajoute 60 grammes de cochenille finement pulvérisée, puis on enduit les bois avec cette solution. Après la dessiccation, on donne une couche de chlorure d'étain étendu, auquel on ajoute un peu d'acide tartrique (30 grammes de chlorure d'étain et 15 grammes acide tartrique dans 1,000 grammes d'eau); en substituant à la cochenille le *quercitron* (30 grammes de quercitron par litre d'eau), on peut, en conservant comme mordant le chlorure d'étain, amener les nuances du jaune par tous les tons oranges jusqu'à l'écarlate intense. *Iodure de mercure.* On plonge les bois dans un bain d'iodure de potassium (80 grammes par litre), on les laisse séjourner quelques heures puis on les porte dans un bain de bichlorure de mercure (25 grammes par litre).

Certains industriels emploient la solution obtenue en faisant bouillir les vieux chiffons de laine rouges.

Bleu. Tournesol. On éteint une poignée de chaux dans un litre d'eau, puis on ajoute dans cette eau 200 grammes de tournesol; on fait bouillir une heure environ, on immerge les bois ou bien on les teint à la brosse. *Indigo.* On mordance dans un bain d'acétate d'aniline et l'on teint dans un bain de carmin d'indigo. *Bois de campêche.* On met 200 à 250 grammes de bois de campêche par litre d'eau, avec un peu d'oxyde de cuivre, on laisse bouillir pendant une heure environ. On laisse les bois dans le bain pendant plusieurs jours. *Aniline.* On traite les bois dans un bain qu'on prépare avec 125 grammes d'huile d'olive, 125 grammes soude caustique et 1,500 grammes d'eau bouillante. Au sortir de ce bain, le bois est teint dans un bain de bleu d'aniline (Stubenrauch). *Bleu de Prusse.* On infiltre d'abord du pyrolignite de fer, et ensuite du prussiate de potasse. *Azotate de cuivre.* On dissout de la limaille de cuivre rouge dans l'acide nitrique, on étend d'eau pour amener à la teinte que l'on veut produire. Une eau très peu teintée suffit pour colorer très foncé.

Violet. Violet d'aniline. On traite le bois dans un bain formé de 125 grammes d'huile d'olive, 125 grammes soude caustique et 1,500 grammes d'eau bouillante. On teint ensuite en violet d'aniline, auquel on ajoute une quantité correspondante de sel d'étain. On obtient encore le violet par une décoction de bois de campêche dans laquelle on mêle de l'alun, ou en teignant d'abord le bois en rouge clair, et le plongeant ensuite dans un bain de tournesol ou d'autre bleu clair.

Vert. Les bois sont mordancés dans un bain d'acétate d'alumine marquant 1° Baumé, puis teints dans une décoction de graines de Perse et de carmin d'indigo, dont les proportions relatives déterminent la nuance du vert.

Très souvent on teint le bois en bleu puis on passe à l'épine-vinette ou à la gaude dont on met, plus ou moins, selon que l'on veut que le vert soit plus ou moins foncé. On emploie aussi l'acétate de cuivre auquel on ajoute un peu de fer.

Jaune. On teint les bois avec le *curcuma* ou le *quercitron*, après les avoir mordancés à l'acétate d'alumine. On teint aussi avec la gaude, la graine d'Avignon, le *bois jaune,* le *fustel*, etc. On fait simplement d'une ou plusieurs de ces substances, et l'on met infuser dans cette décoction les bois qu'on veut teindre. On donne du ton à la couleur produite par la gaude en mettant dans le bain un peu de soude ou d'oxyde de cuivre. Les couleurs jaunes fournies par le bois jaune sont très belles, mais passent au roux par l'action de l'air. Elles gagnent beaucoup en beauté et en intensité si l'on ajoute un peu de gélatine à la décoction. Elles sont également plus riches, plus vives et plus pures, quand on a préparé la décoction au moyen de la vapeur.

Le *brou de noix* est employé pour produire des nuances fauves, on n'a pas besoin de mordants, ces derniers ne sont utiles que pour varier les teintes et en augmenter l'éclat. On obtient aussi la couleur jaune avec la *gomme-gutte* dissoute dans l'essence de térébenthine, surtout si on opère avec le platane.

On peut colorer le bois en jaune en le passant dans un bain de une partie d'acide picrique dissous dans 60 parties d'eau et saturé par l'ammoniaque. On pourrait employer les jaunes d'aniline, de phénol, de naphtaline.

On peut aussi introduire successivement dans le bois, de l'acétate de plomb et du chromate de potasse, il se forme du chromate de plomb jaune.

Brun. On obtient la coloration brune sur bois en plusieurs nuances en mordançant avec le chromate de potasse et appliquant ensuite une décoction de bois jaune, de campêche ou de bois rouge.

Gris. Les gris se produisent en plongeant les bois dans une solution faite avec 500 grammes d'orseille dans 4 litres d'eau bouillante, puis en les plongeant avant qu'ils soient secs dans un bain d'azotate de fer de 1° Baumé.

On obtient un gris d'argent en laissant baigner

les bois pendant vingt-quatre heures dans une solution de sulfate de fer (1 partie de sel pour 100 parties d'eau).

Noir. On connaît un grand nombre de recettes pour la teinture en noir, nous ne citerons que deux formules de noirs pouvant s'appliquer à froid :

1° Noix de galle concassée, 15 parties en poids ; bois d'Inde, 4; vert de gris, 2 ; sulfate de fer, 1.

On fait bouillir dans l'eau.

2° On fait macérer pendant huit jours dans 100 litres de vinaigre de bois : 50 kilogrammes bois de campêche ; 10 kilogrammes noix de galle.

On met le tout dans une chaudière en cuivre avec 50 litres d'eau et l'on chauffe à feu doux jusqu'à évaporation de ces 50 litres. On traite, d'un autre côté, 10 kilogrammes de tournure de fer par 50 litres de vinaigre de bois et on laisse digérer jusqu'à ce que le liquide soit saturé et marque 13 à 14° au pèse-acide. On mélange les deux solutions, on laisse déposer, on soutire.

On a également proposé la suie, le noir d'ivoire, etc.

D'après Altmuller et Karsnarsch, l'encre au chrome de Runge peut être employée avantageusement pour la teinture en noir. Elle s'applique à froid.

IMITATION DES BOIS RARES OU EXOTIQUES. Suivant la nature du bois dont on veut se produire l'aspect, on emploie le *poirier*, le *merisier*, le *hêtre*, le *charme*, l'*érable ordinaire*, le *sycomore*, le *prunier mahaleb*, le *tilleul*, le *noyer*, le *platane*, le *peuplier*, le *tremble*.

On imite les divers bois par les procédés suivants :

Acajou clair à reflet doré. Infusion de bois du Brésil sur le sycomore ou l'érable.

Infusion de garance sur le sycomore ou le tilleul d'eau.

Acajou rouge clair. Infusion de brésil sur le noyer blanc, de rocou et potasse sur le sycomore.

Acajou fauve. Décoction de bois de campêche sur l'érable ou le sycomore.

Acajou foncé. Décoction de brésil et de garance sur l'acacia ou le peuplier. Solution de gomme-gutte sur le châtaignier vieux, solution de safran sur le châtaignier vieux.

Bois citron. Gomme-gutte en solution dans l'essence de térébenthine sur le sycomore.

Bois jaune satiné. Infusion de curcuma sur l'érable.

Bois orangé. Infusion de curcuma et de chlorure d'étain sur le tilleul.

Bois de courbaril, dit *bois de corail.* Infusion de brésil ou de campêche sur l'érable, le sycomore, le charme, l'acacia, puis une couche d'acide sulfurique.

Bois de gaïac. Décoction de garance sur le platane, le sycomore, le hêtre, avec une couche d'acide sulfurique.

Bois imitant le grenadille. Décoction de brésil appliqué sur le sycomore aluné, puis une couche d'acétate de cuivre.

Bois brun veiné. Infusion de garance sur le platane, le sycomore, le hêtre avec une couche d'acide sulfurique.

Bois bruns. Décoction de campêche sur l'érable, le hêtre, le tremble, le bois étant aluné, avant d'être teint.

Bois noirs. Noir sur le hêtre, le tilleul, le platane, l'érable, le sycomore.

Acajou. Un grand nombre de procédés ont été donnés pour imiter l'acajou, nous ne donnerons que le procédé *allemand* et celui à l'*oxyde de titane.*

Procédé allemand. On humecte le bois avec de l'eau seconde, on laisse sécher. On dissout dans 120 grammes d'alcool, 4 grammes sang de dragon, 2 grammes racine d'orcanette, et 1 gramme d'aloës. On applique cette solution à la surface du bois.

Oxyde de titane. On fond de l'oxyde de titane avec dix fois son poids de potasse, la masse est délayée dans l'eau, la poudre qui se sépare est dissoute dans l'acide chlorhydrique ; on fait bouillir le bois avec cette dissolution, il s'en pénètre. Si l'on applique ensuite une infusion de noix de galle dans l'alcool, il prend un rouge d'acajou inaltérable.

Ebène. On imite l'ébène en teignant en noir un bois à tissu fin et serré, puis passant pardessus un peu de cire jaune.

MM. Weissenberger et L'Hote ont indiqué le procédé suivant, qui donne sur certains bois un noir parfait, imitant exactement l'ébène, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.

On plonge le bois à teindre dans une dissolution de sulfate de fer additionnée de sulfate de cuivre et d'une quantité d'acide sulfurique plus ou moins grande et variant avec l'essence du bois traité. Quand on juge l'immersion suffisante pour que le bois ait absorbé la proportion de sels et d'acide sulfurique voulue, de manière que la pénétration soit complète, on porte le bois ainsi imprégné dans un bain composé de pyrolignite de fer, d'extrait de campêche en petite quantité, de bois de campêche et de noix de galle. On chauffe ce bain à une température de 60 à 100°, que les auteurs ont trouvé être la plus convenable. On emploie un chauffage quelconque (feu nu, vapeur, air chaud), l'agent calorique ne doit pas être en contact immédiat avec le bain, l'évaporation doit être la moindre possible.

Palissandre. Nopp opère de la façon suivante pour imiter le palissandre. On divise les bois en feuilles minces de toute épaisseur et on les plonge dans une cuve renfermant un mélange de brou de noix 5, bois de campêche 5, acide acétique 1.

L'opération de la teinture s'effectue à chaud, elle dure vingt-quatre heures. On égoutte et l'on sèche à l'air. On emploie surtout le poirier, le hêtre, le frêne, l'orme, le bouleau, l'aulne, le peuplier.

On peut opérer également sur des bois en morceaux ou en planches, l'épaisseur de la teinture est de plus d'un centimètre.

Vieux chêne. Le bois de chêne prend, sous l'influence du gaz ammoniac, et assez rapidement,

une coloration intense. M. Melsens s'est servi de cette curieuse propriété pour indiquer un procédé servant à vieillir le chêne et à imiter les meubles anciens.

2° Méthode. Cette méthode consiste à faire ressortir ou varier les couleurs naturelles, à l'aide d'acides incolores, ou très faiblement colorés, par le fer ou par le cuivre. Sa connaissance est due à M. Paulin Désormaux. Dans cette méthode, le bois n'est plus uniformément teinté ; ce sont les accidents de son veinage qui font naître les accidents de couleur, qui laissent ici des clairs où la teinte des bois apparaît nue, pour faire contraste avec des teintes foncées produites seulement par un changement de direction dans la fibre ligneuse. Le choix des bois n'est pas indifférent, les bois unis sont impropres à être embellis par cette méthode. Les bois les mieux appropriés sont : le frêne, l'orme, l'aulne, l'érable, le sycomore, le châtaignier, le buis, l'if, les vieux chênes, certains fruitiers.

Les effets que l'on obtient sont produits par cette faculté, que tous les bois possèdent d'être fort peu perméables lorsqu'ils présentent le fil, d'être au contraire très spongieux lorsqu'ils présentent le bout. L'acétate de fer se prépare à plusieurs degrés de saturation par l'action du vinaigre sur la boue de meule de taillandier. L'acétate le plus faible sert à colorer en vert, le plus fort acétate en roux foncé ou en très brun, celui de moyenne force en brun.

L'azotate de cuivre se prépare comme à l'ordinaire. Avec ces divers acétates, on varie les teintes à l'infini, soit en mêlant les solutions entre elles, soit en amortissant leur action avec de l'eau ou du vinaigre. Moins les teintes sont foncées, plus elles sont belles. Cette teinture entre assez profondément dans les bois pour qu'on puisse le poncer et le polir après qu'elle a été déposée ; elle s'applique toujours à froid, et ces effets seront différents entre eux, non seulement suivant les essences de bois, mais encore sur une même espèce, selon qu'il y a plus ou moins longtemps que le bois a été abattu.

• **TEINTURE DU CUIR.** La teinture du cuir se fait encore fréquemment avec des matières colorantes naturelles : bois de teinture, etc. C'est le cas pour les teintes légères de peaux de gants. Les matières colorantes artificielles n'en ont pas moins pris une importance fort grande. Elles s'appliquent à la brosse, au plongé ou par pulvérisation. La dernière méthode, qui est récente et peu employée, donne de bons résultats pour obtenir des teintures uniformes.

Les matières colorantes artificielles dont on se sert pour la teinture du cuir, sont presque exclusivement les couleurs de nature basique, telles : les bleus d'aniline, le bleu de méthylène, les safranines, la vésuvine, etc.; un certain nombre d'azos conviennent également. Ces couleurs peuvent s'appliquer sans mordançage ; mais il est cependant bon d'aider leur fixation sur le cuir, en traitant celui-ci, au préalable, d'abord par du sumac, puis par du tartre ou du borax.

Les couleurs d'alizarine qui sont au nombre des plus stables que nous connaissions, peuvent être employées sur cuir, en se servant d'une dissolution assez concentrée de la couleur ; dans le cas de l'alizarine, ce sera une dissolution faiblement ammoniacale. Après avoir déposé la matière colorante sur le cuir, on traitera par un mordant aussi peu acide que possible ; le meilleur sera un chromate, un sel d'alumine ou de fer. Ce procédé semble avoir quelque avenir. — J. G.

Bibliographie : Outre les chapitres consacrés spécialement à la teinture des peaux dans les Traités de Davis (avec échantillons), de Procter, de Villon, et du *Manuel du chamoiseur et du teinturier en peaux* (Manuel Roret) déjà indiqués à la bibliographie de la Tannerie, nous citerons : F. Wiener : *Die Lederfærberei*, 1890; Reimann : *Die Færberei des Leders;* Schmidt : *Die Lederfarbekunst*; quelques articles de *La Halle aux cuirs*, de *The Dyer*, etc.

TÉLÉGRAPHIE. Obtenir le plus grand rendement des lignes télégraphiques, tel est le but constamment poursuivi dans ces dernières années. Pour répondre aux besoins toujours croissants des transactions de plus en plus nombreuses, les offices des différents pays introduisent sur leurs lignes des appareils à grand rendement tels que l'appareil automatique de Wheatstone ou encore les appareils multiples dont le Delany en Angleterre, le Baudot en France sont les types les plus employés. D'un autre côté, la connaissance de plus en plus approfondie des lois de la propagation des ondes électriques a permis, en ces derniers temps, de trouver des dispositions ingénieuses permettant de combattre efficacement la capacité des lignes et la self induction des récepteurs, et par suite d'augmenter la rapidité des transmissions.

Tous les nouveaux perfectionnements apportés à la télégraphie portent donc sur les deux points suivants : 1° création de nouveaux types d'appareils rapides; 2° suppression des causes de ralentissement dans la propagation des signaux inhérentes à la nature même des lignes et des appareils.

Appareil Munier. A côté des appareils multiples déjà existants, l'Exposition de 1889 a révélé un nouvel appareil imaginé par M. Munier qui réalise l'application, à l'appareil Hughes, des procédés de la télégraphie multiple. Cet appareil, actuellement essayé par l'administration française, tient un rang honorable à côté de ses devanciers. Voici quelle est l'économie du système : Comme dans tous les appareils multiples fondés sur le principe de la division du temps, la ligne aboutit à ses deux extrémités à des distributeurs parcourus par des frotteurs animés de mouvements synchroniques. Dans l'appareil destiné à la transmission quadruple, le distributeur comprend quatre secteurs correspondant à chaque appareil, plus un secteur de correction.

La formation des signaux dans chacun des appareils de transmission peut s'expliquer ainsi qu'il suit : supposons un instant que le nombre des signaux à transmettre soit de six, au lieu de vingt-huit comme dans l'appareil Hughes. En

partageant en trois les secteurs correspondant aux appareils et en utilisant les deux sens du courant, on aurait une transmission multiple très simple. Le premier signal se ferait par l'émission d'un courant négatif à travers le secteur n° 1 de la fraction du distributeur correspondante, le second signal par l'émission d'un courant positif à travers le secteur n° 2, et ainsi de suite. A l'arrivée, les trois secteurs correspondants du distributeur communiqueraient avec six relais, deux relais étant reliés à un même secteur et fonctionnant l'un sous l'influence des courants positifs, l'autre sous l'influence des courants négatifs.

En réalité, la fraction du distributeur correspondant à chaque appareil comprend cinq secteurs ou *plots* (1) au lieu de trois, sans parler des plots de décharge dont nous parlerons plus tard. De ces cinq plots trois servent au passage des courants qui actionnent les relais dans les conditions indiquées précédemment. Les deux autres, qui sont rencontrés les premiers par les balais des distributeurs, servent au passage des courants soit positifs, soit négatifs qui doivent actionner quatre électro-aimants appelés *clefs*, reliés deux à deux à chacun des plots et fonctionnant sous l'influence de courants de sens contraire. Il est clair que, en plus des six signaux que l'on peut former par l'émission d'un seul courant à travers les trois plots considérés d'abord, on peut, par cette disposition en former vingt-quatre nouveaux par l'émission de deux courants, en combinant les six émissions des plots de relais avec les quatre émissions différentes des plots de clefs. On peut donc transmettre en tout trente signaux différents formés soit de une, soit de deux émissions de courant. Il suffira, parmi les trente combinaisons que l'on peut obtenir, d'en choisir vingt-huit pour pouvoir reproduire tous les signaux de l'appareil Hughes. Le tableau suivant indique quelles sont les combinaisons correspondant à chacune des lettres à transmettre.

		Plot de relais		Plot de relais		Plot de relais	
		—	+	—	+	—	+
		Blanc des lettres	A	B	C	D	E
Plot de clef n° 1	—	F	G	H	I	J	K
	+	L	M	N	O	P	Q
Plot de clef n° 2	—	R	S	T	U	V	Blanc des chiffr.
	+	É	X	Y	Z		

On voit qu'un courant de sens déterminé traversant un plot de relais déterminé correspond à la transmission de cinq lettres différentes. Un courant positif traversant le premier plot de relais, par exemple, déterminera la transmission de l'une des cinq lettres suivantes, A, G, M, S, X,

(1) *Plot*, bloc de cuivre isolé.

suivant que l'émission sera unique ou bien qu'elle aura été précédée d'une autre émission positive ou négative à travers l'un ou l'autre des deux plots de clefs.

Les combinaisons des courants destinées à reproduire les différentes lettres se font automatiquement par le jeu même de la manipulation sur un clavier composé des mêmes touches que l'appareil Hughes ordinaire. Une touche en s'abaissant agit sur une lame ou sur deux suivant la lettre à laquelle elle correspond. Les lames sont en relation avec les plots convenables du distributeur. Au-dessous d'elles se trouvent deux règles métalliques communiquant l'une avec une pile négative, l'autre avec une pile positive. En abaissant une touche, on voit ainsi comment on peut émettre un ou deux courants successifs de signe convenable correspondant à la lettre à former.

Les courants, à l'arrivée, sont reçus, suivant les plots du distributeur qu'ils traversent, les uns par les électro-aimants clefs, les autres par les relais.

Les six relais qui sont des électro-aimants Hughes sont embrochés deux à deux avec interversion du sens d'entrée du courant dans chacun d'eux, de manière à ce qu'ils agissent sous l'influence de courants de sens contraire. Les quatre clefs qui sont également des électro-aimants Hughes sont embrochées deux à deux dans les mêmes conditions que les relais. Elles servent, en quelque sorte, à aiguiller les courants locaux des relais dans un appareil spécial appelé *collecteur*, dont la fonction consiste à établir au moment opportun la communication entre la pile locale et l'électro-aimant imprimeur.

Cet organe (fig. 772) est formé d'un disque en ébonite monté sur l'axe de la roue des types de chacun des appareils. Il porte deux couronnes métalliques concentriques. Deux balais isolés du massif et reliés électriquement entre eux sont supportés par un porte-balais qui tourne synchroniquement avec la roue des types. Ils frottent sur les deux couronnes du collecteur et les mettent en relation l'une avec l'autre.

Chacune des couronnes est divisée en cinq secteurs. Chacun des secteurs de la couronne extérieure est en outre partagé en un certain nombre de divisions, six pour les quatre premiers secteurs, quatre pour le cinquième. Il y a donc dans cette couronne vingt-huit divisions, autant que de lettres à recevoir. Les divisions qui, dans notre figure 772, portent le même numéro, sont reliées électriquement entre elles ainsi qu'à l'armature du relais désignée également par le même numéro. (Pour ne pas surcharger la figure, les lignes représentant ces communications ont été simplement amorcées.) Les butoirs supérieurs des armatures des relais étant en communication avec une pile locale, cette pile se trouve en relation avec cinq contacts de la couronne extérieure du collecteur à la fois quand l'armature d'un relais a été soulevée par un courant de ligne.

Les quatre secteurs n^{os} II, III, IV et V de la couronne intérieure du collecteur sont reliés respectivement aux quatre armatures des clefs. Le

secteur n° 1 est relié à l'électro-aimant imprimeur de l'appareil à travers une série d'interrupteurs formés par des groupes de deux ressorts en contact l'un avec l'autre. Il suffit que l'une des clefs ait son armature soulevée sous l'influence d'un courant de ligne pour que la communication du secteur n° 1 avec l'électro-aimant imprimeur soit rompue par l'action de l'un des bras *b*. Ceci posé, supposons que l'on transmette au poste de départ une lettre nécessitant l'émission d'un seul courant, la lettre A par exemple. Au poste d'arrivée l'armature du relais n° 2 est soulevée et met en relation tous les contacts n° 2

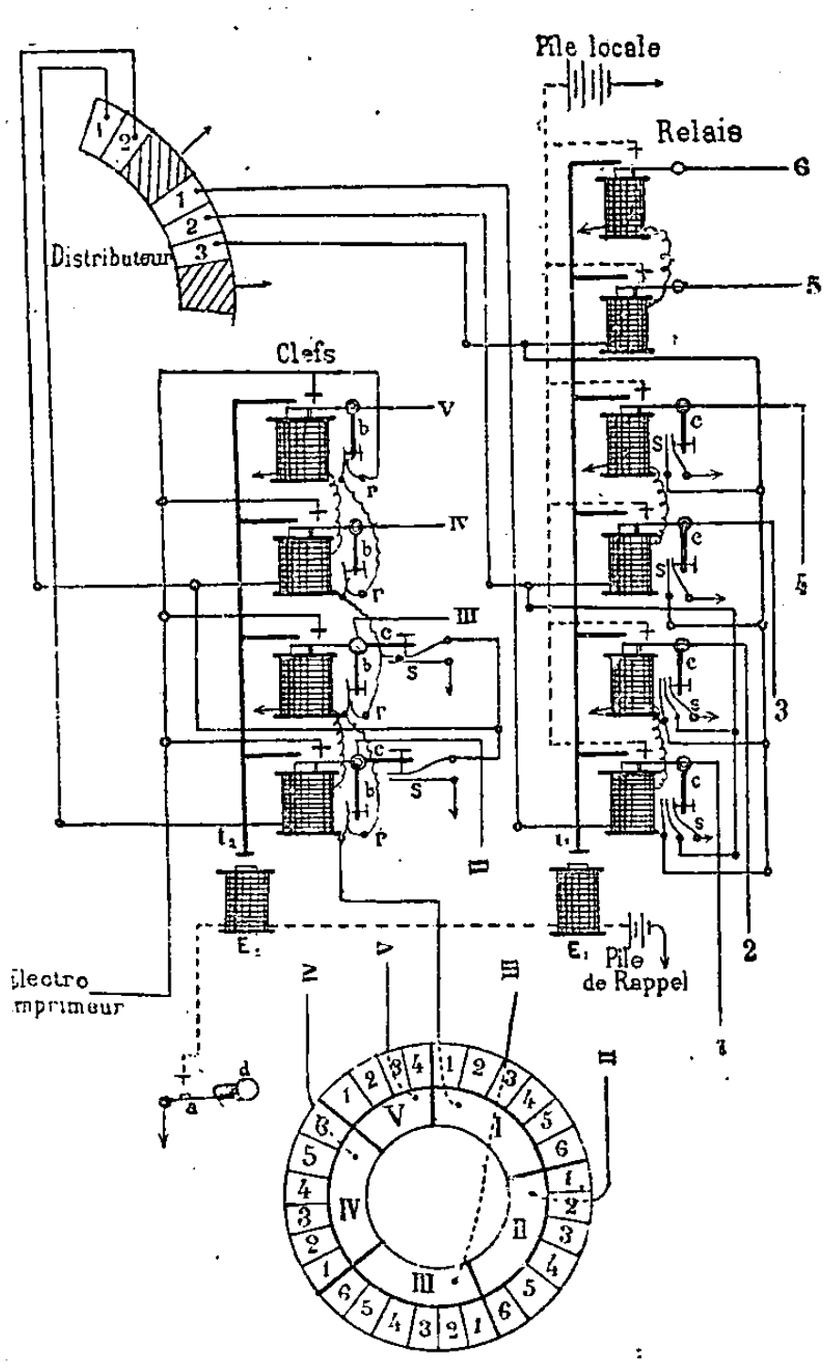


Fig. 772. — *Communication de l'appareil Munier.*

du collecteur avec la pile locale. Au moment où les balais du collecteur qui participent au mouvement de la roue des types mettront en relation le secteur n° 1 de la couronne intérieure et le contact n° 2 correspondant de la couronne extérieure, le courant de la pile locale viendra actionner l'électro-aimant imprimeur à travers les interrupteurs *r*. La lettre A occupera à ce moment sur la roue des types la position convenable pour l'impression.

Si l'on transmet une lettre nécessitant l'émission de deux courants, la lettre M par exemple, le premier courant, au poste d'arrivée, agit sur la clef n° 2. L'armature de cette clef, en se soulevant, rompt la communication du secteur n° 1 de la couronne intérieure avec l'électro-aimant imprimeur pour relier ce dernier avec un autre secteur, le secteur n° 3 dans le cas considéré. Quand le second courant viendra agir sur le relais n° 2, la pile locale se trouvera, comme dans le cas précédent, reliée à tous les contacts de la couronne extérieure. Mais elle ne pourra agir sur l'électro-aimant imprimeur qu'au moment où les deux balais relieront le secteur n° 3 de la couronne intérieure avec le contact n° 2 correspondant.

Les combinaisons des émissions du poste de départ sont ainsi reproduites, à l'arrivée, par les combinaisons dans le jeu des armatures des relais et des clefs et, à chacune de ces combinaisons correspond une position et une seule des balais du collecteur susceptible de provoquer l'émission d'un courant local et par suite l'impression d'une lettre bien déterminée de la roue des types.

Le rappel des armatures, aussi bien des relais que des clefs, a lieu au moment même de l'im-

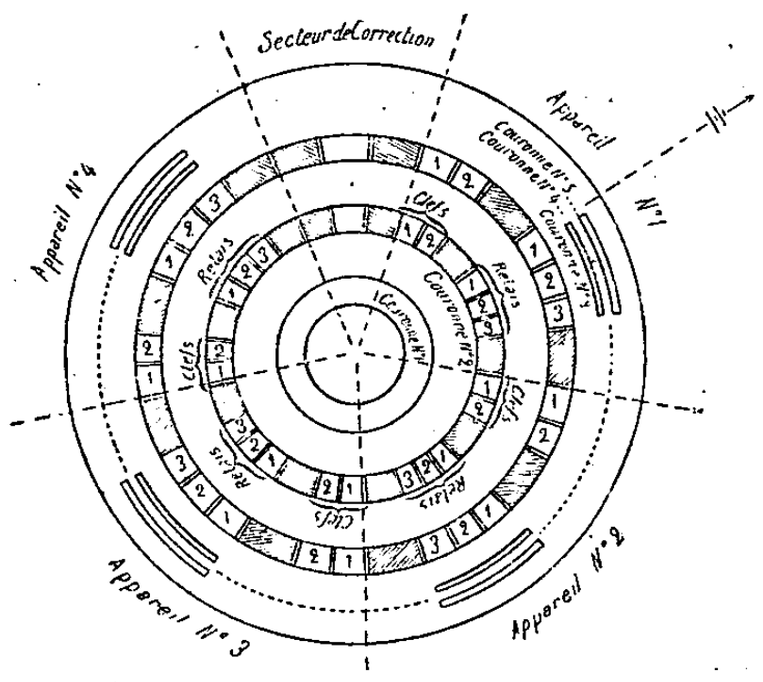


Fig. 773. — *Distributeur de l'appareil Munier.*

pression du caractère qui a été déterminée par leur déplacement. Pendant le mouvement du levier d'échappement, l'appendice *d* fixé à son axe se soulève. Un contact se produit en *a* et le circuit d'une pile de rappel spéciale est fermé à travers les électro-aimants E_1 et E_2. Ces deux électro-aimants agissent sur les deux tiges t_1 et t_2 qui, dans leur mouvement, ramènent les armatures déplacées à la position du repos.

Chaque secteur du distributeur correspondant à un des appareils n'a pas seulement les cinq plots dont nous venons de parler; en réalité, il en comporte sept. Après le groupe des deux plots de clefs, comme après le groupe des trois plots de relais, le frotteur passe sur un plot relié à la terre. La figure 773 permet de se rendre compte de cette disposition. L'ensemble du distributeur y est représenté. On voit qu'il comporte cinq couronnes. La couronne n° 1 est parcourue par un balai en relation avec la ligne. Deux balais conjugués à celui-là parcourent les couronnes 2 et 3, qui sont l'une la couronne de réception, l'autre la couronne de transmission et sont par suite en relation l'une avec les clefs et les relais, l'autre

avec les ressorts lames du manipulateur. Les couronnes 4 et 5 ont une destination dont nous parlerons tout à l'heure. Sur la figure tous les plots reliés à la terre sont représentés avec des hachures. On voit ainsi qu'après chaque passage des balais sur un groupe de plots de relais ou sur un groupe de plots de clefs, la ligne est mise à la terre par ses deux extrémités.

En plus de cette décharge de la ligne après chaque émission de courant, un dispositif spécial a pour but, lorsqu'un relais ou une clef a fonctionné, de mettre à la terre tous les plots des organes similaires suivants. Tout en augmentant ainsi la durée de la décharge, on évite l'effet des queues de courant sur les relais et les clefs qui ne doivent pas fonctionner.

En vue de ce résultat, les armatures des relais et des clefs portent des petits bras isolés qui servent, lorsque l'armature a fonctionné, à réunir plusieurs ressorts et dont l'un est relié à la terre et les autres aux plots à décharger.

Le distributeur dont nous venons de parler est monté sur un cinquième appareil Hughes. Il est placé dans l'espace compris entre la roue des types et la roue correctrice, la roue des types,

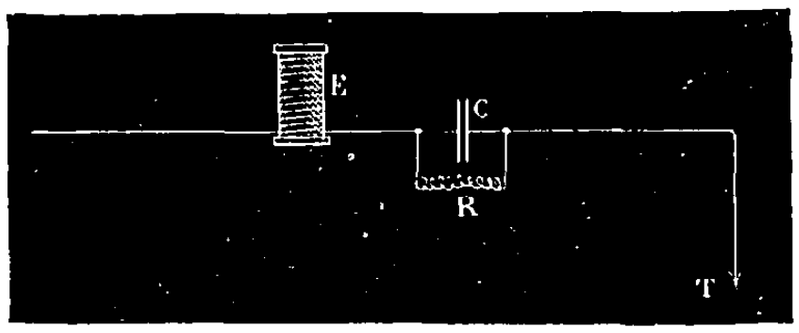


Fig. 774.

étant d'ailleurs remplacée par le bras porte-balais. La correction du synchronisme se fait ainsi par l'action de la came correctrice sur la roue correctrice, absolument comme dans l'appareil Hughes. Le porte-balais peut être ramené à son point de départ exactement comme la roue des types d'un appareil ordinaire est ramenée au blanc. A chaque tour, un courant de correction est envoyé par l'un des postes automatiquement, un plot de correction étant, à cet effet, ménagé sur le distributeur entre deux plots de mise à la terre. Ce courant est reçu au poste correspondant par un électro-aimant Hughes qui agit sur la roue correctrice du distributeur, comme nous venons de le dire. La correction se fait ainsi à chaque tour. Le courant correcteur peut, à volonté, être émis par l'un ou l'autre poste.

Le synchronisme entre le distributeur et les récepteurs d'un même poste est maintenu à l'aide d'une mise au point de la roue des types à chaque résolution. Les contacts des couronnes 4 et 5 du distributeur, qui sont en nombre égal à celui des appareils à desservir, sont destinés à l'émission d'un courant local qui déclanche l'armature d'un électro-aimant Hughes spécial, ajouté à l'appareil. Le mouvement de cette armature a pour résultat de rendre libre la roue des types et la roue correctrice qui se trouvent embrayées un instant à la fin de leur révolution. A chaque tour, il se produit ainsi une mise au point automatique et le déclenchement a lieu au moment où la ligne se trouve en communication avec le premier plot de relais. La vitesse de la roue des types de chaque appareil peut donc ne pas être absolument égale à celle des balais du distributeur. Elle peut lui être supérieure. L'important est qu'elle ne soit pas inférieure.

La vitesse normale du distributeur est de 130 tours à la minute. Par suite du jeu même de l'appareil, on doit renoncer aux combinaisons de lettres en usage dans la manipulation du Hughes simple et, par chaque appareil, on ne peut transmettre qu'une lettre par tour, soit environ 125 lettres à la minute.

L'appareil Munier offre l'avantage de se prêter avec une grande souplesse aux variations du tra-

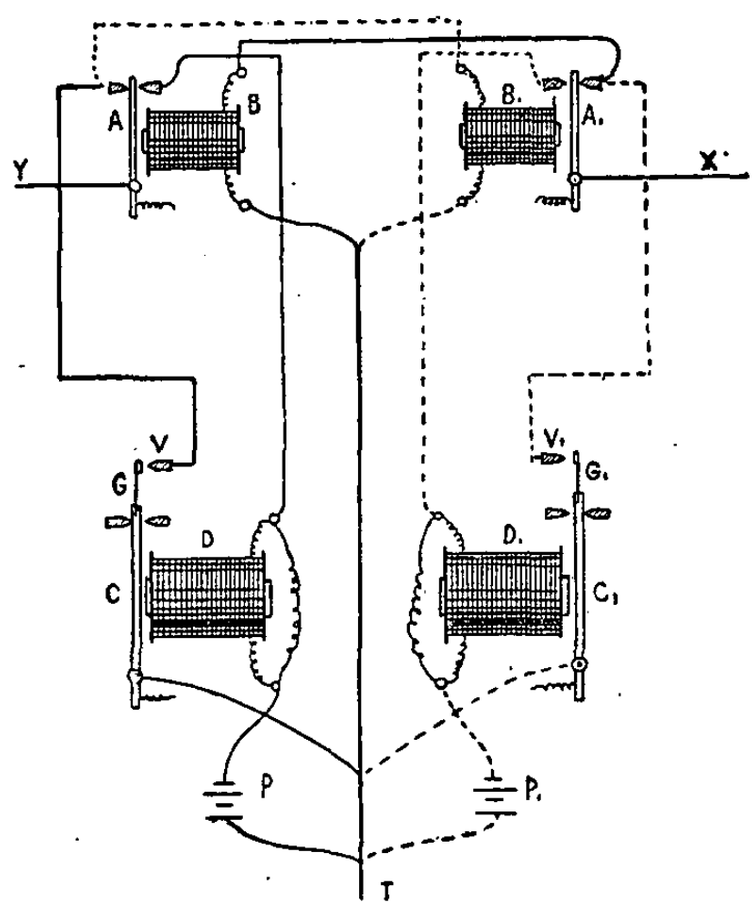


Fig. 775. — *Relais Rambaud.*

fic. Les appareils Hughes transformés peuvent encore être utilisés en simple, si on le juge convenable, et le passage de la transmission simple à la transmission multiple ne nécessite que des opérations peu compliquées et rapides.

Appareils de décharge et de compensation. Les deux grandes causes de ralentissement dans les transmissions télégraphiques sont, ainsi que nous l'avons dit, la self induction des récepteurs et la capacité des lignes. Le premier de ces obstacles a été surmonté d'une manière très élégante par l'éminent ingénieur anglais, M. Preece. La solution du problème qu'il a trouvée, appliquée en Augleterre aux installations de l'appareil Wheatstone, a permis de doubler le rendement de cet appareil qui transmet aujourd'hui 600 mots par minute. Elle consiste à introduire dans le circuit, à la suite du récepteur, un condensateur ayant une résistance en dérivation entre ses deux armatures (fig. 774). La self induction de l'électro-aimant s'oppose à ce que le courant prenne ins-

tantanément son intensité définitive. De même, au moment de l'interruption du courant, cette même self induction s'oppose à ce que l'intensité revienne immédiatement à zéro. D'où une constante de ralentissement qui est proportionnelle au coefficient de self induction L de l'électro-aimant. Le condensateur *c* agit en sens inverse. Au moment de l'interruption du courant, son courant de décharge agit en sens inverse du courant dû à la force électro-motrice de self induction du récepteur, et on démontre facilement que si, entre la capacité C du condensateur, la résistance R de la dérivation et le coefficient L de self induction du récepteur, il existe la relation $L = CR^2$, les deux courants se font absolument équilibre. De fait, cette disposition a donné, en pratique, des résultats tout à fait remarquables.

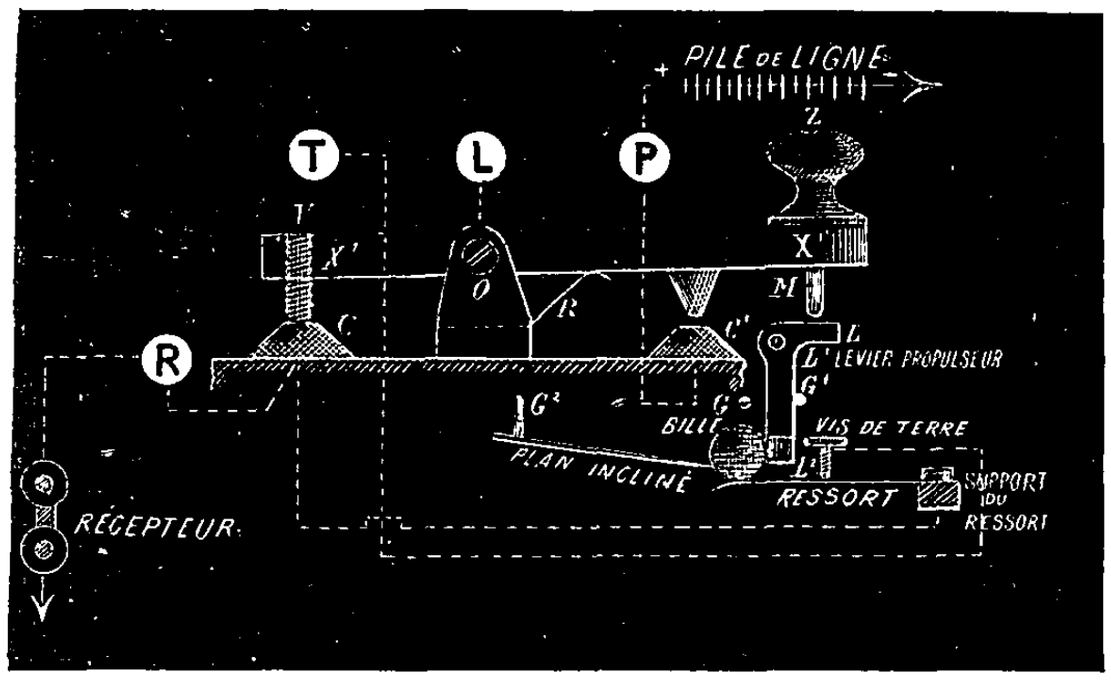


Fig. 776.

En ce qui concerne les effets nuisibles dus à la capacité des lignes, on a déjà expérimenté bien des procédés. Le fractionnement des lignes avec relais intermédiaires a été employé presque dès l'origine de la télégraphie. L'emploi des manipulateurs et des relais de décharge a également donné d'assez bons résultats. L'emploi des relais d'Arlincourt et Willot, dont il a été parlé dans le *Dictionnaire*, donnait, par le coup de fouet, une solution très élégante de la question et il a rendu de grands services dans l'exploitation des lignes souterraines.

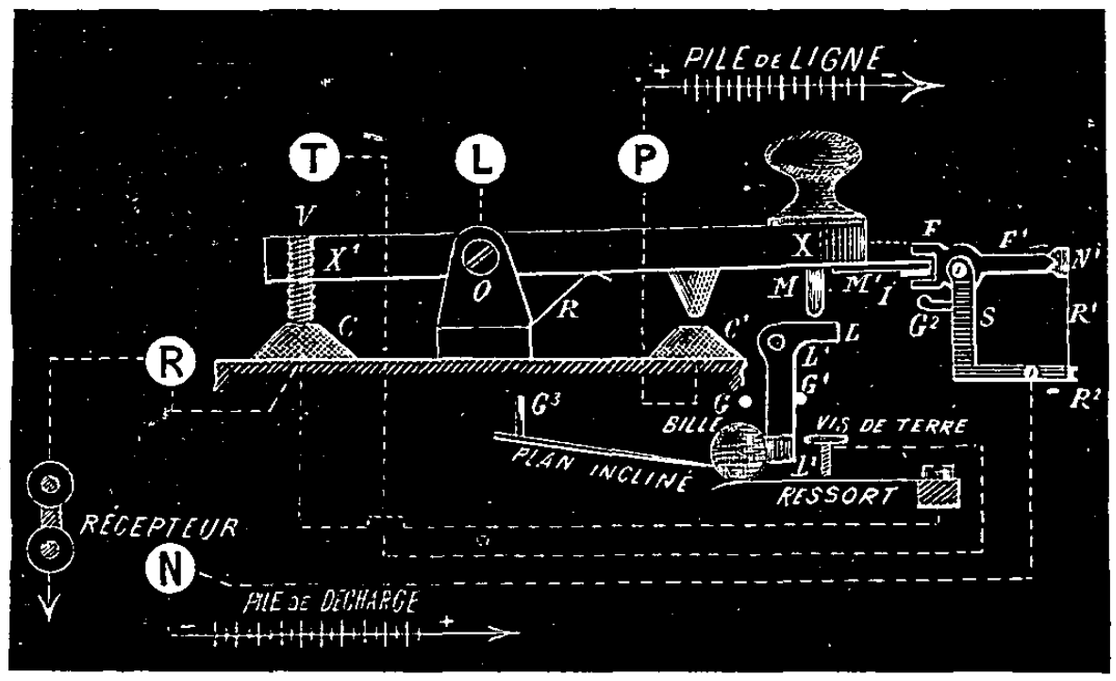


Fig. 777.

De nouvelles recherches ont été entreprises dans ce même ordre d'idées et ont donné naissance à des appareils assez intéressants.

M. Schœffer a imaginé un manipulateur Morse, dans lequel la partie postérieure reproduisait, en les amplifiant beaucoup, les mouvements de la partie antérieure. Entre la position de réception et la position d'émission, ce levier postérieur met la ligne à laquelle il est relié en contact avec deux plots reliés l'un à la terre et l'autre à une pile de décharge.

Dans le relais de M. Rambaud, la mise à la terre de la ligne après chaque émission ne se fait plus comme dans le d'Arlincourt par la production du coup de fouet. Elle se fait par l'armature même du parleur embroché sur le circuit de la pile de réexpédition, grâce à la disposition de cette armature C qui a un grand moment d'inertie et porte à son extrémité un ressort élastique avec vis butoir spéciale. Le courant de la ligne X traverse l'électro-aimant translateur B et le courant de la pile P est mis sur la ligne Y à travers l'armature A (fig. 775), comme dans tout relais. Le parleur D qui est embroché dans le circuit de la pile P, attire l'armature C, dont nous avons parlé, et qui est reliée à la terre. Cette armature vient buter par le ressort qu'elle porte à son extrémité contre le butoir V.

Dès que le courant cesse de traverser le translateur, l'armature A se porte immédiatement contre un butoir de repos. L'armature C revient beaucoup plus lentement par suite de sa grande inertie, et le ressort flexible G reste encore en communication avec le butoir V un temps suffisant pour mettre la ligne à la terre à travers ce butoir et l'armature A à laquelle elle est reliée.

M. Farjou obtient la décharge de la ligne par un procédé assez original. Il utilise le mouvement d'uue bille sur un plan incliné, pour produire ou rompre la communication de la ligne avec la terre.

La figure 776 représente son système appliqué au manipulateur Morse. Au-dessous de la poignée se trouve une tige M qui, quand on abaisse le manipulateur, agit sur un levier propulseur LL, L_2 qui, pivotant autour du pivot L_1, entre les deux goupilles G et G_1, repousse une bille le long d'un plan incliné qui forme le fond d'une

glissière G_2. Cette bille reposait précédemment sur un ressort en relation avec le plot de repos C du manipulateur et l'empêchait, par son poids, de toucher à une vis en relation avec la terre. Lorsque la bille est chassée, le contact s'établit. Quand, après un signal, le manipulateur revient au repos, il reprend sa position première avant que la bille n'ait eu le temps de monter et de redescendre le plan incliné, et la ligne se trouve ainsi mise à la terre par l'intermédiaire de l'enclume C du ressort et la vis de terre.

Une autre disposition permet, en plus de la mise à la terre, d'envoyer sur la ligne le courant d'une pile de décharge après chaque signal. A cet effet, le manipulateur porte, en plus du dispositif précédent, un petit appendice M_1 (fig. 777) dont la partie inférieure est en matière isolante. Il se trouve entre les deux branches d'une fourchette F, que maintient horizontale un petit ressort R_1 muni d'une masse N_1 présentant des faces inclinées. En s'abaissant, le levier fait basculer la fourchette. En se relevant, l'appendice M_1 vient heurter la dent supérieure et remet la fourchette dans sa position normale. Le contact passager qui s'est produit dans ce mouvement donne passage sur la ligne au courant de la pile de décharge.

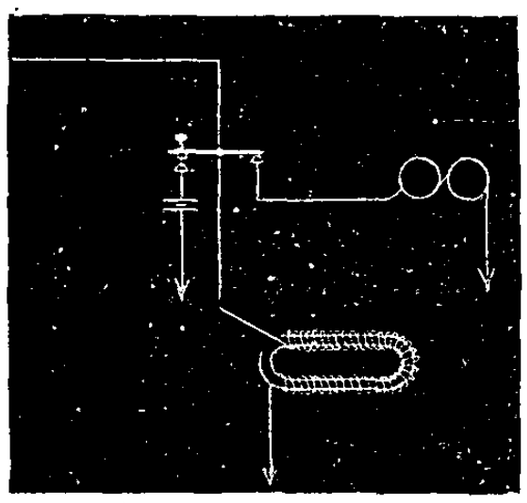


Fig. 778.

Un dispositif supplémentaire, que nous ne faisons qu'indiquer, permet de diminuer la charge de la ligne en envoyant, pendant la première partie de l'émission, le courant de la pile complète sur la ligne, et pendant la seconde partie, celui de la moitié de la pile seulement.

Les procédés de décharge de M. Farjou peuvent être appliqués, quel que soit l'appareil transmetteur. Nous les avons indiqués comme appliqués au manipulateur Morse. Mais ils peuvent être appliqués à d'autres appareils, et l'on a construit, par exemple, un très bon translateur, en les combinant avec les relais Baudot.

Tous les appareils dont nous venons de parler, fondés sur la mise à la terre de la ligne ou l'envoi d'un courant de décharge après chaque émission ont donné de bons résultats et ont, les uns et les autres, contribué à faciliter le service sur les lignes souterraines. Mais l'appareil qui devait permettre de combattre le mieux la capacité de ces lignes et de supprimer complètement toutes les difficultés d'exploitation, est fondé sur un principe différent.

C'est l'appareil de compensation de M. Godfroy qui permet d'annuler la capacité de la ligne par la self induction de bobines placées en dérivation entre la ligne et la terre, aux deux extrémités du circuit (fig. 778).

Le rôle de la self induction permet d'expliquer facilement ce qui se passe. Considérons le poste transmetteur. Quand on abaisse le manipulateur, la force électro-motrice produite dans la dérivation par la self induction, agit en sens inverse de la force électro-motrice de la pile. Le courant de la pile trouve donc du côté de la dérivation un obstacle et se rend presqne entièrement sur la ligne, comme si la dérivation n'existait pas. Mais, si l'émission se prolonge, la force électro-motrice d'induction décroît jusqu'à devenir nulle, ce qui fait que, pendant la durée de l'émission, la portion du courant qui se rend sur la ligne va en diminuant graduellement. On obtient ainsi ce résultat remarquable que, quelle que soit la durée de l'émission d'un courant, la ligne est toujours chargée sensiblement de la même manière.

Au moment où le manipulateur revient à la position du repos, la bobine est le siège d'une force électro-motrice de sens inverse à celle dont elle était le siège au moment de la fermeture du courant. Cette force électro-motrice envoie sur la ligne un courant de sens opposé à celui de la pile; elle agit donc absolument comme une pile de décharge.

Au poste récepteur, la bobine Godfroy agit dans le même sens que celle du poste transmetteur pour décharger la ligne. Elle a, de plus, pour résultat, de diminuer l'inertie électro-magnétique de récepteur, car la force électro-motrice produite par la self induction est toujours opposée à la force électro-motrice produite par la self induction des électro-aimants du récepteur, et ces deux effets se contrebalancent.

Les bobines construites par M. Godfroy sont des électro-aimants ordinaires à circuit magnétique fermé. Deux vis en laiton permettent d'approcher ou d'éloigner l'armature des pôles pour faire varier le coefficient de self induction, suivant la ligne à laquelle la bobine est destinée.

Un grand nombre de ces bobines sont actuellement en service sur les lignes souterraines françaises où elles sont extrêmement appréciées, et leur emploi commence à se répandre en Allemagne.

Application des machines dynamo-électriques à la télégraphie. Depuis l'invention des machines dynamo-électriques, on a souvent cherché à les employer à la place des piles pour la télégraphie. Les avantages qu'elles présenteraient dans les grands bureaux où elles permettraient de supprimer un nombre considérable d'éléments et de faire disparaître un encombrement qui va en s'accentuant à mesure que l'exploitation se développe, ont depuis longtemps appelé l'attention des télégraphistes. De nombreuses expériences ont été faites dans cet ordre d'idées. Les essais faits aux Indes en 1879 par Schwendler ont été très remarqués. En Amérique, la Western-Union Company emploie, depuis quelques années, dans ses grands bureaux, des machines dynamos pour remplacer des piles qui occuperaient un espace trop considérable. La disposition adoptée est la suivante : cinq machines accouplées en tension constituent la source des potentiels positifs ; cinq autres ma-

chines constituent la source des potentiels négatifs ; enfin, un autre groupe de cinq machines sert à remplacer l'un des précédents en cas de besoin. Dans chaque groupe, les machines sont accouplées en tension : la cinquième est excitée en dérivation et alimente un circuit sur lequel sont branchés les excitateurs des quatre autres machines (fig. 779). Dans le circuit de chaque excitation sont intercalées des résistances variables qui permettent de modifier la force électro-motrice de chaque machine sans influer sur celle des autres. Tous les conducteurs desservis par le

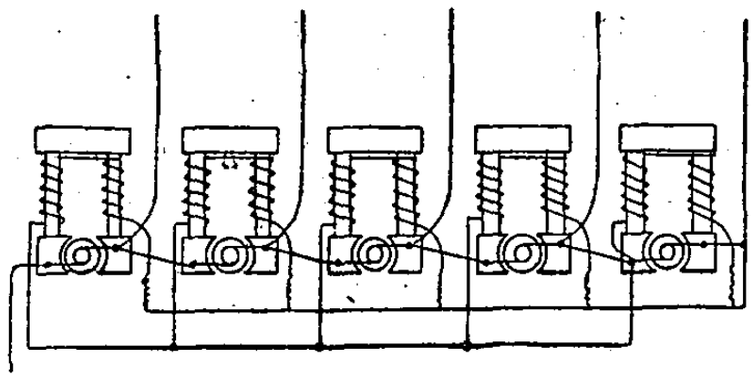


Fig. 779. — *Applications des machines dynamo-électriques à la télégraphie (Western-Union Company).*

bureau sont amenés à l'une quelconque des cinq prises de courant et les résistances de ceux qui aboutissent à une même prise, sont égalisées à l'aide de résistances auxiliaires.

Cette installation nécessite un matériel considérable et ne permet que cinq prises de potentiel différentes.

En France, un système beaucoup plus simple, ne demandant que l'emploi d'une seule machine et donnant une latitude beaucoup plus grande dans le choix des potentiels à employer, a été expérimenté avec succès. Il est dû à M. Picard.

Il consiste simplement à mettre l'un des balais d'une machine Gramme directement à la terre, l'autre balai étant mis également à la terre, mais à travers une résistance R, le long de laquelle se font les prises de courant. La machine employée est une machine de 120 volts. D'après le point où se fait la prise de courant, on peut avoir tous les potentiels intermédiaires, de zéro à 120 volts (fig. 780), et on peut ainsi donner aux différentes lignes L du bureau, le courant de potentiel convenable. Si l'on doit utiliser des courants des deux sens, on peut avoir l'échelle des potentiels positifs et celle des potentiels négatifs à l'aide de la même machine. Il suffit pour cela de relier les deux balais à travers deux résistances le long desquelles se font les prises de courant de sens convenable.

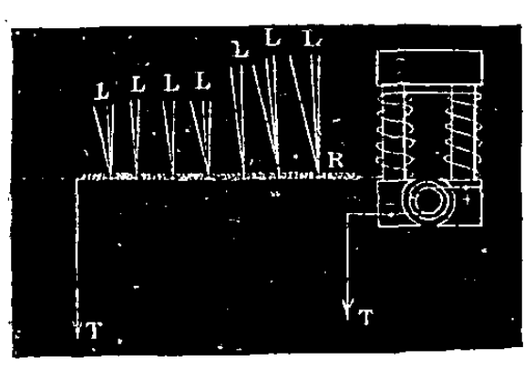


Fig. 780.

Pour éviter les accidents qui pourraient résulter d'une mise à la terre accidentelle au poste de départ, on place sur chaque fil, entre la machine et le manipulateur, une résistance, de façon à n'avoir jamais, en aucune fraction du circuit, un courant supérieur à un quart d'ampère. Le service sur les autres lignes ne peut être compromis grâce à cette précaution.

On a songé également à n'utiliser les machines que pour charger des *accumulateurs*, ceux-ci, une fois chargés, servant à remplacer les piles d'un bureau. Des essais ont été faits dans ce sens en Angleterre comme en France. L'usage des accumulateurs semble assez séduisant au premier abord. Une batterie de cinquante accumulateurs peut remplacer sans difficulté toutes les piles d'un grand bureau. Mais certaines conditions de l'exploitation, par cette méthode, sont encore obscures. On manque encore de données précises sur le prix de l'entretien, sur le rendement, sur la durée de la conservation de la charge, et l'on peut dire que l'on n'est pas encore sorti de la période d'essais. — H. T.

TÉLÉPHONIE. Les réseaux téléphoniques de France, exploités avant le 1er septembre 1889, les uns par la Société générale des téléphones, les autres par l'Etat, sont depuis cette époque tous entre les mains de l'Etat.

En 1879, la concession des réseaux téléphoniques avait été accordée à la Société des téléphones dans onze villes de France. Cette concession avait une durée de cinq ans. Elle fut renouvelée en 1884. Mais dès cette époque l'administration des télégraphes commençait à construire des réseaux pour son propre compte et à les exploiter. Enfin, en 1889, l'Etat usait du droit de rachat qu'il s'était réservé dans les contrats intervenus avec la Société.

Le nombre des réseaux augmente chaque année d'une façon considérable aussi bien en France que dans les pays étrangers. L'usage du téléphone devient de jour en jour plus apprécié dans les relations commerciales, et nous devons même dire que le développement rapide qu'il prend, en France et en Europe, est cependant à peine comparable à celui qu'il prend en Amérique. Aux Etats-Unis, il n'y a pas en ce moment une ville de dix mille habitants qui ne soit pourvue de son réseau.

Les conditions de l'abonnement aux réseaux téléphoniques français sont les suivants :

Le montant annuel de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

A 400 francs à Paris ; à 300 francs dans les autres villes où le réseau est construit souterrainement (Lyon et Bordeaux rentrent actuellement dans cette catégorie) ; à 200 francs dans toutes les villes où les réseaux sont établis au moyen de lignes aériennes.

Dans les villes où l'abonnement n'est que de 200 francs, l'abonné doit, en outre, verser une part contributive aux frais d'établissement de la ligne. Cette part est fixée à 150 francs par kilomètre, le décompte se faisant par fraction indivisible de 100 mètres. Moyennant ces conditions l'Etat se charge de la construction des lignes, de la fourniture des piles, de l'installation et de l'entretien des appareils téléphoniques et de leurs accessoires. Les appareils et accessoires sont d'ailleurs achetés par les abonnés. Mais ils ne peuvent être choisis que sur la liste des types agréés par l'administration et ils doivent être soumis à son acceptation.

L'étendue du réseau urbain, sa nature, la durée quotidienne du service et toutes les mesures que son exécution peut rendre nécessaires sont déterminées par des décisions administratives. Le périmètre du réseau coïncide souvent avec les limites de l'octroi de la ville. Quelquefois aussi plusieurs communes peuvent être enclavées dans le périmètre d'un même réseau. Quoi qu'il en soit,

les conditions indiquées précédemment ne s'appliquent qu'aux abonnés situés dans la circonscription déterminée administrativement. Si un particulier, situé en dehors de ces limites, demande à être relié au réseau, la partie de sa ligne située en dehors du périmètre est soumise au régime des lignes télégraphiques d'intérêt privé.

Le développement du service téléphonique est favorisé dans une large mesure par la création des réseaux téléphoniques annexes. Il est certain qu'il est du plus haut intérêt, au point de vue commercial et industriel, de faciliter les relations de Paris et des grandes villes avec les localités voisines de moindre importance. La solution du problème consiste à constituer de petits réseaux urbains locaux et à les rattacher par des lignes auxiliaires de service au réseau principal.

Les réseaux annexes construits dans ces conditions sont déjà très nombreux dans les environs de Paris. Les abonnés, pour pouvoir jouir de la communication avec tous les abonnés du réseau principal, doivent naturellement payer une taxe supplémentaire. Cette taxe est fixée à 10 francs par kilomètre de fil conducteur entre le bureau central du réseau annexe et la limite du réseau principal. Elle est donc de 10 ou de 20 francs par kilomètre de ligne suivant que le réseau sera à simple ou à double fil.

De plus, si le taux de l'abonnement au réseau principal est plus élevé que celui de l'abonnement au réseau annexe, la taxe de l'abonnement supplémentaire comprend aussi la différence entre les deux abonnements. Supposons qu'une localité soit pourvue d'un réseau annexe dont le bureau central soit à six kilomètres de l'enceinte de Paris. Le réseau de cette localité étant construit aériennement et à double fil, le taux de l'abonnement permettant de correspondre avec les abonnés de Paris sera de $400 + 120 = 520$ francs, ce qui correspond à une taxe supplémentaire de 320 francs.

Le développement des lignes interurbaines ne reste pas en retard sur celui des réseaux. On les construit avec un double conducteur de cuivre, les deux fils formant une hélice à longue spire pour éviter toute influence de la part des fils voisins. En France, les principales villes sont ou vont être reliées à Paris. Le tarif pour l'usage des lignes interurbaines est déterminé par le prix de la conversation. La durée de la conversation est fixée à cinq minutes. Le prix de chaque conversation est variable d'après la longueur de la ligne et d'après le prix de revient de sa construction. Le prix d'une conversation de cinq minutes entre Paris et Marseille a été fixé à trois francs.

Une autre branche de téléphonie qui, déjà très usitée dans d'autres pays, commence également à se développer en France, c'est la téléphonie rurale qui permet de compléter à peu de frais pour l'Etat et pour les communes le réseau télégraphique cantonal. Les communes sont reliées aux bureaux télégraphiques des chefs-lieux de canton voisins par des lignes relativement courtes, et la transmission des dépêches entre les deux localités se fait au moyen d'appareils téléphoniques beaucoup moins coûteux que les appareils télégraphiques. Ce genre d'installation est donc assez bon marché. Il donne une nouvelle force d'expansion au développement de la télégraphie et, grâce à lui, la plupart des communes seront dans quelques années reliées au réseau général.

Les appareils (microphones et téléphones) se transforment peu. Presque dès le début de la téléphonie, on a eu en effet des appareils très parfaits. Mais le point sur lequel se portent les efforts de ceux qui cherchent les perfectionnements de la téléphonie, c'est l'amélioration des appareils accessoires des bureaux et principalement des commutateurs qui servent à relier les abonnés entre eux.

Bureaux centraux. Le service d'un bureau avec tableaux de 25 abonnés reliés par des conjoncteurs devient très difficile dès que le nombre des abonnés dépasse trois ou quatre cents et, d'autre part, dans une grande ville où le nombre des abonnés est considérable, comme à Paris, on ne peut songer à multiplier le nombre des bureaux sans nuire à la rapidité et à la précision du service en multipliant le nombre des communications auxiliaires à donner. La vraie solution permettant de donner au public un service téléphonique apprécié, c'est l'emploi de commutateurs mettant à la disposition d'un même téléphoniste le plus grand nombre de lignes possible.

Dans cet ordre d'idées, on introduit aujourd'hui, en France, le modèle de commutateur dit *Standard*, usité depuis quelques années déjà en Amérique, et qui permet de réunir dans un espace relativement restreint les *jacks* (1) de cent abonnés.

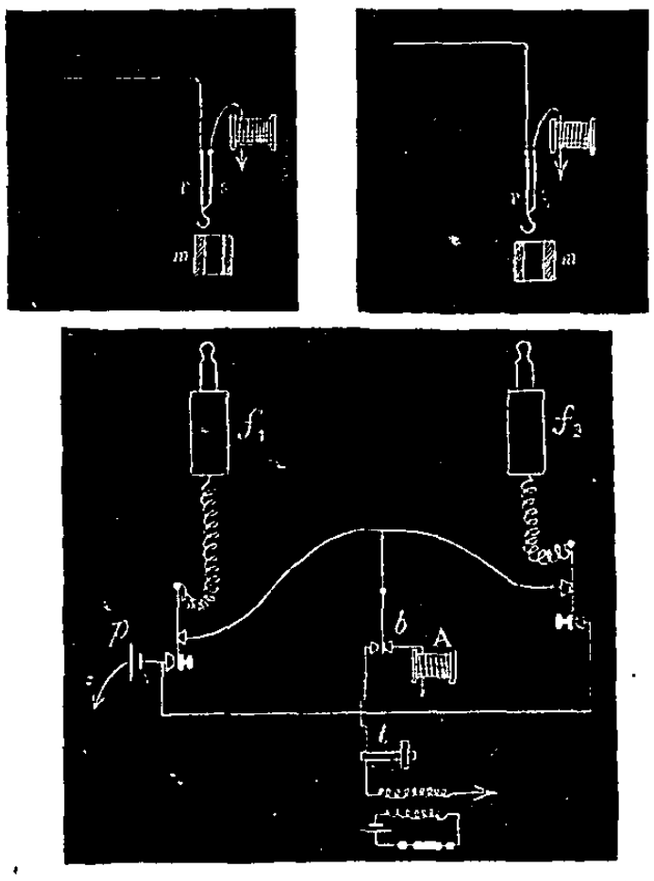


Fig. 781 à 783.

La téléphoniste peut desservir ce tableau sans la moindre gêne. Les jacks sont très rapprochés les uns des autres. Ils se composent d'un ressort et d'une lame butoir disposés en profondeur; on a ainsi les cent jacks dans un espace assez restreint.

Une autre disposition qui, dans le Standard, contribue beaucoup à donner les communications avec une grande rapidité, c'est d'avoir des annonciateurs spéciaux de fin de conversation intercalés entre les deux fiches qui servent à relier deux abonnés. Quand un abonné appelle, il suffit d'enfoncer une fiche dans le jack auquel il est relié; un jeu de leviers met en communication avec lui le téléphone de l'opérateur. Quand il a fait connaître l'abonné auquel il désire parler, il suffit d'enfoncer la seconde fiche du même cordon dans le jack correspondant à ce second abonné, sans avoir rien à modifier dans la communication avec le premier jack.

Les figures 781 à 783 montrent les communica-

(1) *Jack* ou *jack knive*, alvéole dans laquelle sont disposés les ressorts de communication et dans laquelle on introduit la fiche qui doit relier un abonné, soit au bureau central, soit à un autre abonné.

tions d'un commutateur Standard à simple fil; *r* et *s* sont le ressort-lame et la lame-butoir qui composent le jack. Les lignes sont reliées au ressort *r*. Les annonciateurs ont leurs électro-aimants reliés à la terre d'un côté, à la lame-butoir de l'autre ; f_1 et f_2 sont deux fiches d'un même groupe. Entre elles sont intercalés des annonciateurs de fin de conversation A. Quand l'abonné n° 1 appelle, on enfonce la fiche f_1 dans le jack correspondant, on abaisse le levier *b* et on cause avec l'abonné dont la ligne est ainsi reliée au téléphone *t*. L'introduction de la fiche a, d'ailleurs, séparé la ligne de l'annonciateur. S'il demande l'abonné n° 2, par exemple, il suffit, sans toucher à la fiche f_1, de relier la fiche f_2 au jack de cet abonné et de relever le levier *b*. Les abonnés se trouvent reliés et l'annonciateur de fin de conversation A est en dérivation.

Dans les standards destinés à desservir des réseaux téléphoniques à double fil, le second fil est relié au massif *m* du jack. Il en est de même du fil de sortie de l'annonciateur. Les fiches de conjonction sont alors formées de deux parties concentriques reliées respectivement à deux conducteurs entre lesquels les annonciateurs de fin de conversation sont en dérivation. La manœuvre pour donner la communication entre deux abonnés est absolument la même qu'avec les standards à simple fil.

Le standard à double fil offre, d'ailleurs, ce grand avantage qu'il peut être utilisé dans un réseau où certains abonnés sont desservis par le simple fil, tandis que les autres le sont par le double fil. Les fiches sont constituées par deux parties concentriques, comme pour le réseau purement à double fil. Les jacks sont montés comme nous venons de le dire pour les abonnés qui ont le double fil. Pour ceux qui ont le simple fil, les massifs *m* sont reliés à la terre. Les communications entre abonnés s'établissent toujours par les mêmes manœuvres simples, que les abonnés soient desservis tous deux par le double fil ou par le simple fil, ou bien que l'un ait le double fil tandis que le second a le simple fil.

Lorsque le réseau a plus de 100 abonnés, on juxtapose plusieurs standards au bureau central. Des conjoncteurs spéciaux, reliés entre eux dans les différents tableaux, permettent de donner la communication entre deux abonnés aboutissant à deux tableaux différents. Mais, lorsque le nombre des abonnés dépasse 1,000 ou 1,500, ce service devient pénible et bientôt même, si l'on dépasse ces chiffres, il devient impossible.

Il faut alors recourir à d'autres moyens pour desservir les réseaux téléphoniques qui atteignent cette importance. On peut, comme cela avait été fait généralement, au début, dans les grandes villes de l'Europe, créer plusieurs bureaux centraux dans une même ville et les relier par des lignes auxiliaires. Ce procédé offre une certaine économie, car il permet de grouper les abonnés par quartier et de diminuer beaucoup la longueur des lignes à construire. Par contre, il diminue beaucoup la célérité du service, plusieurs opérateurs intervenant pour donner une communication, et le service fait dans ces conditions est peu apprécié du public qui n'aime pas attendre.

La seconde méthode, résolument adoptée en Amérique depuis plusieurs années et qui devient également en faveur en Europe où l'on transforme les réseaux des grandes villes, c'est l'emploi des commutateurs de grande capacité appelés *commutateurs multiples*.

Le principe des commutateurs multiples, c'est de mettre les lignes de tous les abonnés à la portée de tous les opérateurs, tandis que chacun d'eux n'a à recevoir que les appels d'un nombre limité d'abonnés.

Les commutateurs multiples installés dans toutes les grandes villes d'Amérique sont du modèle de la Western Union Company. C'est également

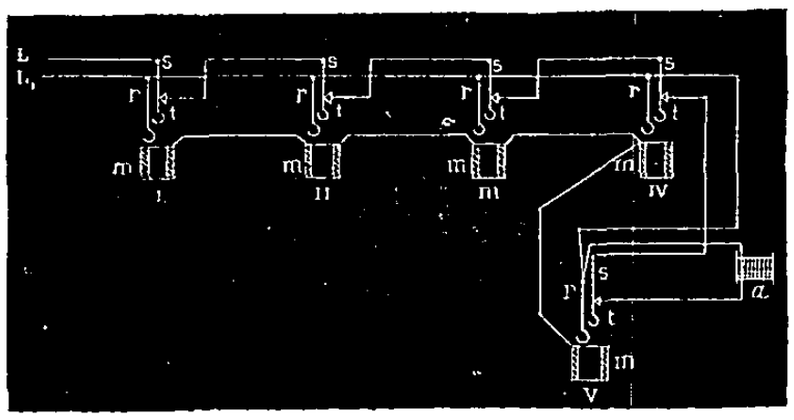


Fig. 784 et 785.

ce modèle plus ou moins transformé qui s'introduit dans les grandes villes d'Europe. Le croquis ci-joint (fig. 784 et 785) indique le principe et les communications du modèle que la Société générale des téléphones avait construit pour l'Exposition universelle de 1889. Ce modèle appartient au genre dit *à double corde*, par opposition aux commutateurs monocordes dont nous parlerons tout à l'heure.

Chaque téléphoniste a devant elle un tableau comportant 200 annonciateurs et, au-dessus de ces annonciateurs, des jacks correspondant aux lignes de tous les autres abonnés du réseau. On voit, sur le croquis, comment les lignes sont reliées à ces différents jacks. Supposons, pour fixer les idées, un commutateur formé de cinq tableaux et considérons un abonné du cinquième tableau. Les deux fils de ligne parcourent tous les tableaux. L'un d'eux est relié à tous les ressorts *r*; l'autre à tous les ressorts d'une seconde série *s*,

par l'intermédiaire de contacts entre ces ressorts *s* et les butoirs *t*.

Lorsque l'abonné considéré a appelé le bureau central, la fiche f_1 est enfoncée dans le jack V et l'on manœuvre le commutateur à levier *c*. La fiche étant formée de deux parties concentriques isolées l'une de l'autre, le circuit des deux fils d'abonnés est continué à travers le téléphone T de l'opérateur du poste central, tandis que l'annonciateur *a* relié aux bornes *r* et *t* du dernier jack est enlevé de ce même circuit.

Lorsque l'abonné a fait connaître le numéro du correspondant avec qui il désire causer, on introduit la fiche f_2 dans le jack du même tableau portant le numéro de ce second abonné. Le commutateur à levier est relevé et l'annonciateur de fin de conversation A est en dérivation entre les deux fils de ligne. La manœuvre, dans tous les cas, est donc absolument simple. Toutefois, il est à remarquer que la ligne d'un abonné étant reliée à un jack de tous les tableaux, il se peut que l'abonné demandé par un abonné d'un certain tableau soit déjà, à ce même moment, en relation avec un abonné d'un autre tableau. Il faut donc ajouter une disposition permettant à la téléphoniste, avant d'introduire sa fiche dans un jack, de s'assurer que la ligne aboutissant à ce jack n'est pas encore occupée.

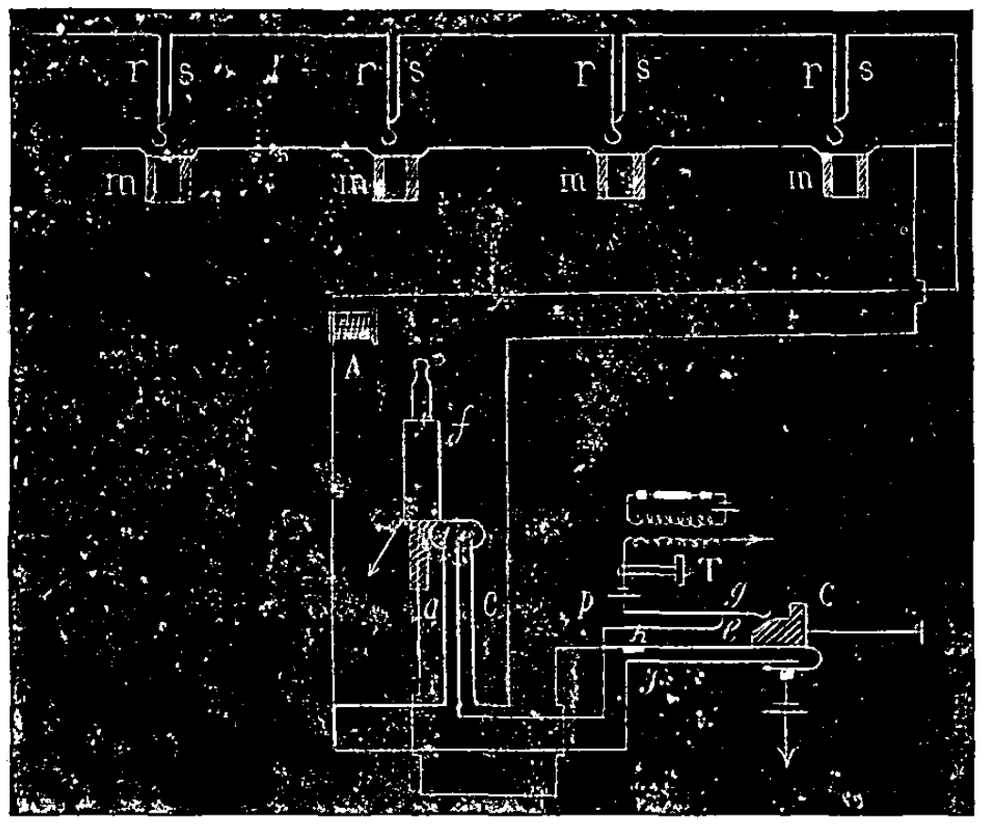


Fig. 786.

La manœuvre à faire pour cela est ce qu'on appelle *faire l'essai de la ligne*. A cet effet, toutes les douilles *m* sont reliées entre elles. Quand un abonné a été demandé à un tableau quelconque, la téléphoniste, après avoir abaissé le commutatenr à levier, n'enfonce la fiche qu'à moitié dans le jack mettant les deux parties de cette fiche en communication, l'une avec la douille *m*, l'autre avec le ressort *r*.

Si l'abonné demandé est déjà en conversation avec un autre, dans un autre tableau, la fiche tout à fait enfoncée dans le jack correspondant, relie dans ce jack la douille *m* et le ressort *r*. Par suite, le circuit du téléphone de l'opérateur qui fait l'essai est fermé et, comme on a ajouté dans ce circuit une petite pile *p*, la membrane du téléphone est attirée en produisant un bruit significatif.

Si la téléphoniste entend ce bruit, c'est que l'abonné demandé n'est pas libre, et elle en donne connaissance à l'abonné appelant. Si, en portant le téléphone à l'oreille, elle n'entend aucun bruit, c'est que l'abonné appelé est libre; elle n'a qu'à enfoncer entièrement sa fiche pour compléter la communication.

Les manœuvres, comme on le voit, sont des plus simples et des plus rapides. Néanmoins, comme la rapidité des communications est le point le plus essentiel pour assurer un bon service téléphonique, on a cherché à faire un pas de plus dans cette voie en construisant des commutateurs monocordes qui doivent encore simplifier les manœuvres. Dans ce système, en effet, une communication à établir entre deux abonnés n'entraîne que le mouvement d'une fiche au lieu de deux, chaque ligne, en plus de ses relations, avec les jacks de tous les autres tableaux, aboutissant dans un certain tableau, à une corde et à une fiche spéciale. Au moment où une téléphoniste reçoit un appel, elle soulève la fiche qui correspond à l'abonné appelant. Cette manœuvre intercale son téléphone dans le circuit. Quand elle connaît le numéro de l'abonné demandé, elle enfonce cette même fiche dans le jack portant ce numéro sur le tableau qu'elle dessert, à moitié d'abord, pour s'assurer que la ligne est libre, puis entièrement si cette condition est remplie.

Le croquis ci-joint (fig. 786) permet de se rendre compte du fonctionnement de ce commutateur disposé pour un réseau à simple fil. Cette figure, bien entendu, est théorique et la réalisation de l'appareil peut comporter bien des modifications de détail. La fiche *f* au repos communique avec la terre et avec le ressort recourbé *a* qui, repoussé par la fiche, empêche le contact des deux ressorts *b* et *c*.

La ligne d'un abonné, après avoir traversé les ressorts *r* et *s* des jacks de tous les tableaux, traverse l'annonciateur A et communique à la terre par le ressort *a* et le massif de la fiche.

Lorsque l'abonné a appelé, la téléphoniste soulève son téléphone. Cette manœuvre a pour résultat de rompre la communication de la fiche *f* avec la terre, tandis que le ressort *a*, en revenant à droite, établit la communication entre *b* et *c*. La ligne aboutit alors au téléphone de service à travers les ressorts *e* et *g*. La simple opération du soulèvement de la fiche permet donc d'entrer immédiatement en relation avec l'abonné appelant.

Quand l'abonné a fait connaître le correspondant auquel il désire parler, on commence par faire l'essai de la ligne de ce correspondant en touchant la douille *m* de son jack avec la fiche *f*. Si la ligne est libre, les douilles des jacks portant le même numéro sont toutes isolées et la télépho-

niste n'entend aucun bruit dans son téléphone. Si la ligne est occupée, au contraire, dans le jack d'un autre tableau, la fiche met en relation la douille *m* avec la terre de l'abonné et l'on entend dans le téléphone le craquement caractéristique dont nous avons parlé à propos du multiple à double corde.

Quand la téléphoniste a reconnu que la ligne demandée était libre, il lui suffit d'enfoncer entièrement la fiche dans le jack, puis de pousser le commutateur à poussoir G. Ce dernier peut, d'ailleurs, être remplacé par un commutateur à levier ou par tout autre que l'on veut. Cette manœuvre a pour résultat de séparer les ressorts *g* et *e*, par suite, de retirer du circuit le téléphone de service. Elle réunit en même temps les ressorts *h* et *j* reliant ainsi effectivement la ligne de l'abonné appelé à la fiche et, par suite, à la ligne de l'abonné appelant.

Tels sont les commutateurs qui, aujourd'hui, sont à peu près universellement adoptés pour les grands réseaux. Les commutateurs multiples à double corde et ceux à simple corde ont, les uns et les autres, leurs partisans. Ce sont, les uns et les autres, d'excellents appareils qui n'ont que le défaut de coûter très cher. Un commutateur de 6,000 abonnés coûte environ 600,000 francs. Malheureusement, le nombre de jacks que l'on peut mettre à la portée d'une téléphoniste est limité par la surface qu'elle peut atteindre avec ses bras, et l'on admet généralement que les commutateurs multiples ne peuvent desservir plus de 6,000 abonnés. De fait, ce nombre n'a pas même été atteint jusqu'à ce jour. Or, les réseaux des grandes villes se développent de jour en jour avec une rapidité étonnante. Paris a plus de 9,000 abonnés, Berlin en a plus de 10,000. Il faut donc, dès aujourd'hui, renoncer, malgré des appareils aussi perfectionnés, à desservir tous les abonnés d'une grande ville avec un même commutateur. L'intervention des lignes auxiliaires est indispensable. On peut, il est vrai, tourner la difficulté en reliant les abonnés du centre à un même commutateur et desservant les abonnés de la périphérie par des bureaux secondaires. On peut encore juxtaposer deux ou plusieurs commutateurs de 6,000 abonnés reliés par des lignes auxiliaires assez courtes. On a même proposé de supprimer les lignes auxiliaires entre deux commutateurs multiples voisins. L'emploi d'annonciateurs polarisés semble conduire à une solution pratique de la question et des recherches sérieuses sont faites dans cette voie: Quoi qu'il en soit, on voit que, quelque remarquables que soient les améliorations apportées dans ces dernières années aux bureaux centraux des grandes villes, il y a encore à faire et que les esprits inventifs peuvent se donner carrière. — H. T.

TERRASSEMENT (Projet de tracé et de). Nous avons déjà donné au mot CHEMIN DE FER, § *Avant-projet*, des détails sur les formalités à remplir pour la présentation de ce dossier et une description détaillée des moyens employés par les ingénieurs pour sa composition. Un second dossier est également exigé après le dossier d'avant-projet: il est relatif à l'enquête d'utilité publique et aux opérations de la commission d'enquête; nous nous contenterons de le signaler pour passer au dossier de tracé et de terrassements qui doit être dressé aussitôt après l'achèvement des études et nous donnerons quelques détails sur les méthodes généralement employées pour ces études.

A l'aide de la carte au 1/40,000 et des autres pièces composant le premier dossier, les opérateurs se rendent sur le terrain et, après avoir parcouru et reconnu l'emplacement du tracé étudié sur la carte, cherchent à appliquer le tracé.

Cette application peut se faire de deux façons différentes : avec un tachéomètre ou avec un théodolite. Si on emploie le tachéomètre, il n'y a qu'à placer l'instrument sur les points du tracé ou à côté et, pourvu que le terrain ne soit pas trop boisé, on peut, d'un seul point, relever à droite et à gauche une zone largement suffisante pour permettre de dresser un plan coté indiquant les moindres accidents de terrain. Chaque station est marquée par un piquet.

Si on emploie les moyens ordinaires, il convient de tracer tout d'abord une ligne polygonale suivant à peu près les contours du tracé figuré sur la carte.

Sur cette ligne, dont on a eu le soin de relever exactement les angles à l'aide du théodolite ou d'un cercle répétiteur, on place des piquets numérotés à tous les accidents de terrain rencontrés, non seulement sur la ligne, mais encore à droite et à gauche si on s'aperçoit qu'en face de la ligne et à une certaine distance, il se trouve quelque changement important dans la disposition du terrain. Chacun de ces piquets numérotés indique l'emplacement d'un profil en travers, Il va sans dire que les distances horizontales entre chacun d'eux sont soigneusement mesurées. Cette opération se fait habituellement à l'aide de rubans d'acier, bien étalonnés, et exige, pour être bien exécutée, deux brigades de chaîneurs; la première se servant d'un décamètre, et la seconde contrôlant les résultats de la première au moyen d'un double décamètre.

Pendant que cette opération s'effectue, le chef d'opération procède au nivellement des piquets de la ligne polygonale et au relevé des chemins, routes, cours d'eau, maisons, etc., dans la zone où doit se mouvoir le tracé.

L'opération du nivellement s'effectue à l'aide du niveau à bulle d'air et le levé des profils à l'aide d'un niveau d'eau. Il est bon, toutefois, que ces profils soient fermés entre eux. A cet effet, l'opérateur chargé de ce travail laisse un jalon à la dernière cote levée et vérifie successivement chacun de ces points de chaque côté de l'axe en les relevant entre eux au moyen d'un autre nivellement. C'est ainsi qu'on arrive à avoir un plan coté parfaitement exact. Ce plan est rapporté ensuite, dans les bureaux, à l'échelle de 0,05 pour 100 mètres ou 0,0005 par mètre. Lorsque toutes les cotes y sont inscrites, on les complète en calculant, à l'aide de ces cotes des courbes de niveau de 10 en 10 mètres. Ce travail terminé, on

procède à l'étude du tracé dans tous ses détails.

A cet effet, on commence par déterminer les principaux points et on étudie ensuite les directions partielles à donner au tracé entre ces points. Nons avons déjà indiqué, à l'avant-projet, la méthode généralement suivie. Au projet de tracé et de terrassements, elle est absolument la même, à cette différence près, qu'on se trouve en présence de documents plus détaillés, plus certains que ceux relevés sur la carte, que tous les détails y sont donnés et que, dès lors, on a tous les éléments nécessaires pour serrer la question de plus près. En effet, à l'aide de tous les documents recueillis sur place, il est facile de tracer sur le plan une ligne définitive, non seulement d'établir sa charpente polygonale, mais encore les détails du tracé. On a, en outre, la faculté de déplacer, si on le reconnaît utile, la ligne polygonale et de déterminer enfin tous les détails en raccordant les alignements par les courbes dont les rayons sont limités.

On arrive ainsi à fixer exactement les contours du tracé; il ne reste plus alors qu'à mesurer les angles des alignements, à calculer les développements des courbes en fonction des rayons qu'on s'est donné, leurs tangentes et, enfin, à déterminer les points sur lesquels il y a lieu de dresser les profils en travers devant servir aux calculs des terrassements. Ces profils sont donnés par le plan coté et s'obtiennent, soit au moyen des courbes de niveau, soit au moyen des cotes.

Pendant que ce relevé se fait sur le plan, on dresse le profil en long du tracé suivant le même procédé en relevant les cotes correspondantes à chaque profil en travers qu'on affecte de numéros d'ordre.

On indique snr ce profil en long le figuré du terrain sur l'axe du tracé par un trait noir, les lignes de pente par un trait rouge, les cotes du terrain naturel par des chiffres noirs, celles des pentes par des chiffres rouges, et les hauteurs des déblais et des remblais, obtenues par la différence entre les cotes noires et les cotes rouges, s'inscrivent au-dessous de la ligne rouge, pour les déblais et au-dessus de cette ligne pour les remblais, en face de chaque point du profil en long.

Enfin, une autre zone est réservée au-dessous des cotes rouges et noires pour l'indication des courbes et des alignements.

Lorsque le profil en long est ainsi arrêté, on procède aux calculs des terrassements, c'est-à-dire à l'évaluation du volume des terres de toute nature à enlever et à transporter en remblai ou en dépôt s'il y a lieu.

C'est à l'aide des profils en travers relevés sur le plan qu'on parvient à déterminer ces quantités. Ce travail, long et laborieux, peut être simplifié au moyen de tables qui donnent habituellement les surfaces des profils en fonction de la cote d'axe et de la pente transversale et les largeurs d'emprise servant à déterminer les surfaces de terrain à acquérir pour l'établissement des chemins de fer. L'usage de ces tables économise un temps considérable et offre, de plus, l'avantage d'éviter les erreurs qui peuvent se produire par suite de la nécessité où l'on se trouve de décomposer chaque surface en figures géométriques telles que triangles, trapèzes ou rectangles.

Lorsque tous les profils sont calculés, on dresse le tableau du calcul des terrasses qui contient le cube des déblais et des remblais pour chaque profil. A l'aide de ce tableau, on en dresse un second qui s'applique au mouvement des terres et sert à déterminer les distances moyennes des transports.

Ce tableau reproduit les cubes des déblais déjà trouvés, augmentés du foisonnement qu'il convient d'y ajouter, si les expériences faites sur leur nature en ont démontré l'existence; les cubes des remblais et la répartition des déblais à transporter en remblai ou en dépôt, en affectant à chaque profil ou à un groupe de profils la distance moyenne de la masse à déplacer calculée entre le centre de gravité de cette masse et le centre de gravité du remblai à exécuter, et en faisant la distinction de chaque nature de transport. Ainsi, on admet, en général, que la distance maxima du transport à la brouette ne doit pas excéder 90 mètres; celle du tombereau, 400 mètres. Au delà de cette distance, les transports doivent s'effectuer au vagon.

Le tableau ainsi préparé donne tous les éléments nécessaires pour établir toutes les distinctions entre les différents modes de transport et, par suite, les prix qu'il convient d'appliquer aux quantités obtenues.

On passe ensuite à l'évaluation des ouvrages d'art. Cette évaluation se fait par longueur d'ouvrage, pour les ouvrages ordinaires, et par ouvrage, pour les ouvrages spéciaux. Il ne reste plus alors qu'à procéder à la confection du dossier qui doit être présenté sous la forme suivante :

1° Une carte au 1/10,000, qui donne les détails du tracé avec son kilométrage et indique l'emplacement des stations;

2° Un plan d'ensemble au 1/40,000, avec courbes de niveau, qui reproduit les indications de la carte au 1/80,000, mais plus détaillées, et qui a pour but, surtout de justifier le choix du tracé, car il permet de s'assurer si la direction suivie est bien celle qui offre le plus d'avantages, soit au point de vue économique, soit au point de vue des localités desservies;

3° Un plan au 1/10,000 donnant les mêmes indications que le précédent, mais entrant dans tous les détails que le plan au 1/40,000 n'a pu donner en raison de la petitesse de l'échelle;

4° Un profil en long au 1/10,000 pour les longueurs, et au 1/1,000 pour les hauteurs dont nous avons décrit plus haut les dispositions de détail;

5° Des profils en travers, types au 1/100 pour les longueurs et les hauteurs. Cette pièce doit indiquer les différentes largeurs de la plate-forme qu'il convient d'adopter, soit pour les déblais, soit pour les remblais et les différentes inclinaisons de talus;

6° Des profils en travers spéciaux, au 1/200,

pour les largeurs et les hauteurs et sortant des types ordinaires, comme, par exemple, ceux où se trouvent des murs de soutènement ou de revêtements;

7° Le devis descriptif qui doit être dressé par chapitres ainsi disposés :

Chapitre Ier. Tracé, profils en long et en travers, indication des points principaux; tableau du tracé de l'axe avec l'indication des alignements, des courbes, leurs longueurs, les angles des alignements, les rayons des courbes, leurs tangentes. Un second tableau doit indiquer l'emplacement des paliers, pentes et rampes et leurs longueurs; enfin, une description complète du profil de la voie, des profils dans les parties en remblai et en déblai, les passages du déblai au remblai et l'inclinaison des talus.

Chapitre II. Ce chapitre doit donner la description des ouvrages d'art, aqueducs, ponts, passages à niveau, viaducs et souterrains.

Un premier tableau contient les ouvrages pour l'écoulement des eaux; il indique les cours d'eau sur lesquels ils sont établis, l'ouverture de ces ouvrages et leur longueur entre les têtes. Un second tableau est destiné aux ouvrages à construire pour le rétablissement des voies de communication coupées par le chemin de fer, et les raccordements qu'il y a lieu d'exécuter pour faire passer ces voies, soit au-dessous, soit au-dessus, soit à niveau. Comme le précédent, il contient les indications des chemins, routes, etc., coupés, avec les largeurs données entre les têtes, entre les parapets et entre les barrières des passages à niveau. Un troisième tableau présente la description et la désignation sommaires des grands ponts: un quatrième est réservé aux viaducs et, enfin, un cinquième aux souterrains.

Chapitre III. Ce chapitre est exclusivement réservé à la désignation des stations et haltes : il doit donner la distance de chaque station ou halte à la station ou halte précédente et la distance à l'origine du projet. Ce chapitre est le dernier du devis.

8° L'avant-métré qui présente : 1° Un tableau du cube des déblais et des remblais quand il n'y a qu'une nature de déblais; 2° Un tableau lorsqu'il y a plusieurs natures de déblais (rarement employé à cause de la difficulté des classifications); 3° Le tableau du mouvement des terres; 4° Les quantités relatives à la confection des chaussées, caniveaux et cassis; 5° Un tableau du métré des ouvrages d'art indiquant les dimensions et quantités de travaux de chaque nature qui résultent des calculs faits d'après les derniers types.

9° Un tableau renfermant les bases d'estimation des ouvrages. Ce tableau comprend les prix qu'il convient d'appliquer à chaque mètre cube de déblais fouillés, chargés et transportés; un prix par kilomètre des travaux accessoires des terrassements; un prix par kilomètre des routes, chemins et cours d'eau rectifiés; un prix par mètre courant des ouvrages pour l'écoulement des eaux; le rétablissement des voies de communications et, enfin, le prix des grands ponts, viaducs ou soutercains.

10° L'estimation sommaire des dépenses. Cette pièce renferme deux chapitres : le premier est relatif aux dépenses à faire pour les acquisitions de terrains, et le second aux travaux de terrassements et ouvrages d'art.

Au moyen des éléments fournis par les pièces dont nous venons de donner la description, on arrive à l'évaluation de la dépense totale à faire pour l'exécution des travaux.

Ce dossier doit contenir, en outre, le procès-verbal de conférences au deuxième degré et, enfin, le rapport de l'ingénieur qui est habituellement dressé de la manière suivante :

1° Exposé; 2° Tracé; 3° Alignements et courbes: 4° Profil en long; 5° Profils en travers; 6° Terrassements; 7° Ouvrages d'art; 8° Ouvrages pour le maintien des voies de communications; 9° Grands ponts; 10° Viaducs; 11° Souterrains; 12° Stations; 13° Bases d'estimation; 14° Dépenses; 15° Conférences; 16° Conclusions.

Ce rapport est soumis avec le dossier à l'examen de l'ingénieur en chef qui résume l'ensemble, donne son avis et le présente au ministre.

Le ministre le soumet à l'examen du conseil général des Ponts et Chaussées et, si le résultat de cet examen est favorable, le Ministre rend une décision approbative. Il ne reste plus alors qu'à opérer la division par lots de la ligne approuvée et à produire les projet d'exécution que les ingénieurs ont habituellement préparés à l'avance.

Chaque lot forme un dossier particulier qui porte le nom de *projet d'exécution*, mais qui demande encore à être soumis pour la forme au ministre et les travaux ne peuvent être mis en adjudication qu'après une nouvelle décision ministérielle approbative de chaque lot en particulier.

Cette dernière formalité remplie, l'ingénieur en chef s'entend avec le préfet du département traversé pour la fixation du jour de l'adjudication, et les entrepreneurs sont prévenus par voie d'affiches ou par la publicité spéciale, 20 jours au moins avant la date fixée pour l'adjudication. Des règlements administratifs déterminent les conditions d'admission des entrepreneurs aux adjudications qui ont lieu en séance publique du conseil de préfecture du département, et en présence de l'ingénieur en chef, lorsqu'il s'agit de travaux exécutés par l'Etat.

Lorsque ces travaux sont exécutés par les compagnies, les adjudications ont lieu habituellement au siège des compagnies qui convoquent à l'avance les entrepreneurs qu'il leur convient d'autoriser à prendre part au concours. — L. D.

****TINCTOGRAPHIE.** — V. TEINTURE.

***TISSUS IMPERMÉABLES.** L'imperméabilité des tissus au moyen du caoutchouc se pratique de deux manières : 1° en les recouvrant d'une feuille à la calandre (V. CAOUTCHOUC, § *Feuilles laminées*); 2° en appliquant, à l'aide de la *machine à étendre* ou *spreader*, une ou plusieurs couches d'une dissolution de caoutchouc. Les premiers sont dits *tissus calandrés*, les seconds sont des *tissus solutionnés*. Dans les deux cas, les tissus caoutchoutés sont généralement vulcanisés, soit

dans une étuve à air chaud, soit dans la vapeur, soit par le procédé à froid.

Tissus calandrés. L'étoffe qu'on se propose de rendre imperméable est d'abord séchée dans une étuve à air chaud ou passée sur un tambour sécheur, puis elle est enroulée autour d'un noyau en bois qui vient prendre place devant la calandre à trois cylindres. Ceci fait, le caoutchouc préalablement mélangé avec des poudres minérales et du soufre, est d'abord réchauffé, puis introduit entre les deux cylindres supérieurs de la calandre. L'appareil est réglé de façon à obtenir une feuille d'une épaisseur régulière; quand ce résultat est atteint, l'étoffe est présentée entre les deux cylindres inférieurs, la feuille s'applique sur le tissu et y adhère si l'on prend soin de serrer les cylindres d'une façon convenable. Le tissu caoutchouté est reçu, tantôt sur un noyau en bois, tantôt sur un tourniquet, suivant qu'il doit être vulcanisé en vapeur ou dans une étuve.

Pour appliquer un vernis, le tissu caoutchouté est dirigé, au sortir de la calandre, sur un rouleau en bois disposé au-dessus d'une auge remplie du liquide en question. Le mouvement de traction imprimé au tissu pour l'enrouler suffit pour faire tourner le rouleau vernisseur qui s'imprègne constamment de liquide.

Les tissus vernis sont disposés sur un tourniquet et portés dans une étuve à air chaud où ils restent de cinq à huit heures à une température qui varie de 120° à 130°. La durée de la cuisson dépend, du reste, de la nature du mélange et surtout de la proportion de soufre qu'il renferme. En général, il convient d'opérer à basse température pour que les tissus proprement dits ne soient pas brûlés.

Pour fabriquer des *tissus maroquinés*, on commence par déposer sur l'étoffe une feuille de caoutchouc mélangé, comme s'il s'agissait de produire un tissu lisse. Au sortir de la calandre, le tissu caoutchouté est enroulé autour d'un noyau en bois et passé ensuite dans une *maroquineuse*. Cet appareil consiste en deux cylindres superposés dont les tables sont guillochées et recouvertes d'une garniture de papier maroquiné. En faisant passer le tissu entre les deux cylindres animés d'un mouvement de rotation, la surface caoutchoutée reçoit l'empreinte du cylindre maroquiné et passe ensuite sur un rouleau vernisseur. La vulcanisation s'opère dans l'étuve à air chaud, comme pour les tissus lisses. Les tissus maroquinés servent généralement à confectionner des couvertures pour voitures, des caparaçons, etc., aussi emploie-t-on, pour les fabriquer, de forts tissus en coton ou en laine.

Toutes les fois que la vulcanisation est faite dans une étuve à air chaud, il faut avoir soin d'introduire dans le caoutchouc un oxyde de plomb, de la litharge par exemple. Si cette précaution n'a pas été prise, la cuisson se fait mal et la matière reste pâteuse. En employant de la litharge ou du minium dans le mélange, celui-ci devient noir ou brun foncé pendant la cuisson; c'est ce qui fait que le procédé est spécialement réservé à la fabrication des tissus recouverts de caoutchouc noir et sur lesquels on applique un vernis.

Les tissus avec caoutchouc blanc sont vulcanisés dans une chaudière à vapeur. A cet effet, le tissu est reçu, au sortir de la calandre, sur un noyau en bois et sa surface est talquée, puis il est enroulé sur lui-même autour d'un grand tambour en tôle ou mandrin, comme s'il s'agissait d'une feuille de caoutchouc; on l'introduit ensuite dans le vulcaniseur à vapeur où il reste de une à trois heures, à une température variant de 125 à 140°, suivant la composition du caoutchouc employé.

Comme les vernis sont attaqués par la vapeur, ce mode de vulcanisation est réservé à la fabrication des tissus mats. On peut encore vulcaniser les tissus calandrés par le procédé à froid. Le caoutchouc est mélangé, à la manière ordinaire, avec des matières minérales ou des matières colorantes, il est inutile d'y ajouter du soufre. Quand le tissu est recouvert de sa feuille de caoutchouc, il suffit de le faire passer sur un rouleau plongeant dans le liquide vulcanisant, la vulcanisation s'opère instantanément. Nous décrirons, du reste, ce procédé avec plus de détails lorsque nous parlerons des tissus solutionnés.

Il est facile de comprendre que les caoutchoucs destinés à rendre les tissus imperméables n'ont pas besoin d'être très purs, puisqu'ils n'ont pas à subir d'allongements appréciables; il suffit simplement que la matière qui recouvre l'étoffe soit aussi élastique que cette dernière qui l'est toujours très peu. Aussi tous les mélanges destinés à imperméabiliser les étoffes sont-ils toujours très chargés de poudres minérales. Nous avons souvent constaté, par des analyses, que certains d'entre eux ne renfermaient pas plus de 20 0/0 de caoutchouc, parfois même 15 0/0.

Voici quelques mélanges de bonne qualité moyenne :

1° Caoutchouc noir pour tissus calandrés et vulcanisés en étuve :

Caoutchouc para	50
Craie	30
Litharge	10
Noir de fumée	8
Soufre	2
	100

2° Caoutchouc noir, même usage que le précédent, mais de qualité inférieure :

Caoutchouc para	25
Factice noir	20
Craie	30
Litharge	15
Noir de fumée	6
Goudron	2 1/2
Soufre	1 1/2
	100

3° Caoutchouc blanc pour tissus calandrés et vulcanisés dans la vapeur :

Caoutchouc para	40
Oxyde de zinc	55
Soufre	5
	100

Tissus solutionnés. A l'article CAOUTCHOUC (V. ce mot, § *Enduits*), nous avons décrit l'ancien procédé employé pour solutionner les tissus à l'aide d'un instrument connu sous le nom de *couteau à sparadrap*. Aujourd'hui, ce système est à peu près abandonné, nous pourrions même dire complètement abandonné dans les fabriques de caoutchouc ; nous allons, en conséquence, dire quelques mots des appareils actuellement en usage et nous commencerons par l'étude de la préparation des dissolutions.

PRÉPARATION DES DISSOLUTIONS DU CAOUTCHOUC. *Choix du dissolvant.* Le meilleur dissolvant du caoutchouc est incontestablement le sulfure de carbone, seul ou mélangé avec 5 à 6 0/0 d'alcool pur. Mais ce liquide est très volatil, et ses vapeurs inflammables le rendent dangereux à manipuler ; de plus, il possède une odeur désagréable, en même temps qu'il présente certains inconvénients au point de vue de la santé. Pour ces raisons, il est peu utilisé comme dissolvant.

Le chloroforme est aussi un bon dissolvant du caoutchouc, mais par suite de son prix élevé, on lui préfère généralement la benzine et l'essence de térébenthine. Ces deux derniers liquides sont employés dans la majeure partie de fabriques de tissus imperméables ; ils doivent être bien purs et surtout exempts de matières grasses ; en s'évaporant, ils ne doivent pas laisser de résidus poisseux.

Dissolutions. Les dissolutions ou pâtes qui servent à enduire les tissus sont de diverses natures ; les unes sont préparées avec du caoutchouc pur, les autres avec du caoutchouc mélangé. Les premières sont vulcanisées par le procédé à froid : les secondes, s'ils renferment du soufre, sont traitées en étuve ou dans une chaudière à vapeur ; dans le cas contraire, elles sont vulcanisées par le procédé de Parkes.

Les solutions sont formées avec des proportions variables de liquide : on emploie tantôt des dissolutions épaisses, composées par exemple de 1 kilogramme de caoutchouc et 2 kilogrammes de benzine, tantôt des solutions plus fluides préparées avec 1 kilogramme de caoutchouc et 8 à 10 kilogrammes de benzine. Quelle que soit la proportion du dissolvant, les matières subissent toujours le même traitement avant d'être appliquées sur les étoffes ; nous allons étudier les appareils qui servent à les préparer.

Appareils pour préparer les solutions. Le caoutchouc doit être lavé et bien sec ; puis il est mastiqué ou malaxé. Nous avons décrit le traitement auquel le caoutchouc est soumis pour être amené à cet état ; nous avons également fait connaître comment on obtenait le caoutchouc mélangé, c'est-à-dire combiné mécaniquement avec des matières accessoires ou colorantes ; nous ne reviendrons pas sur les appareils déjà connus, tels que laveur, diable, mélangeur.

Pour permettre au dissolvant d'agir rapidement, on commence par réduire le caoutchouc mélangé, ou simplement mastiqué, s'il s'agit de caoutchouc pur, en feuilles d'environ 1 à 1 1/2 millimètre d'épaisseur. Pour cela, on l'introduit d'abord dans un réchauffeur, puis on le passe dans un laminoir ou dans une calandre.

Au moyen d'une toile sans fin horizontale, mise en mouvement en avant de la calandre, la feuille qui sort de cette machine est dirigée vers un grand récipient en tôle, placé à distance, et renfermant une quantité de benzine déterminée d'avance. En même temps que cette feuille de caoutchouc est immergée dans le dissolvant, on remue le tout avec une spatule en bois et, après avoir bien agité, on place le couvercle du récipient pour empêcher l'évaporation du liquide. On laisse les matières en présence pendant vingt-quatre à quarante-huit heures ; on agite de temps en temps, si on juge à propos.

Parfois, au lieu de remuer la masse pâteuse à la main, avec une spatule en bois, on se sert d'un pétrin mécanique qui opère plus vite et mieux.

La pâte obtenue n'est pas suffisamment homogène, elle renferme encore des grumeaux et des particules de matières non écrasées qu'il s'agit de faire disparaître ; dans ce but, on la fait passer dans un ou plusieurs des appareils suivants : broyeur à dissolution à 2 cylindres ou à 3 cylindres, caisse à dissolution, tamiseur, etc.

Broyeur à dissolution à 2 cylindres. Il ressemble au broyeur employé pour préparer le caoutchouc mélangé, seulement ses organes n'ont pas besoin d'être aussi puissants. Un fort couteau, oscillant autour d'un axe horizontal parallèle aux cylindres, peut être amené au contact avec le cylindre à grande vitesse, de façon à râcler et à rassembler les matières qui y restent attachées. On y traite 2 à 4 kilogrammes de dissolution ; la matière est broyée entre les deux cylindres serrés à fond et est arrêtée par le couteau : elle traverse ainsi 3 à 4 fois l'appareil.

Broyeur à dissolution à trois cylindres. Les axes des broyeurs composés de trois cylindres se trouvent dans un même plan horizontal.

La dissolution ou matière pâteuse est introduite entre les deux premiers cylindres où elle subit un premier broyage ; le second cylindre la conduit vers le troisième où elle est broyée une seconde fois en passant entre les deux ; un couteau disposé à l'arrière permet de ramasser la pâte sur le troisième cylindre.

Il est facile de concevoir un appareil semblable à 4 ou 5 cylindres qui produirait 3 ou 4 broyages au lieu de deux ; mais cela serait, croyons-nous, compliquer la machine et la rendre plus coûteuse, sans qu'il en résulte des avantages appréciables. Il est toujours facile, en effet, de soumettre la masse pâteuse à une seconde opération, dans la même machine, si la première n'a pas donné de résultats suffisants.

Caisse à dissolution. Cet appareil, connu aussi sous le nom d'*épurateur de dissolution*, est formé d'une caisse en bois, évasée vers le haut et dont le fond est ocupé par un petit cylindre horizontal en fonte contre lequel viennent buter deux couteaux horizontaux.

La masse pâteuse étant introduite dans la caisse, on imprime un mouvement de rotation au cylindre qui entraîne la matière et l'écrase en

passant contre les couteaux; ceux-ci sont naturellement réglés de façon à ne laisser qu'un très faible espace entre eux et le cylindre. La matière écrasée tombe dans un récipient placé en-dessous.

Tamiseur. Un tamiseur pour dissolution se compose essentiellement d'un corps cylindrique dont le fond est occupé par une ou plusieurs tôles perforées ou par des toiles métalliques superposées plus ou moins fines et d'un piston susceptible de se mouvoir dans le cylindre.

La dissolution étant introduite dans cet appareil, le piston la refoule à travers les toiles métalliques qui arrêtent toutes les impuretés. Il est facile de comprendre qu'en disposant, au fond du cylindre, des toiles suffisamment fines, il sera toujours possible de pousser l'épuration de la matière à tel degré fixé d'avance.

Enduisage des tissus. Après avoir traversé un ou plusieurs des appareils précédents, la dissolution suffisamment broyée, bien homogène, est prête à être étendue sur les étoffes.

Le principe de la fabrication consiste à enduire le tissu d'une couche extrêmement mince de dissolution qui, après l'évaporation du dissolvant, laisse une pellicule de caoutchouc; on applique

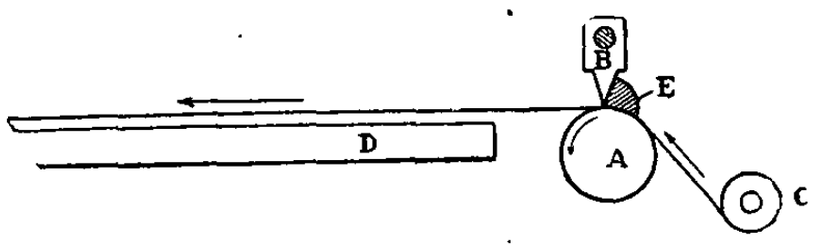


Fig. 787.

successivement sur le tissu deux, trois et jusqu'à huit à dix couches de dissolution, en prenant soin, après chaque couche, de laisser ou de faire évaporer le dissolvant avant de passer la suivante.

A l'origine, l'évaporation du dissolvant s'effectuait à l'air libre, à la température ordinaire, ce qui, dans certains cas, exigeait deux et trois heures. On peut juger par là ce qu'il fallait de temps pour étendre les 10 couches de dissolution. Aujourd'hui, on fait évaporer le dissolvant en faisant passer le tissu solutionné au-dessus d'une table creuse chauffée à la vapeur. Toutes les nouvelles machines sont basées sur ce principe; nous nous abstiendrons donc de parler de l'ancien système.

Machine à étendre. La machine à étendre se compose d'un cylindre horizontal recouvert de caoutchouc et d'un couteau dont la lame peut venir en contact avec le cylindre. La figure 787 représente une coupe de l'appareil; A est le cylindre; B le couteau; C une pièce de tissu enroulée autour d'un noyau en bois; D table creuse en fonte chauffée intérieurement par un courant de vapeur; E dissolution destinée à recouvrir le tissu.

La machine étant mise en mouvement, le tissu attiré dans le sens de la flèche se recouvre d'une couche de dissolution en passant entre le cylindre A et le couteau B; puis passant sur la table D dont la longueur est d'environ 4 mètres, le dissolvant s'évapore; le tissu va s'enrouler sur un noyau en bois disposé en-dessous de la table à vapeur.

Tel est le principe des machines à etendre actuellement en usage; elles peuvent varier, cependant, par certains détails de construction. La figure 788 est la vue de la machine à étendre. Nous croyons inutile de faire une description détaillée des organes de cet appareil dont il est facile de comprendre le mécanisme en se reportant au croquis.

En employant des dissolvants suffisamment volatils et des dissolutions un peu épaisses, c'est-à-dire formées avec 1 kilogramme de caoutchouc et 2 kilogrammes de benzine légère, par exemple, l'évaporation du liquide s'effectue par le simple passage du tissu solutionné au-dessus de la table à vapeur. L'opération est, par conséquent, continue et marche avec une vitesse d'environ 4 mètres par minute; il faut avoir soin, bien entendu, de mettre de temps en temps une certaine quantité de solution devant le couteau de la machine.

D'autre part, le couteau doit être réglé pour que la couche de dissolution qui reste sur le tissu soit parfaitement uniforme; des vis de réglage visibles sur la machine permettent d'obtenir ce résultat. Lorsqu'on emploie des dissolutions épaisses, on se contente généralement d'étendre 3 ou 4 couches superposées qui se collent ensemble pour former une seule épaisseur de caoutchouc. Avec des dissolutions fluides, on étend 10 à 12 couches.

Vulcanisation des tissus solutionnés simples. Les tissus solutionnés simples, c'est-à-dire avec caoutchouc extérieur, peuvent être vulcanisés en étuve ou en vapeur, comme les tissus calandrés; le mélange qui sert à préparer la dissolution doit alors renfermer une certaine proportion de soufre. Les tissus noirs sont presque toujours vulcanisés en étuve; ils peuvent être vernis.

Les tissus recouverts avec des caoutchoucs blancs, rouges, bleus, verts, etc., sont ordinairement vulcanisés par le procédé à froid, c'est-à-dire au moyen du chlorure de soufre dans le sulfure de carbone; dans ce cas, les mélanges ne renferment pas de soufre.

Appareil à vulcaniser les tissus. Le liquide vulcanisant est une dissolution de chlorure de soufre dans le sulfure de carbone. Les proportions des deux liquides sont variables; cependant, la quantité de chlorure de soufre est ordinairement comprise entre 2 et 5 0/0; le mélange suivant est souvent employé :

Sulfure de carbone	96 litres.
Chlorure de soufre	4
	100 litres.

Pour vulcaniser des tissus caoutchoutés, il suffit de les faire passer sur un rouleau plongeant en partie dans une auge remplie de liquide vulcanisant et qui est mis en mouvement par le frottement du tissu lui-même.

L'appareil qui réalise ce programme se compose des organes suivants : ABC, bâtis; D, rou-

leau dérouleur sur lequel se trouve le tissu caoutchouté; E et F, tambours en bois; H, grand tambour sécheur; L rouleau servant de guide: M, rouleau enrouleur; R et R', rouleaux vulcaniseurs plongeant dans les auges (fig. 789).

Le tissu à vulcaniser contourne le tambour E, frotte sur les rouleaux vulcanisateurs R et R', contourne le tambour F, puis le tambour sécheur H et e rouleau guide L pour, de là, venir s'enrouler sur un noyau en bois disposé en M qui reçoit un mouvement de rotation du moteur de l'atelier. Le tissu, s'enroulant en M, détermine le mouvement de tout le système, dans le sens indiqué par les flèches.

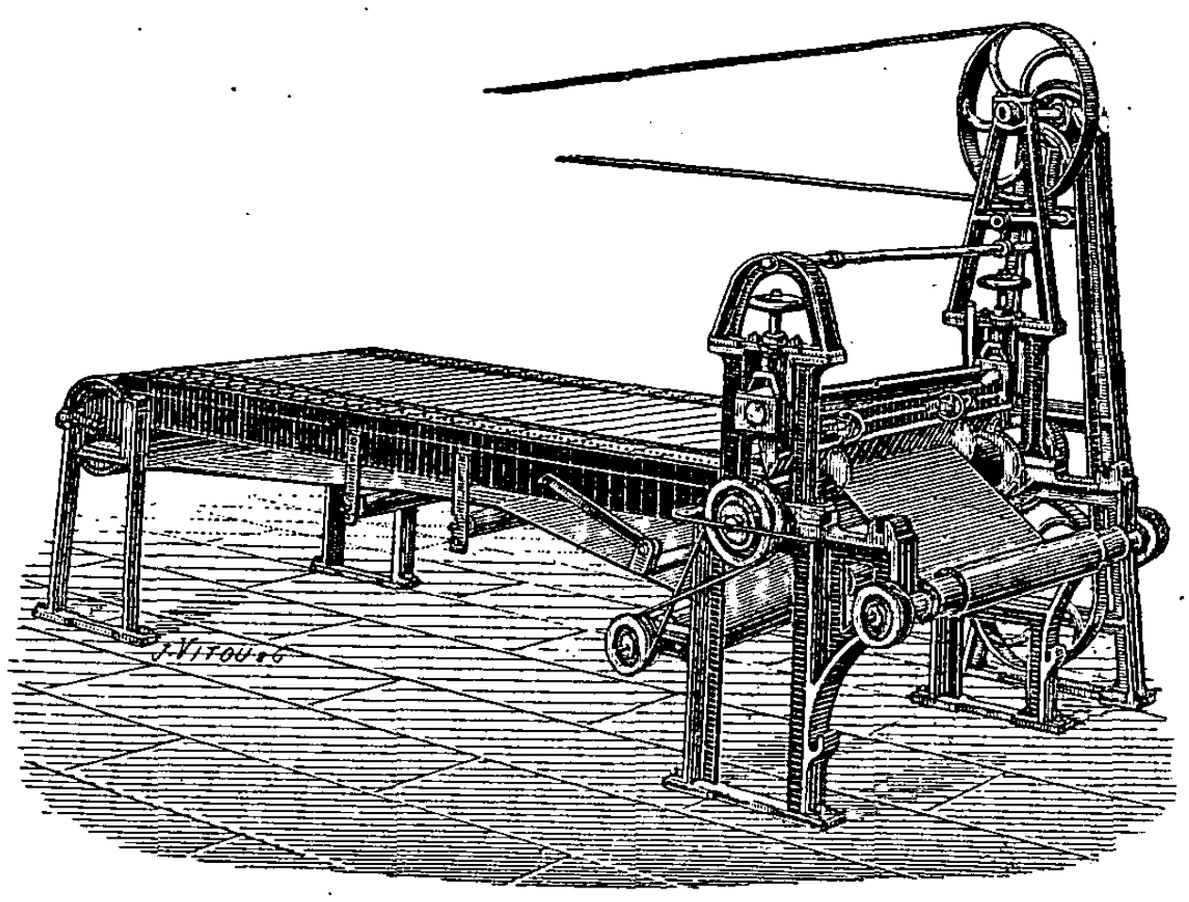


Fig. 788. — *Machine à étendre.*

Dans ce type d'appareil, nous avons figuré deux rouleaux vulcanisateurs, c'est pour être sûr qu'aucune partie de la surface du tissu n'échappe à l'action du liquide; cela permet en outre d'imprimer un mouvement plus rapide que dans le cas où l'on ne fait usage que d'un seul rouleau.

Le tambour sécheur H est en cuivre et est chauffé intérieurement par la vapeur, afin d'activer l'évaporation des liquides restés sur le tissu. Ce chauffage doit être fait avec précaution, car les vapeurs de sulfure de carbone sont très inflammables; il doit être réglé de façon à ce que le tissu soit sec après avoir contourné le tambour sécheur.

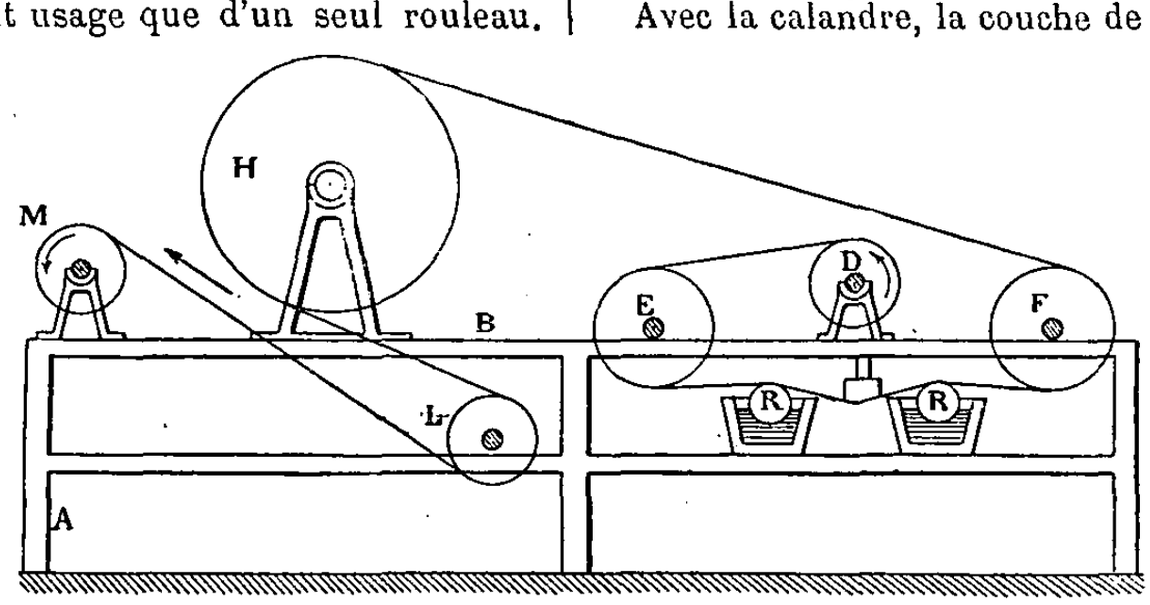


Fig. 789. — *Machine à vulcaniser les tissus.*

Cette méthode de vulcanisation est applicable aux tissus solutionnés et aussi aux tissus calandrés; mais comme l'action du liquide vulcanisant n'est que superficielle, on n'obtiendrait que de mauvais résultats avec des tissus calandrés un peu épais; les tissus solutionnés eux-mêmes n'échappent pas complètement à ce défaut. Les tissus ainsi préparés dégagent une mauvaise odeur, même longtemps après avoir été fabriqués. Pour faire disparaître cette odeur, on expose les tissus pendant une heure ou deux dans une étuve à air chaud, puis dans une atmosphère imprégnée d'ammoniaque, ce qui a, en outre, pour effet de neutraliser l'excès d'acide s'il y en a, et, enfin, dans une atmosphère parfumée si on le juge à propos. Le même appareil, qui sert à vulcaniser, peut également être employé à vernir.

Fabrication des tissus doubles. Les tissus doubles sont constitués par une couche de caoutchouc placée entre deux tissus. Pour les fabriquer on prépare deux tissus simples, caoutchoutés à la manière ordinaire, et on les superpose à la machine à doubler, en mettant la face caoutchouc de l'un en contact avec la face caoutchouc de l'autre. Cette méthode s'applique aussi bien aux tissus calandrés qu'aux tissus solutionnés.

Avec la calandre, la couche de caoutchouc déposée sur un tissu est relativement épaisse, par conséquent, en superposant deux tissus de cette catégorie, on forme un tissu double, épais et lourd, qui ne trouve d'applications que dans les cas où une grande résistance est exigée. Les tissus pour vêtements doivent être légers; ils sont ordinairement fabriqués avec des étoffes recouvertes de solutions, ce qui permet d'obtenir une épaisseur de caoutchouc aussi mince que l'on veut.

Quand les deux tissus sont caoutchoutés, on les vulcanise séparément, en les faisant passer dans l'appareil que nous avons décrit, puis on les superpose à la machine à doubler. Dans ce cas, le collage s'effectuant entre les deux surfaces

vulcanisées n'est pas toujours très solide, malgré la précaution prise habituellement d'opérer le doublage immédiatement après la vulcanisation. Pour remédier à cet inconvénient, tantôt on vulcanise un tissu seulement et on double, tantôt on vulcanise les deux tissus, on repasse l'un d'eux à la machine à étendre pour le recouvrir d'une couche très mince de dissolution et on les double; tantôt on les repasse tous les deux à la machine à étendre avant de les doubler.

FABRICATION DES TISSUS SIMPLES A SURFACES MODIFIÉES. Les tissus avec caoutchouc apparent ne sont pas d'un aspect agréable, aussi a-t-on cherché à modifier la surface caoutchoutée par une foule de moyens.

Les *tissus veloutés*, par exemple, qui ont eu, il y a quelques années, un si grand succès dans la fabrication de vêtements pour dames, sont recouverts de farine ou de fécule de pomme de terre en poudre impalpable. Au sortir de la machine à étendre, quand le tissu a reçu la dernière couche de dissolution, on répand à la surface la farine qui adhère au caoutchouc; une brosse mécanique régularise la couche et enlève tout ce qui est en excès. Les tissus veloutés sont ordinairement vulcanisés en étuve. Pour faciliter l'adhérence de la farine, la dernière couche de dissolution doit être de nature très adhésive.

Les *tissus transparents* sont fabriqués à la machine à étendre avec plusieurs couches d'une dissolution fluide de caoutchouc pur; il reste une pellicule mince de caoutchouc transparent ou semi-transparent qui laisse voir l'étoffe. Ces tissus sont très légers, ils sont vulcanisés au chlorure de soufre.

On fabrique encore des tissus recouverts de fibres végétales ou animales; le procédé est le même que pour les veloutés. Sur la dernière couche de dissolution, qui doit être très adhésive, on étend la matière réduite en poudre très fine ou en parcelles plus ou moins tenues, puis on enlève l'excès avec une brosse. On recouvre ainsi la surface caoutchoutée avec de la poudre de coton, de laine ou de soie, ce qui donne au tissu l'apparence d'un tissu double.

Il est facile de comprendre que ce procédé peut donner lieu aux effets les plus variés. Ainsi, quand le tissu a été recouvert d'une épaisseur de caoutchouc suffisante, on imprime, par rouleaux ou par une méthode connue, sur la face caoutchoutée, des dessins avec une dissolution très adhésive. Pendant que ces dessins sont encore adhésifs, on poudre la surface avec une matière quelconque; la poudre adhère seulement aux parties imprimées, c'est-à-dire qui ont reçu la dissolution, et reproduit ainsi les dessins ou les ornements. De nouveaux dessins peuvent être appliqués par dessus les premiers; de sorte qu'en combinant convenablement les impressions et les poudrages, on fabrique des tissus ornés de dessins de plusieurs couleurs, avec des fibres végétales ou animales, qui modifient complètement l'aspect des tissus simples ordinaires. — Bt.

* * **TONKIN.** — V. INDO-CHINE.

* **TORPILLES AUTOMOBILES** *autres que les torpilles Whitehead.* On trouvera dans le *Dictionnaire* la description des principaux mécanismes de la torpille Whitehead. Nous allons résumer ici en quelques mots les différentes tentatives qui ont été faites pour imiter ou surpasser les résultats fournis par cette torpille.

Tout d'abord, nous devons dire que M. Whitehead a cherché constamment à perfectionner son œuvre, et qu'aujourd'hui ses torpilles font couramment 28 nœuds pour un parcours de 400 mètres et 24 nœuds pour un parcours de 800 mètres. Il espère même dépasser ces dernières vitesses et arriver à produire des torpilles filant 32 nœuds. L'augmentation de poids de la charge explosive a fait aussi l'objet de tous ses soins, et c'est dans ce sens que semblent aujourd'hui dirigés les efforts des différentes puissances.

Torpille Schwartzkopf. La torpille Schwartzkopf est presque identique à la torpille Whitehead, à cette différence près que le bronze phosphoreux remplace presque entièrement l'acier employé exclusivement par M. Whitehead, non seulement dans la machine, mais même pour la construction de l'enveloppe des divers compartiments.

Cette torpille est également mue par une hélice actionnée par une machine à air comprimé, cet air étant emmagasiné dans un réservoir spécial.

Torpille Howell de la Compagnie Hotchkiss. La torpille Howell est certainement celle dont le mécanisme est le moins compliqué et qui fournit néanmoins d'excellents résultats. Le moteur se compose simplement d'un volant très lourd relié par des engrenages aux deux hélices. Au moyen d'une turbine analogue à celle employée sur les turbomoteurs, on lance le volant à dix mille et même vingt mille tours par minute, puis la torpille est jetée à l'eau au moyen d'un tube ordinaire dans la direction voulue. Les gouvernails destinés à régler l'immersion en profondeur sont mues par un piston hydrostatique et un pendule comme dans la torpille Whitehead. Quant au réglage en direction, le volant placé à l'intérieur de la torpille produit une action gyroscopique qui maintient très énergiquement la route primitive.

Cette torpille peut filer actuellement plus de 24 nœuds sur un parcours de 400 mètres, et il n'est pas douteux que des perfectionnements successifs ne l'amènent à donner des vitesses analogues à celles des torpilles Whitehead, sur lesquelles elle aura alors l'immense avantage de la simplicité du mécanisme.

Le seul reproche qu'on puisse actuellement lui adresser est celui de la commande des régulateurs au gouvernail de profondeur, parce qu'on n'a pas ici un servomoteur pour multiplier la force du pendule, et qu'on est obligé de prendre la force motrice nécessaire, au moyen d'un mécanisme spécial, sur les arbres de transmission.

Torpille Berdan. Cette torpille fabriquée en Angleterre serait, paraît-il, mise en marche par un moteur actionné par les gaz produits par la combustion d'une fusée spéciale. On la construit, d'ailleurs, dans le plus grand mystère.

Torpilles dirigeables. Dès qu'elle est abandonnée à elle-même, une torpille automobile est complètement soustraite à l'action de celui qui l'a lancée. Si donc, pour une raison ou pour une autre, elle est dérangée de sa route par un obstacle, elle manque le but et l'attaque est infructueuse. Frappés de cet inconvénient grave, plusieurs inventeurs ont cherché à construire des torpilles se trouvant dans tout leur parcours soumises à la volonté d'un opérateur, placé soit à terre, soit à bord d'un bâtiment, et pouvant à son gré, au moyen de mécanismes spéciaux, modifier leur direction, si le navire attaqué change la sienne.

Pour réaliser ces conditions, il est nécessaire que la torpille reste constamment reliée à l'opérateur par un fil métallique qui se déroule au fur et à mesure de la marche de la torpille, et par lequel il peut transmettre électriquement ou mécaniquement le changement voulu dans la direction du gouvernail vertical.

Torpille Paulson. La torpille Paulson a sa marche dirigée par des électro-aimants, elle est mue par une machine actionnée par les gaz développés de la détente de ce gaz, les conduits de communication traversent un réchauffeur dont la température est maintenue assez élevée au moyen d'une combinaison chimique. Un ou deux câbles conducteurs enroulés sur une bobine à l'intérieur de la torpille et sortant à l'arrière dans un tube spécial, permettent d'actionner électriquement, la valve de la machine, le gouvernail de direction et la mise en feu. On peut donc stopper la torpille et la remettre en marche à volonté dans une direction quelconque.

La torpille proprement dite est plus lourde que l'eau. Elle est maintenue à une profondeur convenable par un flotteur auquel elle est reliée à l'aide de bras en acier très solides.

Le flotteur est rendu insubmersible par une substance particulière qui l'empêche de couler, même au cas où il serait traversé par quelques projectiles. Cette torpille a filé près de 18 nœuds sur un parcours en ligne droite de près de 2,000 mètres. Elle contient environ 90 kilogrammes d'explosif.

Torpilles Sims-Edison. Cette torpille (fig. 790) présente comme dispositions extérieures de grandes analogies avec la torpille Lay-Patrick; elle est composée de la torpille proprement dite placée à ne certaine profondeur au-dessous d'un flotteur dans une action chimique. Elle reste reliée à l'opérateur par un fil métallique qui, au moyen d'une disposition spéciale, indique à chaque instant les changements de route de la torpille. Quand celle-ci s'écarte de sa route d'une quantité déterminée, une aiguille vient buter contre une touche métallique qui ferme un courant destiné à ramener la torpille dans sa direction primitive. Un autre mécanisme permettrait aussi, paraît-il, à cette torpille d'être attirée par les coques en fer des bâtiments. La torpille serait construite avec une sorte de papier spécial probablement analogue à celui qu'on emploie pour la construction des *bateaux en papier*. — V. ce mot.

Torpille Lay perfectionnée par Patrick. Cette torpille possède un approvisionnement d'acide carbonique liquide dans un réservoir spécial. Cet acide carbonique est destiné à mettre en marche une machine motrice à six cylindres disposés parallèlement à l'axe de l'arbre, et agissant au moyen de boutons dans une rainure hélicoïdale tracée sur un renflement de l'arbre. Pour éviter les obstructions dues à la production de neige d'acide carbonique dans les tuyaux au moment

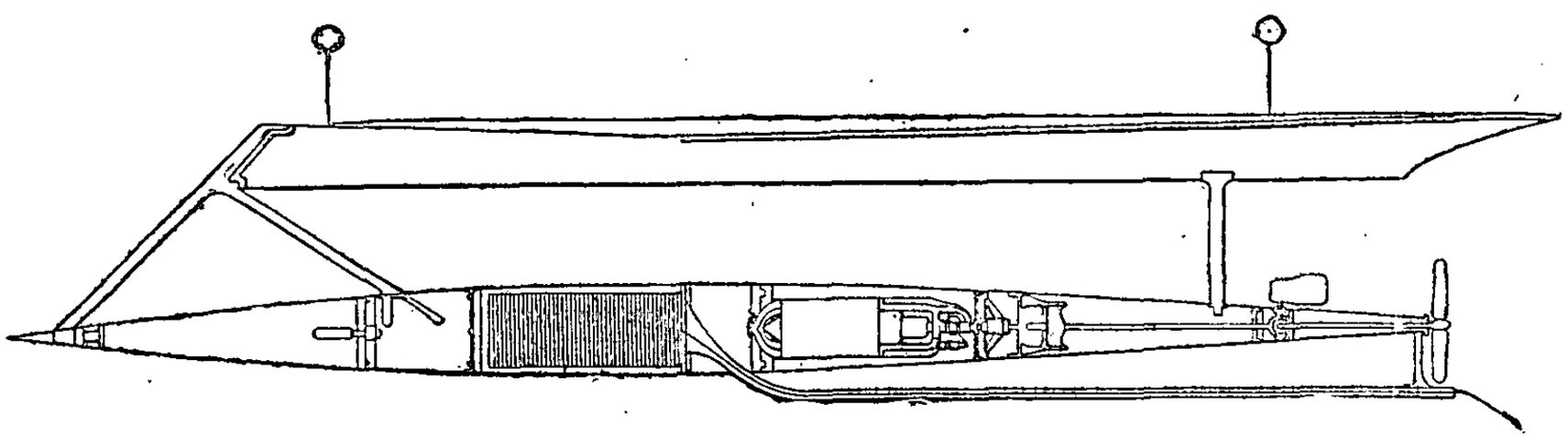


Fig. 790. — *Torpille Sims-Edison.*

insubmersible. Les bras qui relient les deux engins sont extrêmement tranchants pour couper au besoin un câble qui pourrait barrer le chemin à la torpille. La direction du bras avant est d'ailleurs telle, que si le tranchant du bras ne pouvait pas détruire l'obstacle, la torpille pourrait passer par dessous et continuer à naviguer au delà.

Au lieu de chercher à produire la force motrice, soit par un gaz comprimé, soit par une fusée combustible, l'inventeur a imaginé de se servir du câble conducteur pour amener à la torpille un courant suffisant pour mettre en marche une machine électrique actionnant directement l'arbre de l'hélice.

La mise en feu s'obtient, paraît-il, d'une façon toute spéciale par la rupture brusque du courant lancé dans la machine de la torpille. Il se produit à ce moment uu extra courant qui enflamme l'amorce de mise en feu. Il faut donc en temps ordinaire, au lieu de stopper brusquement la machine, diminuer d'abord son allure jusqu'au moment où l'on peut supprimer le courant sans risquer de provoquer l'inflammation de l'amorce. Un second conducteur roulé sous la même enveloppe que le premier et ne constituant à vrai dire avec lui qu'un câble unique, sert pour la manœuvre du gouvernail vertical.

Le câble de cette torpille a 3,200 mètres de longueur, il pèse 635 kilogrammes. La charge est de 180 kilogrammes de dynamite.

Les deux torpilles précédentes Lay-Patrick et Sims-Edison ont chacune un poids voisin de 1,900 kilogrammes. Elles paraissent donc difficiles à employer à bord d'un bâtiment. Il semble qu'elles doivent être réservées, si toutefois leur emploi paraissait satisfaisant, à l'armement de batteries de torpilles à établir dans des passes à garder.

Torpille Brennan. L'Angleterre a acheté, il y a un certain nombre d'années, une torpille imaginée par M. Brennan et destinée à protéger les passes et les côtes. Cette torpille a joui pendant quelque temps, en Angleterre, de la plus grande faveur, mais il semble que le zèle de ses partisans commence à se refroidir et que cet engin ne répond plus entièrement aux espérances qu'on en avait conçues et qui en avaient fait payer particulièrement cher le brevet exclusif de construction pour l'Angleterre. Le principe du mode de propulsion de l'appareil est presque paradoxal. Il consiste en deux tambours garnis de fil métallique fixés sur chacun des arbres porte-hélices et les entraînant, par conséquent, dans leur mouvement. Les extrémités des fils des poulies passent sur des réas et sortent à l'arrière de la torpille par un tube spécial. Ils viennent s'enrouler sur des treuils placés à terre et pouvant recevoir un mouvement de rotation convenable. En mettant la torpille à l'eau au moyen d'un chariot et en actionnant les treuils, le fil se déroule, les hélices se mettent en marche et la torpille s'élance en avant avec une vitesse d'autant plus grande que le mouvement de rotation des treuils est plus rapide. On voit qu'ici la vitesse est limitée par la résistance du fil métallique enroulé sur les tambours. L'enroulement du fil sur ces derniers est tel que les arbres des deux hélices tournent dans le même sens, sauf vers l'arrière où un système convenable d'engrenages change le sens de rotation de l'arbre extérieur pour que les deux hélices tournent en sens inverse, ce qui est nécessaire pour éviter la bande. Au premier abord, il semble qu'il serait plus simple d'éviter cet engrenage en faisant tourner les tambours en sens inverse, mais nous allons montrer que le système imaginé pour les changements d'orientation de la torpille exige précisément que la rotation d'une certaine longueur des deux arbres ait lieu dans le même sens. Le mécanisme employé pour diriger la torpille consiste à disposer sur l'arbre intérieur, fileté sur une partie de sa longueur, un écrou portant deux doigts qui passent dans deux rainures opposées pratiquées sur l'arbre extérieur. Ces deux doigts portent un collier creusé d'une rainure dans laquelle s'appuient les extrémités d'un levier à fourchette relié au gouvernail vertical. Si les deux arbres tournent à la même vitesse, c'est-à-dire si les deux treuils placés à terre font le même nombre de tours, l'écrou entraîné dans le mouvement de rotation commun des deux arbres ne bouge pas et le gouvernail vertical reste immobile. Si l'on donne à l'un des deux arbres une vitesse supérieure à celle de l'autre, les doigts viennent buter contre l'arbre extérieur dans un sens ou dans l'autre, et l'écrou tourne d'une certaine quantité entraînant ainsi la fourchette sur l'avant ou sur l'arrière et déplaçant le gouvernail vertical dans le sens convenable pour le changement de direction qu'on veut imprimer à la torpille.

La trajectoire en profondeur est réglée par des régulateurs analogues à ceux de Whitehead mais qui actionnent au moyen de simples leviers les gouvernails horizontaux. C'est là le point faible de cette torpille. Ces régulateurs n'agissent pas avec assez d'énergie et les trajectoires en profondeur de la torpille Brennan sont bien inférieures à celles de la torpille Whitehead. C'est certainement là une des causes qui ont jeté sur cette torpille un certain discrédit et qui la rendent jusqu'à présent, à moins de perfectionnements notables, inférieure aux torpilles automobiles.

Pour une vitesse de 17ᵐ,5, cette torpille pèse environ 1,300 kilogrammes et peut parcourir de 2,400 à 3,200 mètres. Sa charge explosive est de 90 kilogrammes. Les tambours intérieurs doivent recevoir une longueur de fil environ trois fois plus grande que la distance à laquelle elle peut atteindre. Les plus grandes précautions doivent être prises pour l'enroulement et la conservation de ce fil.

Résumé et conclusion. En résumé, jusqu'aujourd'hui, la torpille la plus parfaite semble encore être la torpille Whitehead, mais la complication assez considérable de son mécanisme pourra peut-être un jour la faire détrôner par la torpille Howell, de la Compagnie Hotchkiss. Quant aux torpilles dirigeables, elles pourront arriver à constituer des armes de combat sérieuses, surtout pour la défense des passes et des ports; mais il semble impossible jusqu'à présent de songer à les employer à bord des navires à cause de leur poids et de leur encombrement. Leur vitesse est également assez faible, relativement aux vitesses atteintes par les torpilles Whitehead, et surtout aux vitesses que réalisent aujourd'hui les croiseurs et que réaliseront peut-être aussi un jour prochain les cuirassés.

TOURELLE. *T. de fortif.* Ainsi que nous l'avons définie au *Dictionnaire*, la tourelle est un engin métallique appliqué sur les navires cuirassés, ou sur les fortifications de terre pour abriter les pièces d'artillerie avec leur personnel de servants, et elle renferme en même temps les mécanismes nécessaires à la manœuvre de ces pièces.

Nous avons étudié seulement au *Dictionnaire* les tourelles de navires, en réservant pour le *Supplément* l'examen de celles des forteresses de terre dont le type ne paraissait pas encore définitivement fixé; c'est donc de celles-ci que nous nous occuperons plus spécialement.

Nous rappellerons d'abord que, suivant un usage qui tend à prévaloir, le nom de *tourelles* est appliqué de préférence aux engins de forme cylindrique, tandis qu'on réserve plutôt la détermination de *coupoles* pour ceux qui sont de forme sphérique ou simplement arrondie.

Cependant, cette distinction n'est pas toujours respectée, et on rencontre souvent les deux désignations appliquées indifféremment. Il faut remarquer à cet égard, que la distinction déduite de la forme des ouvrages paraît appelée à répondre dans l'avenir à une différence d'application : les ouvrages des forteresses qui doivent affecter, autant que possible, une forme arrondie comme nous le verrons plus loin, recevraient alors plus spécialement le nom de *coupoles*, tandis que les engins de navires, dont les parois restent verticales et constituent bien les génératrices d'un cylindre à section droite circulaire ou elliptique, conserveraient seuls, par suite, la dénomination de *tourelles*.

Quelle que soit d'ailleurs la dénomination adoptée, l'engin métallique, tourelle ou coupole, servant à abriter et manœuvrer les canons, est devenu aujourd'hui en quelque sorte le complément indispensable de l'installation des fortifications, et il paraît appelé à y jouer dans l'avenir un rôle des plus importants.

— Si l'application de la coupole s'est produite de nos jours d'une manière un peu inopinée après avoir été abandonnée en quelque sorte dans la plupart des installations de forteresses récentes, il ne faut pas oublier cependant que des engins analogues ont eu leur place dans l'histoire antique, et on y trouve en effet les tourelles mobiles ou installées à demeure, employées à la fois comme moyen d'attaque et de défense.

Ainsi que le rappelle le colonel Hennebert, les tourelles de campagne mobilisées sur char étaient en usage en Perse dès la plus haute antiqnité. Celles que le roi Cyrus amena à la bataille de Thymbrée, étaient assises sur une plate-forme traînée par un attelage de huit paires de bœufs, chacune renfermait une brigade de vingt archers ; elles avaient 5 mètres de hauteur.

En dehors de ces tourelles de campagne relativement légères, on rencontrait encore dans l'antiquité, des tourelles de siège plus lourdes mais restant encore mobiles cependant, et même portées généralement à dos d'éléphants. On en trouve la mention, comme on sait, dans les historiens juifs, et Végèce a laissé, en particulier, une description assez détaillée de ces ouvrages désignés par lui sous le nom d'*hélépoles*. Il est assez remarquable, du reste, qu'un certain nombre de ces engins étaient revêtus de cuirassements métalliques.

Comme organe de fortification permanente, la tourelle fixe apparaît aussi dès les premiers âges de l'humanité, et les historiens anciens nous ont même laissé des données assez précises à ce sujet. Nous citerons, notamment, l'ouvrage de Philon de Byzance, la *Fortification*, dont le savant colonel de Rochas, qui s'est consacré avec tant de talent et d'érudition à l'étude des ouvrages scientifiques anciens, a donné une curieuse traduction. On trouvera la reproduction des passages les plus intéressants de ce traité concernant les tourelles, dans l'étude du colonel Hennebert, sur les *Frontières de France*.

Il faut observer, toutefois, qu'il s'agit là seulement de constructions en maçonnerie. C'étaient, en effet, des édifices isolés ou rattachés à un système d'ensemble de fortifications, constituant en même temps des tours qui servaient avant tout à abriter le défenseur et à lui fournir un commandement sur la campagne environnante. C'est dans les mêmes conditions qu'ont été édifiées les tours de place que le moyen âge et même les temps modernes ont laissées partout en si grand nombre dans les divers pays d'Europe. Les progrès de l'artillerie obligèrent à y renoncer peu à peu, lorsqu'il eût été bien établi que ces murailles en pierre, malgré leurs épaisseurs excessives, étaient incapables de résister à un tir normal en brèche, et il fallut bien se résigner à demander à un épais parapet en terre de faible relief et facile à dissimuler l'abri que la haute muraille ne pouvait plus assurer. On est arrivé ainsi à organiser la fortification en terre telle que nous la connaissions jusqu'à présent, fortification dans laquelle les pièces d'armement sont simplement défilées contre le tir de plein fouet et restent ainsi à l'air libre sans autre abri contre le tir plongeant. Quoi qu'il en soit, on a construit encore toutefois des tours de place à une date peu éloignée de nous, et même au cours de ce siècle ; et les fameuses tours *maximiliennes*, édifiées en 1830, autour de la ville de Linz, par l'archiduc Maximilien, passaient encore il y a peu de temps pour indestructibles.

Dans ces dernières années, toutefois, l'artillerie continuant ses progrès, est parvenue à avoir raison des obstacles qu'on lui avait opposés jusqu'à présent ; elle détruit aujourd'hui les parapets en terre aussi bien que les murs des anciennes tours de place, et des expériences récentes viennent d'en donner, à la surprise générale, des preuves convaincantes.

Dès l'abord, par les seuls progrès du tir plongeant, elle a réussi à atteindre les hommes et le matériel réfugiés derrière cet abri devenu insuffisant, obligeant ainsi le défenseur à remanier tous ses talus pour n'y plus trouver, malgré tout, qu'une protection précaire.

Plus tard, enfin, l'emploi des obus explosifs lancés contre les voûtes en pierre et les terrassements a donné des effets destructeurs tellement prononcés, qu'on en est venu à se demander s'il était encore possible d'obtenir une protection efficace dans les forts.

Il faut remarquer, en outre, que l'emplacement général de ces forts, placés souvent dans une position prédominante sur le terrain environnant, aggrave encore les dangers de leur situation à découvert.

Il arrive presque toujours, en effet, que les talus se profilant sur l'horizon forment un excellent point de mire pour l'assaillant qui a ainsi toute facilité de régler son tir. Avec la précision des pièces actuelles, il lui est donc facile d'obtenir au bout de quelques coups seulement le maximum d'efficacité de son tir, de répartir méthodiquement ses projectiles dans toute l'étendue du fort qu'il assiège. Il arrive ainsi à atteindre forcément les hommes et le matériel, soit qu'il les attaque en tir plongeant ou qu'il démolisse les parapets avec ses obus explosifs.

L'adoption des nouvelles poudres sans fumée devra même encore aggraver indirectement cette situation, car elle enlèvera au défenseur l'indication que la fumée lui fournissait sur l'emplacement des canons de l'assaillant.

Les expériences faites avec les obus explosifs, tant en France qu'en Allemagne, au fort de la Malmaison et au polygone de Cummensdorf, n'ont pas été publiées et nous ne pouvons donc pas les exposer ici, mais, pour expliquer l'émotion qu'elles ont soulevée, nous en rappellerons toutefois les résultats principaux, d'après le savant ouvrage du général Brialmont, sur l'*Influence du tir plongeant et des obus-torpilles sur la forti-*

fication. « Les tirs dont il s'agit ont été exécutés, dit-il, aux distances de 2,500 et de 3,000 mètres avec des mortiers rayés de 22 et de 21 centimètres lançant des obus-torpilles chargés, les uns, de 33 kilogrammes de mélinite, et, les autres, de 22 kilogrammes de coton-poudre. Au fort de la Malmaison, les obus à mélinite de 22 centimètres ont produit d'énormes entonnoirs dans les voûtes d'une caponnière et d'un magasin à poudre, couverts l'un et l'autre de 3 à 4 mètres de terre. Les mêmes obus, en éclatant derrière une galerie d'escarpe, et un revêtement de contre-escarpe avec voûte en décharge ont formé des brèches de 12 à 15 mètres de largeur par lesquelles une colonne d'attaque aurait pu descendre dans le fossé et monter à l'assaut, »

Ces faits, rapprochés d'autre part des résultats qu'on peut obtenir par suite de la précision actuelle du tir plongeant, soulevèrent, comme nous le disions plus haut, une vive émotion dans le monde militaire, et certains organes autorisés en arrivèrent même à conclure que la fortification était condamnée. C'est là certainement une opinion exagérée : la lutte du canon et de la cuirasse, de l'attaque et de la défense, est vieille comme le monde, elle s'est poursuivie à travers les âges avec des péripéties diverses, et il n'y a pas lieu de penser aujourd'hui que la fortification doive succomber définitivement devant les progrès de l'artillerie. Il s'agissait plutôt de trouver un système nouveau de forteresse, recourant à des abris plus résistants que les parapets en terre ordinaire, et faisant appel dans une large mesure au cuirassement métallique.

Nous n'avons pas à exposer ici par avance avec le commandant Mougin cette évolution probable de la fortification, mais nous en résumerons seulement les traits caractéristiques. Les talus en terre y seront remplacés par des blocs en ciment de béton, car cette matière présente une résistance suffisante même contre les projectiles explosifs, ainsi que l'ont montré les expériences pratiquées, en 1888, au camp de Châlons. Quant aux parapets en terre qu'on conservera, ils pourront recevoir un double revêtement métallique, l'un extérieur pour arrêter les obus explosifs, et l'autre intérieur pour arrêter les obus de perforation. Les tourelles ou coupoles qui accompagneront toujours les pièces d'armement du fort seront noyées en quelque sorte dans le massif en béton, elles formeront l'abri nécessaire de toutes les pièces d'artillerie, et du personnel de manœuvre qu'on ne devra plus laisser en aucun cas exposé directement à l'effet du tir plongeant. Du reste toute la vie et l'activité du fort seront concentrées dans des voûtes souterraines recouvertes de ciment de béton.

Ce programme de la fortification de l'avenir se réalise actuellement (1891) en grande partie, en Belgique, sous les auspices du général Brialmont qui s'est créé sur ces questions une autorité unanimement reconnue; les forts de la vallée de la Meuse qui protègent les positions de Namur et de Liège sont construits en ciment, et munis de coupoles, et on retrouvera sans doute encore ce type dans les nouveaux forts prévus pour la place d'Anvers.

La plus ancienne application des coupoles métalliques aux forteresses actuelles de terre a été réalisée, du reste, par le général Brialmont qui en installa le premier spécimen, en 1863, sur le réduit du fort n° 3 d'Anvers. Cette coupole de forme tronconique était établie sur les indications et d'après les plans du capitaine Coles de la marine anglaise, elle était revêtue d'un cuirassement en fer laminé. Cinq ans plus tard, le général Brialmont installait une seconde coupole au fort Saint-Philippe, élevé en aval d'Anvers pour battre une des passes de l'Escaut. Cet engin, de forme cylindrique et d'un type plus perfectionné, formait une tourelle en tôlerie reposant sur une substructure en maçonnerie par l'intermédiaire d'une couronne de galets assurant la rotation, comme pour les plaques tournantes de chemin de fer. La toiture du cylindre était revêtue d'un cuirassement en fer de $0^m,25$ d'épaisseur, percé de deux trous d'embrasure pour le passage des volées des deux pièces d'armement.

Un mécanisme d'engrenages appropriés permet de faire tourner la coupole à main d'homme. On peut amener ainsi les pièces dans une orientation quelconque et les soustraire aux coups de l'ennemi en continuant la rotation aussitôt après que le coup est parti.

Les coupoles ainsi constituées, dont les principes essentiels ont été conservés dans tous les ouvrages subséquents, présentent les propriétés générales suivantes, que nous rappelons d'après l'éminent général lui-même qui s'en est fait le propagateur.

« Le champ de tir des coupoles, dit-il, est de 360°, tandis que celui des casemates fixes n'est que de 60 à 70°. Les coupoles sont mises en mouvement pendant qu'on charge les pièces, et il n'est pas nécessaire de les arrêter pour faire feu. La chance d'atteindre leurs embrasures est par conséquent très faible. Une troisième propriété des coupoles consiste dans la grande rapidité de leur tir, provenant de ce que les affûts sont fixes, et que les pièces rentrent automatiquement en batterie..... »

Ajoutons que les types récents de coupoles munis de dispositifs d'affûts perfectionnés permettent d'obtenir un tir beaucoup plus précis qu'avec les affûts ordinaires de campagne, et on en conçoit immédiatement la raison, en songeant que le canon est rattaché à un mécanisme bien étudié prévenant absolument toute déviation de la pièce, et c'est certainement par le tir sous coupole qu'on peut apprécier la perfection à laquelle les pièces d'artillerie sont arrivées actuellement, et la précision vraiment extraordinaire dont elles sont susceptibles.

Embrassant tout l'horizon comme elle le fait, la coupole se prête admirablement aux tirs indirect et convergent sur but invisible, elle permet d'effectuer le tir en se guidant uniquement d'après les renseignements que donnent les cartes.

Pareil résultat peut être atteint évidemment, dans certaines limites d'orientation seulement,

avec des canons à air libre tirant en barbette, mais avec une précision beaucoup moindre, et comme d'autre part le tir de ceux-ci est beaucoup plus lent, il en faudrait un plus grand nombre pour suppléer une coupole. Si elle est armée de deux canons, par exemple, elle peut tirer autant de coups que six autres en économisant le personnel et l'emplacement correspondants. Si on tient compte de cette considération, et de la réduction considérable qui en résulte pour l'importance des travaux de terrassement, d'installation de plates-formes, d'abris, etc., on arrive à reconnaître que la coupole présente encore l'avantage au point de vue économique.

En fait, tous les petits Etats qui ne veulent pas immobiliser un trop grand nombre d'hommes pour occuper leurs forteresses, réalisent ou étudient au moins l'application en grand de ces engins.

La Hollande en possède déjà cinq, de type relativement ancien, à Nieuwe-Mas-Mund (sur les bouches de la Nouvelle-Masse), au fort d'Ymuiden et à Harssens. Elle se propose d'en étendre l'application en adoptant des types plus récents.

La Belgique qui a été la première à entrer dans cette voie, comme nous l'avons indiqué tout à l'heure, possédait déjà une dizaine de tourelles à Anvers : elle installe actuellement les grandes tourelles des nouveaux types pour canons de 12 et de 15 centimètres dans les forts de Namur et de Liège qui gardent la vallée de la Meuse; elle a, en outre, dans ces mêmes forts un grand nombre de petites tourelles pour mitrailleuses, et elle se propose d'en installer d'autres pour la défense d'Anvers.

La Suisse et le Danemark ont aussi de leur côté diverses applications de tourelles en cours d'étude ou en voie d'achèvement.

La Roumanie qui a procédé, en 1885, à des tirs comparatifs dont le retentissement a été universel, va également armer de coupoles les forts qu'elle a fait construire autour de Bucarest.

Sans en faire une application aussi exclusive, les grands Etats d'Europe ont tenu à recourir également aux tourelles pour l'armement des forteresses d'arrêt particulièrement importantes. On en trouve un certain nombre en Angleterre, en Italie et en Autriche. L'Allemagne en a installé dans les forts de Cologne, de Metz et de Strasbourg et elle poursuit toujours l'application de ces engins. La France en possède vingt-cinq qui ont été commandées vers 1878; mais celles-ci ne présenteraient plus aujourd'hui toute la résistance qu'on en attendait à l'origine, car les cuirassements en fonte dure dont elles sont munies ne pourraient guère supporter le tir des obus actuels de rupture, et surtout des nouveaux explosifs. De plus, l'installation même de ces engins a besoin de recevoir certaines modifications qui sont du reste à l'étude actuellement.

A la suite de ces applications déjà anciennes, la question des tourelles a fait dans ces dernières années l'objet de longues et minutieuses études auxquelles se sont attachés à la fois les ingénieurs militaires et les industriels. Les expériences pratiquées en Roumanie, en 1885, en ont été le point de départ, et plus tard les travaux défensifs entrepris par la Belgique ont amené la création de types aussi perfectionnés que possible. On peut dire, d'ailleurs, que les engins qui ont figuré dans les essais du camp de Châlons ont supporté sans désavantage le choc de l'artillerie nouvelle, montrant ainsi qu'il n'y avait pas lieu de désespérer de la fortification. Cependant, en France, cette question reste encore en suspens, mais il n'est pas douteux que le jour où on prendra enfin une décision à cet égard, on trouvera dans les grands établissements métallurgiques et ateliers de constructions, qui ont pris part à ces études, des types satisfaisant à tous les besoins; si donc, dans l'avenir, nos fortifications actuelles se révélaient impuissantes contre le tir de l'artillerie ennemie, ce ne serait pas à l'insuffisance des ressources de l'industrie que la responsabilité pourrait en être imputée.

Expériences diverses. On a vu, par ce rapide exposé, toute l'importance que présentent les tourelles dans l'organisation de la fortification nouvelle, et on comprend l'attention inquiète avec laquelle l'opinion publique a suivi, dans tous les pays d'Europe, les expé- riences dont elles ont été l'objet ces dernières années.

Nous avons donc cru intéressant de résumer brièvement ces expériences, et nous donnerons ensuite quelques détails sur les types les plus récents, établis en tenant compte des enseignements qui s'en sont dégagés, et répondant le mieux par conséquent à tous les *desiderata* formulés.

Rappelons d'abord avec le capitaine Bosch qui a publié, dans la *Revue d'artillerie*, une savante étude sur les essais de Bucarest, les conditions multiples auxquelles la tourelle doit satisfaire. Cet engin doit présenter évidemment une résistance suffisante au tir de l'ennemi et à son propre tir, assurer en même temps la protection du personnel et du matériel. En dehors de ces qualités purement défensives, il doit posséder, et surtout, les qualités offensives plus importantes encore, car elles seules lui donnent sa valeur comme instrument de combat. A ce point de vue, la tourelle doit permettre un tir rapide et précis, un service intérieur facile, elle doit avoir des mécanismes de rotation et de pointage assez sensibles pour que l'on puisse effectuer rapidement les plus petites corrections de tir; ces mécanismes doivent être à l'abri non seulement du feu de l'ennemi, mais même de toute détérioration accidentelle. La tourelle doit être habitable, le personnel ne doit pas être incommodé par son propre tir, non plus que par les gaz dégagés par l'explosion des obus de l'ennemi. Il faut, en outre, que le choc des projectiles ennemis sur la cuirasse, et même les fractures qui peuvent se produire, ne puissent pas gêner l'action des pièces; par suite, celles-ci doivent être en mesure de continuer leur tir sans entrave jusqu'au dernier moment de la lutte et jusqu'à la ruine totale de l'ouvrage.

Ce sont là, comme on voit, des conditions multiples dont quelques-unes mêmes peuvent être considérées comme contradictoires. Aussi ne faut-

il pas s'étonner de la diversité des solutions qui y ont été apportées, et des nombreuses études et recherches auxquelles se sont livrés et se livrent encore les ingénieurs militaires pour améliorer continuellement les types déjà créés.

Les premières expériences comparatives auxquelles nous faisions allusion plus haut, et qu'il convient de relater spécialement en raison de leur importance et de leur retentissement, sont celles de Bucarest exécutées pendant l'hiver 1885-1886. Elles ont porté sur deux types d'ouvrages, une coupole exécutée par la maison allemande Gruson, d'après les projets du major Schuman, et une tourelle exécutée en France par l'usine de Saint-Chamond, d'après les dessins du commandant Mougin, précédemment chef du service des cuirassements.

Nous reproduisons dans la figure 791 la vue de la tourelle de Saint-Chamond.

La coupole allemande avait la forme d'une calotte sphérique. Le cuirassement était formé de six voussoirs de 0m,20 d'épaisseur, formant les fuseaux de la calotte, et d'un septième de forme hexagonale couvrant le pôle de celle-ci. Un des voussoirs latéraux était percé de deux trous d'embrasure pour le passage de la volée des deux canons de 15 centimètres formant l'armement. Ce voussoir d'embrasure ainsi que ses deux voisins, et le ciel de la calotte étaient en fer forgé, les autres étaient exécutés en métal mixte ou Compound, formé, comme on sait, d'un sommier en fer avec revêtement superficiel en acier dur pour assurer la rupture des projectiles d'attaque.

Ce cuirassement mobile reposait par l'intermédiaire de trois panneaux verticaux en tôlerie sur un chapeau emboîtant un pivot central en acier qui supporte tout le système. Les oscillations de la coupole sur ce pivot étaient réglées au moyen d'un dispositif latéral formé de quatre roulettes prenant appui sur une circulaire fixe par l'intermédiaire de tampons à ressort.

La rotation de la coupole s'obtenait au moyen d'un treuil actionnant un pignon qui engrenait avec une roue dentée fixée sur la maçonnerie. Ce treuil pouvait être manœuvré par quatre hommes, mais on en mettait le plus souvent six. Les hommes de manœuvre étaient obligés de suivre le mouvement général en se déplaçant en cercle sur le plancher fixe inférieur, et cette disposition gênante obligeait, en outre, à attendre la fin de l'opération du chargement avant de commencer la rotation de la coupole.

Les canons d'armement faisaient corps avec le cuirassement, ce qui supprimait en quelque sorte le recul; plus exactement la force vive du recul se trouvait transmise à la coupole entière qui prenait un mouvement d'oscillation sur ses tampons. Les canons étaient maintenus à la volée dans le trou d'embrasure par une sorte d'anneau d'encastrement; à l'arrière, ils étaient suspendus au cuirassement par l'intermédiaire de deux chaînes passant sur des poulies de renvoi et portant des contrepoids aux extrémités.

La tourelle de Saint-Chamond présentait comme l'indique la figure 791 une forme complètement cylindrique avec un toit plat. Les blindages verticaux en fer A, au nombre de trois, avaient une épaisseur de 0m,45, l'un d'eux portait les deux trous d'embrasure. Le toit plat était formé de deux plaques B en fer de 0m,18 d'épaisseur prenant appui sur une feuillure circulaire ménagée dans les voussoirs.

Ce cuirassement formant chambre cylindrique reposait sur un pivot hydraulique central E par l'intermédiaire d'une charpente en tôlerie D, comprenant trois panneaux verticaux D disposés parallèlement à l'axe des canons. Le pot de presse F du pivot était en communication en G avec une puissante presse hydraulique, au moyen de laquelle un seul homme pouvait soulever toute la partie mobile en l'élevant au besoin d'une hauteur de 0m,50 pour permettre les réparations.

Dans son mouvement de rotation, la tourelle était guidée, d'ailleurs, par des galets coniques J et des roues horizontales qui prévenaient tout déplacement ou oscillation; mais ces galets ne devaient pas supporter à proprement parler le poids de l'ouvrage.

Le mouvement de rotation était obtenu par un treuil à manivelle placé dans le sous-sol, et agissant sur une couronne dentée, en bois, fixée à la tôlerie.

L'armement se composait de 2 canons de 155 millimètres, supportés par des affûts indépendants de la cuirasse, et dont le recul était limité à 45 centim. par des freins hydrauliques *hi*. Les flasques d'affût étaient rivés à un levier *b* articulé à son extrémité autour d'une cheville ouvrière horizontale, C fixée au-dessous de l'embrasure; dans ces conditions, l'affût pivotait tout entier autour d'un point fixe, choisi de telle sorte que dans toutes les positions de tir, l'axe du canon passait sensiblement par un même point, situé à peu près au milieu de l'épaisseur de la cuirasse dans le trou d'embrasure. On arrivait ainsi à réaliser une ouverture minima d'embrasure; nous verrons, du reste, que dans certains types ultérieurs on est même arrivé à réaliser l'obturation complète. Un contrepoids *rs* équilibrant le canon facilitait le pointage en hauteur.

La mise de feu des canons se faisait électriquement par un simple contact dû au mouvement même de rotation de la tourelle, on ne pratiquait d'ailleurs que le tir indirect; par mesure de sécurité la tourelle ne comportait pas de trou d'homme, comme la coupole allemande qui procédait, au contraire, par visée directe sur le but à atteindre.

Outre les parties mobiles, chacune des deux tourelles comportait un cuirassement fixe Q L, noyé dans le sol environnant où il forme avant-cuirasse, ce cuirassement a pour but de résister au tir en brèche qui tendrait à démolir la tourelle à sa base.

Nous n'insisterons pas sur le détail des expériences pratiquées à Bucarest, d'autant plus qu'elles ont fait l'objet de nombreux commentaires et de discussions quelquefois très vives dans la presse technique, nous nous bornerons à résumer brièvement, d'après le général Brialmont, les conclusions qui s'en sont dégagées.

Au point de vue de la résistance contre le tir en brèche, la forme cylindrique des tourelles est bien inférieure à la forme sphérique des coupoles, car les projectiles attaquant l'engin sphérique arrivent nécessairement sous une incidence très prononcée, qui atténue beaucoup les effets du tir. Il faut observer, en effet, qu'un projectile tombant obliquement sur une muraille cuirassée, ne peut traverser celle-ci que si la composante normale de la vitesse dont il est animé, est supérieure à la vitesse stricte de perforation de cette plaque en tir normal, et cette composante diminue évidemment dans une proportion considérable dès que l'incidence augmente.

D'autre part, le projectile lui-même est exposé à se briser dès que l'incidence est un peu forte, et on peut admettre, en effet, que la rupture doit se produire dès que l'incidence atteint 20 à 30°, suivant la nature du métal, fonte dure ou acier. Au delà de 44°, le tir des projectiles ogivaux perd

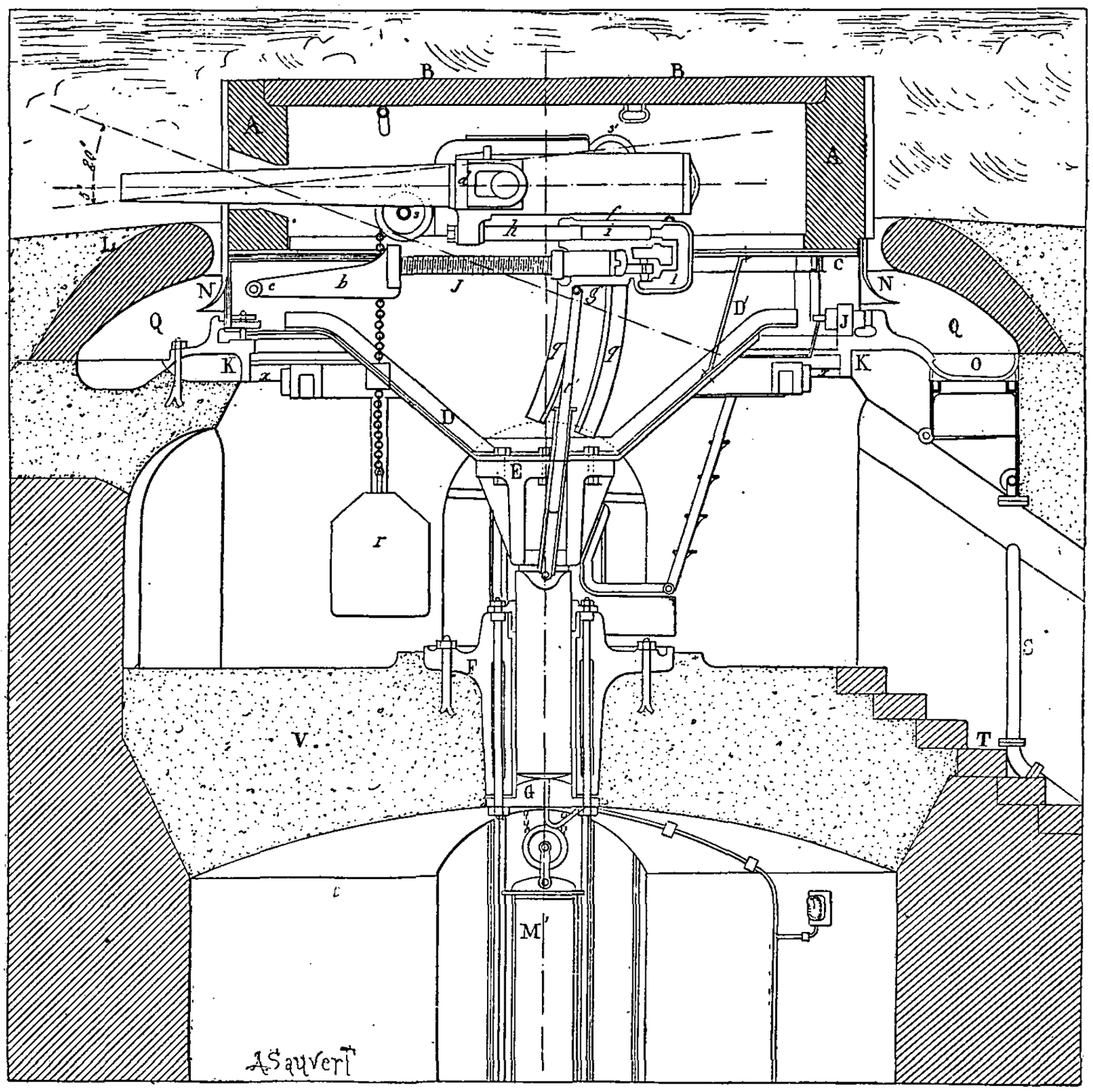


Fig. 791. — *Tourelle de Saint-Chamond essayée à Bucarest.*

toute efficacité, car la pointe du projectile ne mord plus la cuirasse.

Dans l'assemblage de la cuirasse avec la tôlerie, il faut s'attacher à éviter les boulons, les rivets, munis de têtes saillantes qui peuvent se briser sous le choc, être projetés dans la chambre de tir, et blesser les hommes occupés aux manœuvres.

Au point de vue de la précision du tir, la tourelle de Saint-Chamond, munie d'un affût indépendant, s'est montrée à Bucarest bien supérieure à la coupole allemande, dont le canon, sans recul, était suspendu au cuirassement, comme nous l'avons indiqué. Ce résultat s'explique aisément par les déplacements angulaires que les réactions du tir imprimaient nécessairement à la coupole.

Dans chaque salve de deux coups, il arrive, en effet, que les deux canons ne partent jamais en même temps, le tir du second s'opère donc au moment où le déplacement angulaire communiqué à la coupole par le tir du premier, fait déjà sentir ses effets, le canon se trouve légèrement dévié, et son tir n'a plus la même précision. Il

faut observer en outre qu'on n'a jamais la garantie qu'au bout d'un certain nombre de coups, l'axe de la coupole est demeuré bien invariable dans l'espace.

Si on relève en effet les écarts moyens des principaux tirs exécutés à Bucarest par les tourelles de Saint-Chamond et de Gruson, on trouve des différences très sensibles en faveur de la tourelle française, comme l'indiquent les chiffres suivants.

Dans un tir de 25 salves, exécutées rapidement le 21 et le 22 décembre 1885 :

Coupole allemande (21 décembre 1885).

Ecarts en hauteur	1m,89
— direction.	1m,35
— portée	19m,07

Tourelle française (22 décembre 1885).

Ecarts en hauteur	1m,29
— direction.	1m,37
— portée	14m,56

Ces différences se sont encore fortement accrues à la fin des expériences, lorsque les coupoles eurent supporté les épreuves de résistance.

Ecarts moyens de 20 salves exécutées rapidement les 17 et 26 janvier 1886 :

Coupole allemande.

En hauteur	2m,47
En direction.	0m,84
En portée.	25m,66

Tourelle française.

En hauteur	1m,25
(évaluation du major Crainiciano)	
En direction	1m,51
En portée.	12m,68

On doit donc considérer que l'emploi du canon sans recul est moins avantageux au point de vue de la précision du tir, c'est là probablement l'objection la plus grave contre ce type de coupole qui présente autrement l'avantage évident d'éviter toute complication du mécanisme. On peut craindre aussi, avec assez de raison, que l'ensemble de la coupole étant affecté à chaque tir par les réactions du recul, n'arrive à présenter, au bout de quelque temps, des avaries assez graves; mais l'expérience des tirs pratiqués sur différents types de coupoles allemandes sans recul, montre cependant que cet engin peut y résister longtemps sans altération. Il faut observer, toutefois, qu'il s'agit généralement de types à un seul canon. Ajoutons en outre que, pour préserver la coupole sans recul contre les avaries résultant de son propre tir, on se trouve amené à lui donner des formes robustes et massives qui en augmentent le poids et le prix.

Un autre avantage du type de coupole sans recul, c'est que la volée du canon n'a jamais besoin de faire saillie hors de l'embrasure. Le canon est fretté en effet dans une grosse tête sphérique invariablement maintenue dans l'embrasure où elle est articulée. On réalise en même temps une obturation complète du trou de l'embrasure qui prévient absolument la rentrée de la fumée et des gaz résultant de l'explosion des projectiles.

On peut rapprocher d'autre part les chiffres d'écarts que nous venons de rappeler et ceux que donneraient les canons sur affûts ordinaires, afin de permettre d'apprécier le degré de précision que les coupoles assurent au tir.

Or, les tables de tir officielles du canon de 155 millimètres, donnent, pour les écarts probables, à 2,500 mètres, avec la charge de 7 kilogrammes :

En hauteur.	1m,30
En direction	1m,30
En portée.	11m,50

Et on en déduit, par suite, en divisant par le coefficient 0,845, les écarts moyens suivants :

En hauteur.	1m,65
En direction.	1m,65
En portée.	13m,60

Le groupement des tirs du 22 décembre 1885, relaté plus haut, a donc été meilleur que celui d'un canon monté sur affût à roues. D'autre part, il faut observer, avec le général Brialmont, que les tourelles déjà installées en France, tirant avec les canons de même calibre, donnent des résultats encore plus favorables, comme en témoignent les chiffres suivants :

Ecart moyen en hauteur	0m,82
— en direction	0m,59
— en portée.	7m,10

On a réalisé, d'ailleurs, depuis lors, des types d'affûts qui permettent d'améliorer encore ces résultats, et les tirs pratiqués au camp de Châlons sur les tourelles expérimentées en 1888, ont donné en effet une précision supérieure. A 2,800 mètres de distance, la tourelle Bussière est arrivée à obtenir une proportion de 19 coups sur 20 dans une cible de 6 mètres sur 2 mètres.

Ces derniers résultats devaient être attribués en partie à l'installation des freins de l'affût qui étaient établis au nombre de deux, à distance égale, à droite et à gauche, et dans le plan même de l'axe du canon, de manière à donner une réaction dirigée exactement suivant cet axe, prévenant ainsi toute déviation du canon pendant que le projectile parcourt l'âme de la pièce.

Dans ces conditions, on peut apprécier réellement les merveilleuses qualités du matériel d'artillerie actuel, car la pièce donne alors la précision presque absolue dont elle est susceptible, et qu'on ne peut jamais attendre d'un affût à roues tirant sur le sol ordinaire, même avec une plate forme spéciale.

Pour résumer la conclusion qui s'est dégagée des expériences de Bucarest, nous pensons que les coupoles y ont montré qu'elles étaient capables d'assurer un excellent service pratique. Elles ont présenté une résistance prolongée contre le tir en brèche, elles ont pu effectuer un tir continu sans en être incommodées, et le poursuivre même après avoir reçu certaines avaries.

Les inconvénients qui se sont révélés tenaient surtout à des questions de détail, auxquelles il était facile de remédier ; nous citerons en particulier la ventilation qui doit être maintenue artificiellement dans la chambre de tir, car, autrement, le personnel est vite incommodé par la fumée

de son propre tir ; même lorsque le trou d'embrasure est fermé, il se produit, par le trou de l'étoupille un dégagement suffisant pour souiller rapidement l'atmosphère, et si on n'a pas d'étoupille obturatrice, il faut recourir nécessairement à la ventilation artificielle.

Les résultats favorables constatés à Bucarest semblèrent, toutefois, remis en question, comme nous le disions en commençant, lorsque les progrès de l'artillerie mirent à sa disposition le tir des obus explosifs ; il importait donc de reconnaître l'effet de ces projectiles sur les cuirassements, et l'influence que leur tir pourrait avoir sur l'organisation même des tourelles. Le gouvernement français exécuta à ce sujet de nombreuses expériences de tir, en essayant à la fois des cuirassements isolés et même des tourelles montées ; les principales de ces expériences eurent lieu au camp de Châlons en 1888.

Aucune décision définitive touchant l'application des tourelles n'a encore été prise à la suite de ces essais ; les résultats complets n'en ont même jamais été publiés, et sont toujours considérés comme confidentiels ; nous ne pouvons donc que donner des indications sommaires à cet égard.

Un premier fait à signaler, résultant d'une expérience pratiquée en 1887 auprès d'une tourelle du fort de Saint-Cyr, c'est que l'explosion d'une charge importante de mélinite, 37 kilogrammes, par exemple, ne produit pas seulement dans le voisinage, des effets mécaniques sur le matériel, mais aussi des effets délétères sur le personnel. On constata, en effet, par l'observation d'animaux vivants placés dans la chambre de tir, à la place des servants, que ceux-ci auraient été tués ou blessés par l'action mécanique et les propriétés délétères des gaz venant de l'explosion qui s'était produite en dehors, mais auprès de la tourelle.

En présence de ce résultat un peu inattendu, on reconnut la nécessité de fermer toute communication entre la chambre de tir et l'atmosphère extérieure pour empêcher la diffusion des gaz délétères. On s'est donc attaché à obstruer complètement toutes les ouvertures susceptibles de permettre l'accès des gaz, tels sont, par exemple : le trou d'homme ménagé pour l'observation directe, le vide de l'embrasure et même le vide circulaire qui existe nécessairement entre les deux couronnes de roulement fixe et mobile. On a réduit en même temps, à sa largeur minimum, le vide annulaire entre la partie mobile et l'avant-cuirasse. On s'est attaché en outre à assurer le service par l'intérieur même de la coupole, et c'est une des raisons qui ont amené à supprimer, comme trop encombrant, le pivot central qui était d'un usage général auparavant. On a reconnu en effet que les galets de roulement côniques, convenablement disposés sur les circulaires, assuraient un centrage bien suffisant et même meilleur qu'avec le pivot. Certains types de la Compagnie de Châtillon-Commentry comportent même l'emploi de galets de roulement sphériques.

Les tirs comparatifs pratiqués en 1888 au camp de Châlons, ont montré que ces dispositions sont essentielles à tous égards, et on s'est donc attaché à les réaliser, même avec les canons munis d'affûts à recul. Les coupoles exécutées pour la Belgique par les usines françaises de Montluçon (Saint-Jacques), Saint-Chamond et Marrel frères, le Creusot, associées avec diverses usines belges, les possèdent toutes d'une manière plus ou moins complète, en effet, et nous en montrons un exemple plus loin, en donnant la description de l'une d'entre elles.

Des expériences de tir ont été pratiquées, d'autre part, contre les cuirassements proprement dits, tant avec les obus de perforation qu'avec les obus explosifs. Comme les obus de perforation ne peuvent atteindre généralement le blindage des coupoles que sous une incidence assez prononcée, on a reconnu la nécessité pour obtenir un effet utile de modifier le profil ogival ordinaire, en supprimant l'ogive sur une certaine hauteur. Celle-ci est remplacée par une arête tranchante, agissant à la manière de la gouge d'un outil qui vient roder le métal du cuirassement.

Pour le métal de ces projectiles, on a reconnu la convenance d'employer l'acier forgé, car les obus en fonte dure se brisent dès que l'incidence est un peu accentuée.

Quant aux obus explosifs, ils sont formés, comme on sait, d'une sorte de boîte cylindro-ogivale en acier embouti, dans laquelle on s'est attaché à ménager un vide intérieur aussi grand que possible, pour augmenter l'importance de la charge. Ces obus sont lancés en tir indirect, avec des mortiers de siège de 155, 220 et 270 millimètres ; ils arrivent donc sous une incidence assez prononcée lorsqu'ils atteignent le cuirassement attaqué ; dans ces conditions, les dégâts obtenus sont dus seulement à l'explosion de la mélinite chargée dans l'obus. Pour que cette matière donne d'autre part tout l'effet destructeur dont elle est susceptible, il faut que l'explosion se produise au contact même du cuirassement, ainsi qu'on a pu s'en assurer en déterminant l'explosion de charges posées directement sur la plaque. Dans le tir des obus munis de simples fusées ordinaires, l'effet destructeur est fort atténué au contraire, car l'explosion n'a pas lieu après un contact suffisant, elle se produit, en quelque sorte trop tôt, au premier instant du choc de la fusée, avant que le projectile entier ait pu atteindre le blindage, et il est donc très intéressant, pour l'artilleur, d'avoir une fusée retardatrice efficace assurant l'explosion seulement après que le projectile a pénétré d'une certaine quantité, les effets destructeurs sont ainsi beaucoup augmentés.

En ce qui concerne la nature du métal des cuirassements, le fer laminé a donné les résultats les plus satisfaisants, tant contre l'action de la mélinite que contre celle des obus de perforation. Il s'est montré supérieur, en effet, à d'autres métaux, comme l'acier coulé ou forgé, qui présentent bien une résistance plus forte à la perforation, mais qui se désagrègent plus rapidement sous l'influence d'une série de chocs peu importants, sans doute, mais continuellement répétés.

Sous l'action des gaz de la mélinite, les blindages en fer se déforment par une sorte d'emboutissage et présentent des avaries qui se localisent, de préférence sur la face arrière en y déterminant une sorte de champignonnement, mais il ne se produit généralement pas de fente traversant toute l'épaisseur du blindage, comme c'est le cas avec le métal fondu, même de nuance douce. Il semble, en un mot, que la structure feutrée du fer puddlé préserve mieux ce métal que la structure homogène de l'acier fondu contre les avaries résultant de l'action des explosifs. Les expériences pratiquées en Belgique, au polygone de Braschaët, ont conduit d'ailleurs à des conclusions analogues.

A côté du métal forgé, fer puddlé ou métal fondu, on a aussi expérimenté à Châlons et à Braschaët le métal simplement coulé, n'ayant subi par suite aucun travail de forge. Il y a là une application qui serait très intéressante pour les coupoles, et généralement pour tous les engins appliqués aux forteresses de terre, car elle diminuerait beaucoup le prix de revient de ces cuirassements, et elle permettrait en même temps

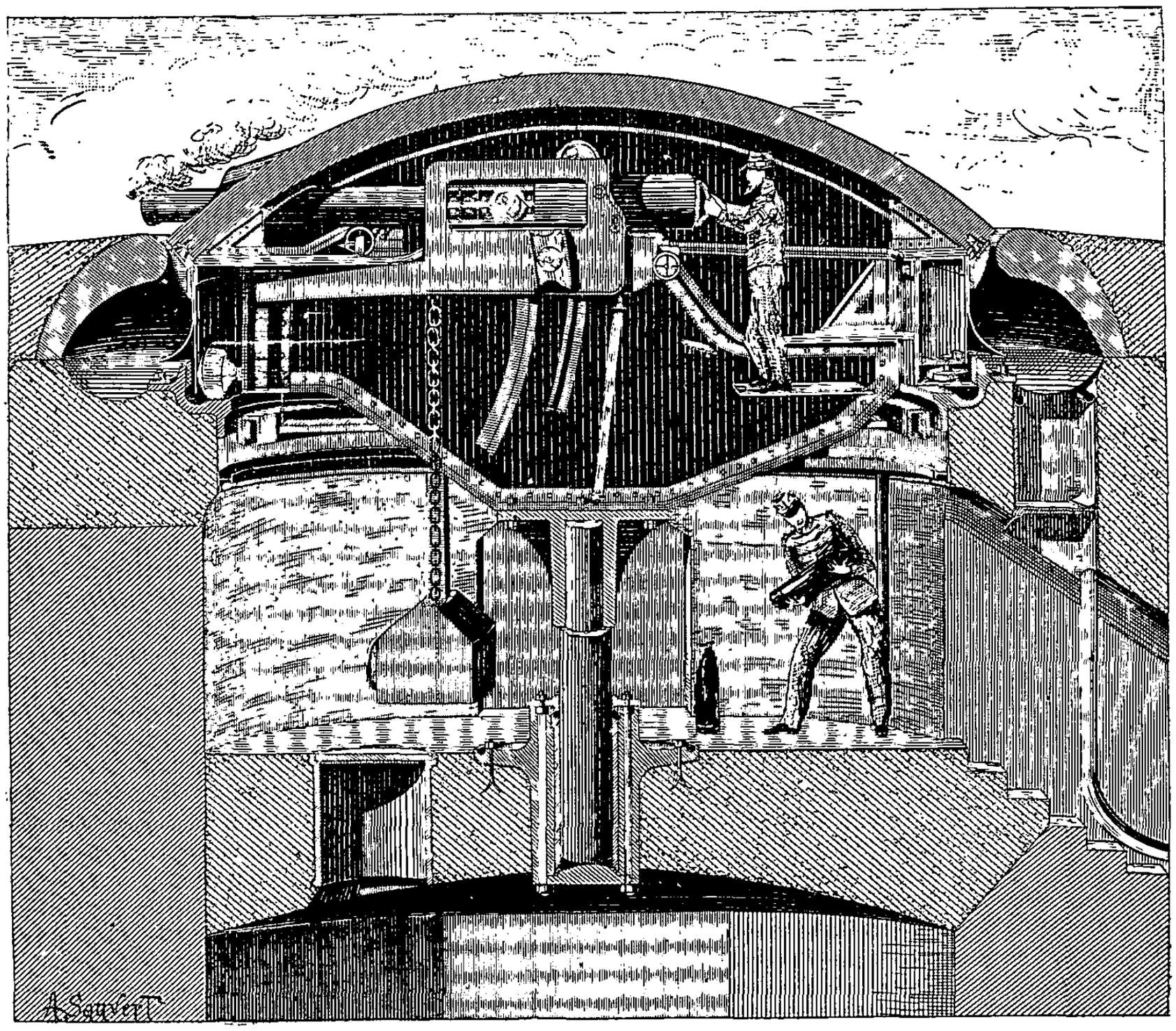


Fig. 792. — *Tourelle Mougin, fabriquée par l'usine de Saint-Chamond, essayée en 1888.*

de leur donner directement les formes les plus avantageuses au point de vue de la résistance, sans avoir besoin de recourir au travail de forge. Les expériences de perforation en tir direct ont montré d'ailleurs que le métal simplement coulé pouvait supporter assez facilement un tir prolongé pratiqué avec des coups de faible intensité ; mais il n'en est plus de même sous l'action des projectiles explosifs, le métal coulé s'est montré, en effet, fort inférieur au métal forgé, aussi l'application ne s'en est-elle pas répandue pour le cuirassement des grandes coupoles. Le métal coulé a été cependant employé dans les forts belges pour le cuirassement de certains appareils qui n'ont pas besoin d'une protection aussi efficace, et qui occupent d'ailleurs une superficie très restreinte, comme les observatoires. Sans lui donner d'ailleurs une malléabilité comparable à celle du métal forgé, l'application de certains procédés de fabrication et particulièrement l'immersion dans les bains métalliques, pratiqué par la Compagnie Châtillon-Commentry, peut améliorer la résistance du métal coulé.

On ne saurait méconnaître, d'après ces expériences, qu'il est possible d'obtenir des cuirassements capables d'apporter aux tourelles toute la protection dont elles ont besoin. Les métaux durs, compound ou acier, qui donnent les meil-

leurs résultats dans le cuirassement des navires, paraissent moins bien appropriés toutefois aux coupoles de terre, car ils ne peuvent guère supporter sans avarie des chocs moins énergiques, mais continuellement répétés; il faut donc préférer les nuances de métal doux, et surtout le fer puddlé qui présente moins de fentes sous l'action des explosifs. Les métaux coulés peuvent aussi être appliqués sur les engins les plus petits et les moins importants. Quoi qu'il en soit, les tirs du camp de Châlons, pratiqués même avec des obus explosifs, et dans des conditions beaucoup plus favorables qu'à la guerre, puisque on opérait à faible distance, à 400 mètres seulement contre des tourelles maintenues immobiles, ont montré que ces engins étaient réellement susceptibles d'une très grande résistance, puisqu'il a fallu un tir prolongé pendant trois mois pour briser les cuirassements, et cependant les mécanismes intérieurs étaient encore en état de servir. Il n'est pas douteux qu'à la guerre, lorsque on opérera à grande distance, et en tir plongeant, sans pouvoir observer les points de chute, et qu'on sera obligé de tenir compte de l'action offensive de la tourelle, on devra tirer un très grand nombre de coups avant d'atteindre celle-ci efficacement, et surtout de la mettre hors de service.

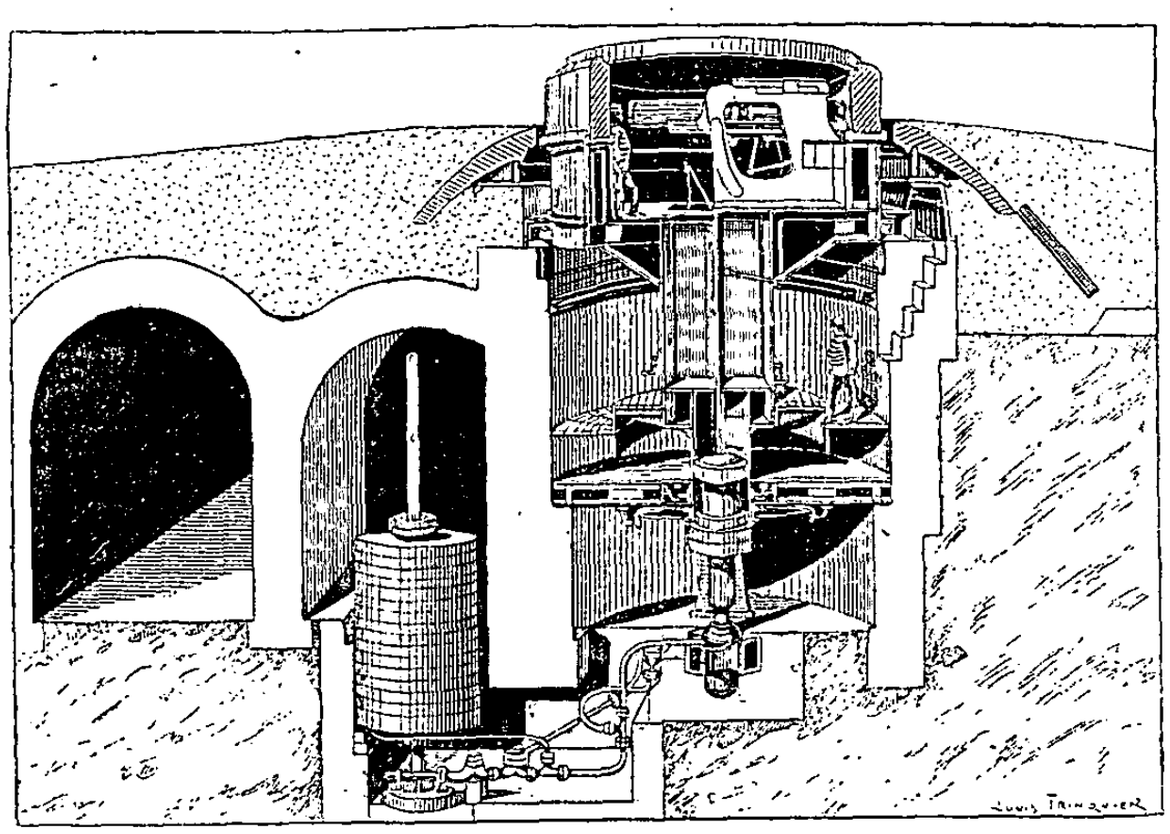


Fig. 793. — *Tourelle à éclipse, système Bussière, avec contrepoids accumulateur.*

Les expériences de Châlons ont porté également sur la résistance du béton formant le massif dans lequel étaient installées les tourelles, et elles ont donné des résultats très favorables à cet égard, car elles ont montré que le béton, convenablement constitué, était très difficile à entamer même avec la mélinite; il n'y avait pas donc d'intérêt, par suite, à attaquer la tourelle par le bas pour démolir l'infrastructure.

En ce qui concerne les types de tourelles expérimentés, ils comprenaient deux tourelles fixes, l'une pour deux canons de 155, exécutée par l'usine de Saint-Chamond, l'autre pour un canon de 155 court exécutée par l'usine de Montluçon-Saint-Jacques, et une tourelle à éclipse, exécutée d'après un système dû au commandant actuellement colonel Bussière, par la participation des sociétés de Fives-Lille et de Châtillon-Commentry.

Nous donnons dans la figure 792 le dessin de la tourelle de Saint-Chamond, et dans la figure 793 celui de la tourelle à éclipse. La coupole de Saint-Chamond était du reste tout à fait analogue à celle qui fut essayée à Bucarest, et nous n'y insisterons pas; mais nous donnerons quelques détails sur la tourelle à éclipse, qui constituait un type tout à fait nouveau et particulièrement intéressant, en raison de l'ingéniosité des mécanismes qu'elle renfermait.

Cette tourelle, de forme complètement cylindrique, recevait un mouvement d'oscillation verticale qui lui permettait de se soulever ou de s'effacer à volonté. On a là une masse mobile d'un poids de 180,000 kilogrammes, qui apparaît juste au moment précis, où les canons dont elle est armée vont effectuer leur tir et qui disparaît aussitôt après.

Ces mouvements d'apparition et d'éclipse sont, pour ainsi dire, complètement instantanés, le premier s'effectue en sept secondes, et le second en cinq. En ajoutant deux secondes pour le commandement du tir, on trouve que l'apparition des parties les plus saillantes de la tourelle ne dure pas plus de 14 secondes et que les embrasures, qui forment la région la plus exposée, sont éclipsées au bout de quatre secondes seulement. Ce résultat, si remarquable, est obtenu par une application ingénieuse du principe de la presse hydraulique, application imaginée par le commandant Bussière: tout l'ensemble mobile de la tourelle repose à la partie inférieure sur un pot de presse formant cylindre creux, mis en communication par une conduite d'eau sous pression, avec un contrepoids accumulateur; la tourelle et son contrepoids forment ainsi une sorte de balance hydraulique dans laquelle tout mouvement de déplacement de l'une des deux charges mises en équilibre, détermine pour l'autre un mouvement en sens contraire.

Les tourelles Bussière et Mougin ont été essayées au camp de Châlons du 5 septembre 1887 au 5 mai 1888, mais les expériences dont elles ont été l'objet n'ont peut-être pas donné tout l'enseignement qu'elles auraient pu comporter, car on s'est borné à pratiquer, contre chacune d'elles, un tir à outrance, qui éprouvait plutôt la résistance du cuirassement que celle du mécanisme proprement dit. On n'a pas opéré, comme le remarque le commandant Heunebert, dans des

conditions suffisamment rapprochées de la lutte véritable, puisque on n'a pas admis la riposte des tourelles contre les batteries d'attaque, et on n'a pas essayé de déterminer de quel côté devait rester la victoire.

Quoi qu'il en soit, on a exécuté contre les tourelles, avec des canons de siège, un tir à bout portant : les canons de 27 centimètres ont lancé des obus chargés de 25 kilogrammes de mélinite. Sous l'influence d'un tir prolongé pendant plusieurs mois, les cuirassements ont été certainement détériorés, comme il fallait s'y attendre, mais cependant les mécanismes sont restés intacts, et étaient encore en état de tirer avec la même justesse et la même précision qu'au commencement des expériences. On peut donc estimer, avec M. de Montgolfier, que les expériences de Châlons ont mis en évidence, de façon indiscutable, la grande résistance de ces engins qui sont appelés à former, dans l'avenir, le complément nécessaire des fortifications de terre.

La Commission chargée de la direction de ces expériences, a reconnu du reste les avantages qu'on pouvait attendre des tourelles, et sur ses conclusions, il a été décidé, en principe, qu'il convenait d'adopter un type à éclipse pour les engins exposés au tir direct, et de réserver les coupoles à simple rotation horizontale pour les engins qui n'ont à supporter que le tir plongeant.

Cette décision de principe n'a pas reçu encore les applications qu'elle comportait, mais il est permis de penser, toutefois, que la question sera reprise dans un avenir peu éloigné. Les canons à air libre placés actuellement dans les forteresses, ne peuvent plus y être conservés, en effet, sans danger en cas de guerre, car on dispose actuellement de mortiers mobiles montés sur plates-formes qui peuvent se transporter et s'installer facilement devant les forts qu'ils devront battre. On se trouve amené par suite à retirer les canons des forteresses pour les amener en pleine campagne en les montant sur des affûts mobiles; on les abritera derrière des parapets de fortification provisoire installés entre les forts et seulement au moment de la déclaration de la guerre, pour que l'ennemi n'ait pas connaissance de leur emplacement.

Les ingénieurs militaires ont continué, en même temps, leurs recherches pour créer des types répondant pleinement aux desiderata signalés. La Compagnie de Fives-Lille a amélioré grandement, par d'heureuses simplifications, le type de la tourelle Bussière à éclipse verticale, mais cet engin présente toujours l'inconvénient d'exiger, pour sa mise en marche, une puissante machine motrice ; le capitaine du génie Galopin a créé de son côté un type intéressant de tourelle à éclipse dans lequel il a réussi par contre, à supprimer la machine motrice, qu'il a pu remplacer par la manœuvre à bras d'homme. Ce résultat a été obtenu grâce à l'emploi d'un balancier oscillant sur un pivot d'un tracé spécial, formant secteur à bras de levier variable.

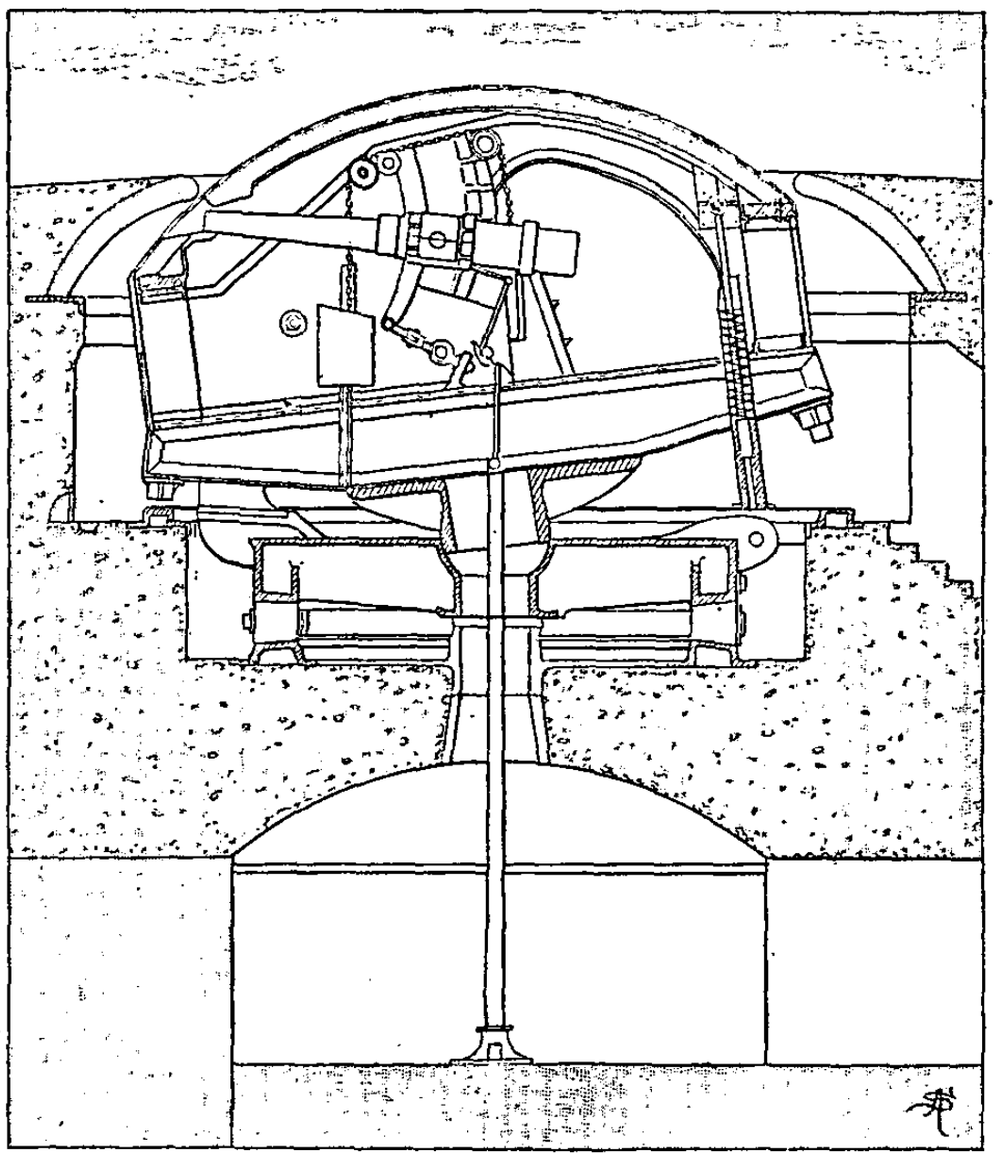


Fig. 794. — *Coupole oscillante du commandant Mougin.*

Le commandant Mougin a imaginé, d'autre part un type de coupole à éclipse, mais fonctionnant par un simple mouvement oscillatoire permettant de démasquer seulement les embrasures au moment du tir, et de les tenir éclipsées durant les intervalles. L'oscillation de l'appareil s'effectue alors autour d'un axe horizontal, passant par le centre de la sphère de la calotte cuirassée.

Ce dispositif fort ingénieux est représenté dans la figure 794, il est actuellement en construction à l'usine de Saint-Chamond, ce qui permettra d'en faire l'expérience, et de reconnaître s'il peut supporter sans inconvénient un tir prolongé.

La tourelle à éclipse fournit certainement la solution la plus satisfaisante qu'on puisse désirer, puisqu'elle est inattaquable en tir direct, en dehors de la durée, très courte, de son propre tir, mais elle exige par contre des mécanismes délicats qui en augmentent beaucoup le prix de revient par rapport aux coupoles à simple rotation ; cette considération de dépense a donc empêché, jusqu'à présent, l'application de ce type de se généraliser, et les coupoles à simple rotation sont les seules employées jusqu'à présent pour les gros canons dans les pays qui ont adopté ces engins, comme la Belgique, la Suisse, le Danemark, la Hollande, etc.

Pour les mitrailleuses, cependant, l'application du principe de l'éclipse ne présente pas les mêmes difficultés et n'entraîne pas les mêmes dépenses, et par suite, on rencontre, aujourd'hui, de nombreux exemples de tourelles de ce type. Ces tourelles, qui restent dissimulées pendant le combat à grande distance, ne doivent entrer en action qu'au moment précis de l'assaut, elles sont alors entièrement saines, et grâce aux puissants moyens d'approvisionnement dont elles disposent, elles permettent de donner aux mitrailleuses un tir aussi rapide qu'on peut le désirer.

Le mécanisme de ces petites tourelles est étudié, en général, pour permettre à un seul homme d'effectuer lui-même toutes les manœuvres nécessaires. En concentrant tous les leviers dans ses mains, il peut orienter la tourelle, incliner sa pièce pour suivre le but mobile qu'il veut atteindre, et faire feu au moment le plus favorable. Le feu peut continuer sans interruption pendant longtemps, en lançant, sur le terrain, une véritable grêle de projectiles, et on voit par là la nécessité d'assurer le service des approvisionnements, qui constitue, par suite, une préoccupation importante dans l'organisation de ces tourelles.

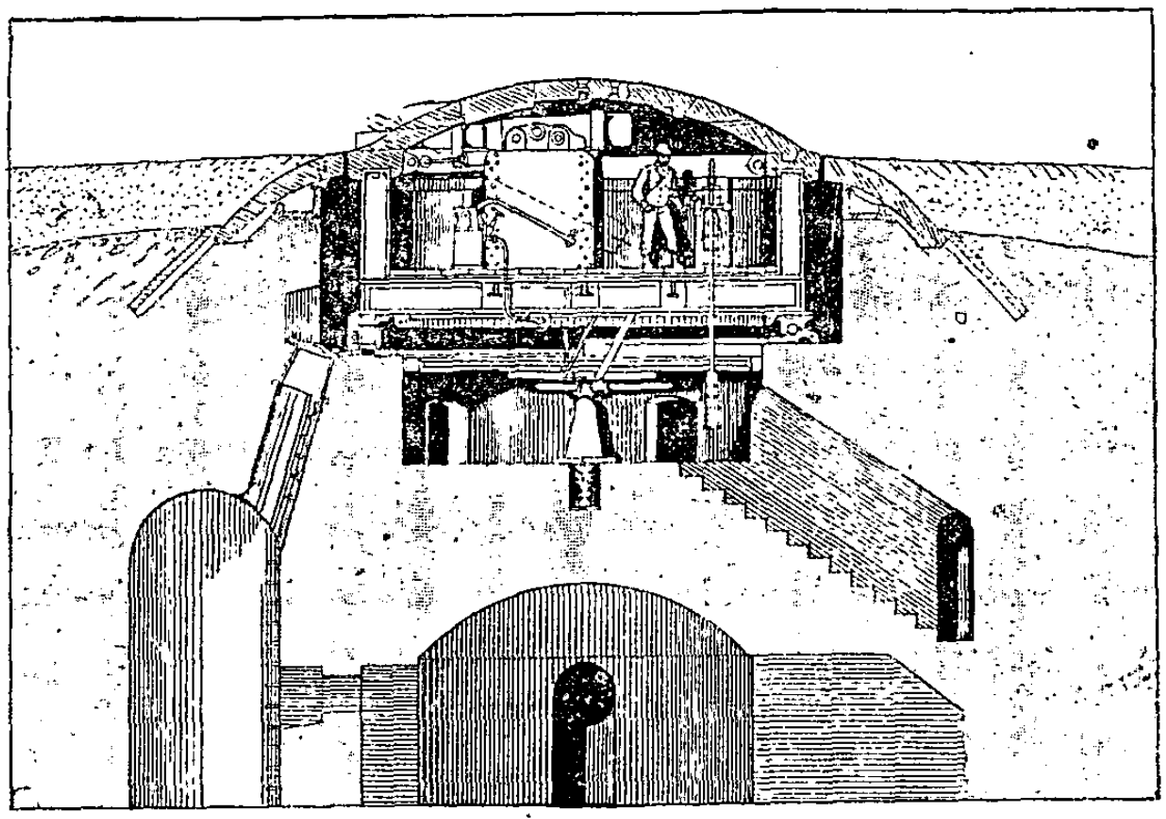


Fig. 795. — *Etude de coupole de la Compagnie de Châtillon-Commentry pour le génie belge, d'après l'ouvrage du général Brialmont : « Influence du tir plongeant sur les fortifications ».*

Comme spécimen de coupole à simple rotation, pour gros canons, pourvu de tous les perfectionnements répondant aux progrès de l'artillerie, nous donnerons la description d'un des trois types de coupoles commandés en France par le génie belge pour les forts de Liège et de Namur ; soit le type étudié par la Compagnie de Châtillon-Commentry d'après les indications du général Brialmont.

Dans un grand nombre des projets de cette Compagnie, le cuirassement en forme de calotte sphérique repose sur un fort anneau métallique formant sablière au-dessus de l'ossature de la coupole. Cette disposition présente l'avantage d'appuyer le bas de la calotte, qui forme la région la plus exposée, d'écarter l'angle rentrant du vide annulaire entourant la partie métallique, vide dont la largeur se trouve en même temps diminuée. Cette sablière est figurée sur le dessin figure 795 qui représente l'une des premières études faites par la Compagnie pour le génie belge.

Dans les types les plus récents, les embrasures sont de dimensions minima, fermées par un joint à rotule emboîtant la volée du canon, et toutes les ouvertures, notamment le vide entre les deux circulaires de roulement, sont soigneusement fermées.

La cuirasse formant toiture est munie à l'intérieur d'un double revêtement en tôle fixé par des vis pénétrant dans des trous borgnes. Ces vis n'ont pas de têtes afin d'éviter que celles-ci soient projetées, par rupture, à l'intérieur de la chambre de tir. Ce double revêtement métallique, dont les expériences de Châlons ont montré l'utilité, prévient, d'un autre côté, la projection des fragments qui pourraient se détacher du cuirassement.

La rotation s'effectue sur des galets coniques ou sur des boulets complètement sphériques, logés dans deux sillons ménagés à cet effet sur les circulaires de roulement. Cette disposition est suffisante pour assurer le centrage sans pivot.

Tout le service s'effectue d'ailleurs par le centre de la coupole qu'on s'est attaché à dégager complètement, afin qu'on n'ait jamais besoin de pénétrer dans le corridor circulaire extérieur. Il faut admettre, en effet, que ce corridor deviendrait rapidement intenable sous l'action des obus explosifs actuellement employés.

La coupole peut être mise en mouvement de la chambre inférieure au moyen d'un cabestan fixe, actionnant par un pignon d'engrenages la circulaire dentée mobile avec la tourelle. C'est la disposition adoptée pour les rotations de grande amplitude, elle est figurée au dessin, mais dans les types récents le mouvement peut être donné également de l'intérieur, au moyen d'un volant agissant sur un pignon mobile engrenant avec la couronne dentée fixe. Ce mouvement est utilisé surtout pour les petites corrections de pointage en direction.

La circulaire graduée servant à donner la direction, est rattachée à la couronne dentée mobile et se déplace devant un index fixé à la maçonnerie.

Un frein d'arrêt, manœuvré de l'intérieur, fixe la position de la coupole pendant le tir. Il est constitué par un petit volant actionnant une vis qui appuie, par l'intermédiaire d'un sabot sur la circulaire fixe de roulement.

Une coupole ainsi constituée peut effectuer une

rotation complète en deux minutes, sans effort exagéré.

L'affût est muni des dispositifs de freins hydrauliques, que nous avons signalés déjà : le déplacement des pistons de freins reliés aux tourillons des canons, refoule un volume de glycérine qui passe à travers un canal de section variable, dont le tracé est étudié, en tenant compte de l'intensité des réactions de recul développées à chaque instant de manière à obtenir un effort résistant aussi régulier que possible. Le liquide refoulé vient comprimer un empilage de ressorts métalliques ou même un simple volume d'air isolé formant ressort gazeux, qui se détend immédiatement aussitôt que le recul a cessé, et ramène la pièce en batterie d'une manière automatique.

Le recul peut être réglé à volonté en agissant sur la section du canal du frein.

Contrairement à ce qui est représenté sur le dessin, on s'attache dans les types les plus récents à ce que la pièce ne fasse jamais saillie en dehors de la coupole, de manière à ne pas indiquer la position de l'embrasure pendant la rotation. Pour la même raison, on a supprimé le renflement encore figuré, et que présentait la calotte des premières coupoles autour de l'orifice de l'embrasure.

On avait essayé d'autre part d'assurer la manœuvre du canon sous l'action d'une pression hydraulique, mais on y a renoncé, pour ne pas avoir des mécanismes trop délicats, et dans les types actuels de la Compagnie, le pointage en hauteur est donné au moyen d'un simple pignon manœuvré par un volant à main agissant sur un arc denté relié au berceau du canon.

Le canon est fixé par ses tourillons à deux coulisseaux pouvant se déplacer longitudinalement sur le châssis. Il est assujetti à tourner autour de la volée.

On remarquera le monte-charge mobile avec la coupole qui assure l'approvisionnement de la pièce pendant le tir.

En ce qui concerne la partie fixe de la coupole, l'avant-cuirasse est formée d'une couronne de six ou huit segments en fonte ou en acier, renforcés vers la tête, et qui supportent la pression du béton. Ces voussoirs sont soutenus par des nervures venues de fonte. Si on le juge utile, on peut prolonger ces voussoirs par une sorte de jupon en acier laminé s'enfonçant davantage dans le sol, comme l'indique la figure, de manière à protéger les chambres inférieures de la tourelle.

Pour terminer cette revue rapide des types actuels de coupoles, nous devons signaler, en raison de l'originalité de son principe, celui de la Société belge de Marcinelle et Couillet qui s'est attachée aussi à l'étude de ces questions militaires à l'occasion des importantes commandes qui viennent d'être faites en Belgique pour l'armement des forteresses de la vallée de la Meuse.

Dans le type de cette société les galets ou les sphères de roulement sont complètement supprimés, la rotation de la partie mobile s'opère sur une couche liquide interposée entre les deux circulaires opposées.

A l'état de repos, celles-ci restent en contact, mais, quand on veut faire tourner la tourelle, on soulève la partie mobile en amenant de l'eau sous pression qui ne peut s'évacuer librement grâce aux dispositions adoptées, et la rotation s'opère ainsi sur une couche liquide.

On a l'avantage évident de diminuer le frottement dans une mesure énorme, l'effort à développer devient insignifiant et la durée de la rotation est aussi grandement diminuée. C'est le même principe, en un mot, que celui qui a été appliqué au chemin de fer glissant par M. Girard, et qui a été repris ensuite par M. Barre, à l'Exposition de 1889. — B.

TOUR MÉTALLIQUE DE 300 MÈTRES. Les expositions universelles laissent quelquefois après elles des souvenirs intéressants. Londres a gardé de celle de 1862, son palais de cristal; Paris a gardé, de 1855, le Palais de l'Industrie et de de 1878, le Palais du Trocadéro; Vienne a conservé la rotonde de 1873; mais aucune exposition n'aura laissé de monuments aussi grandioses et aussi caractéristiques que celle de 1889; le Palais des machines et la tour de 300 mètres. Si le premier a justement excité l'admiration, la seconde a conquis immédiatement une popularité universelle, sans doute parce qu'elle donne un commencement de satisfaction à l'une des plus anciennes aspirations humaines. Après la tour de Babel, de légendaire mémoire, c'est toujours par l'élévation que l'on cherche à signaler les monuments; mais cette élévation est limitée par la nature des matériaux et la difficulté de leur emploi. Si les pyramides d'Egypte ont atteint 142 mètres, c'est grâce à leur construction massive; ce n'est que beaucoup plus tard que les progrès dans l'art de bâtir permettent aux architectes de rivaliser de hardiesse. Les flèches et les coupoles des cathédrales atteignent des hauteurs déjà prodigieuses dont quelques-unes méritent d'être rappelées comme termes de comparaison.

Cathédrale d'Amiens, 100 mètres.
Flèche de l'église des Invalides, 105 mètres.
Coupole de la cathédrale de Chartres, 110 mètres.
Clocher de la cathédrale de Chartres, 113 mètres.
Tour Saint-Michel à Bordeaux, 113 mètres.
Flèche de la cathédrale d'Anvers, 120 mètres.
Coupole de Saint-Pierre de Rome, 132 mètres.
Tour Saint-Etienne de Vienne (Autriche), 138 mètres.
Flèche de la cathédrale de Strasbourg, 142 mètres.
Flèche de la cathédrale de Rouen, 150 mètres.
Tour de la cathédrale de Cologne, 156 mètres.

Les monuments les plus élevés et les plus récents ne dépassent guère ces derniers chiffres. L'obélisque de Washington, projeté à 183 mètres de hauteur, a dû s'arrêter à 169 mètres par suite des difficultés de fondation, et le môle Antonelliana, à Turin, n'a que 170 mètres. Il convient de rappeler que l'industrie moderne a élevé, pour d'autres motifs, des cheminées d'usine remarquables par leur hauteur, 100 et 105 mètres en Amérique; 105 et 108 mètres en France; 112, 132 et 138 mètres en Angleterre (V. *Supplément*, CHEMINÉE D'USINE). Il ne paraît guère possible de dépasser beaucoup ces chiffres avec les ouvrages

en maçonnerie, parce qu'il faut tenir compte du poids de la matière et de la résistance des mortiers. En admettant pour ces derniers une résistance moyenne de 200 kilogrammes par centimètre carré et en les faisant travailler au dixième, on ne pourrait dépasser une charge de 20 kilogrammes, et il n'existe que peu d'exemples réalisés avec des pressions de 30 kilogrammes. Il faudrait donc donner aux édifices des dimensions énormes et revenir aux pyramides égyptiennes. Pour l'obélisque de Washington, le poids de l'ouvrage est d'environ 45,000 tonnes. On a donné à la fondation 223 mètres carrés, de sorte que la pression par centimètre carré est de 20 kilogrammes et même de 26 à 27 kilogrammes, si l'on tient compte de l'action du vent évaluée à 300 kilogrammes. M. Eiffel a calculé qu'un obélisque du même genre, élevé à 300 mètres, aurait coûté avec les fondations, environ 16 millions de francs.

On avait été moins hardi avec le métal; la colonne de la place Vendôme, à Paris (pierre revêtue de bronze), n'a que 43 mètres de hauteur; celle de la place de la Bastille (entièrement en métal) n'en a que 47. Toutefois, un ingénieur anglais, Trévithick, avait proposé, en 1832, d'ériger, en commémoration de la réforme, une colonne en fonte de 1,000 pieds (304m,80) avec un diamètre de 30 mètres à la base et de 3m,60 au sommet. Le poids était évalué à 6,000 tonnes, la dépense à 2 millions de francs, et la durée de l'exécution à un an. La mort du célèbre ingénieur empêcha de donner suite à ce projet, très hardi pour l'époque, et qui ne devait se réaliser qu'un demi-siècle plus tard, grâce aux perfectionnements successifs apportés dans les piles de viaducs; les principaux résultats obtenus ont été décrits dans le *Dictionnaire* (V. VIADUC SUR PILES MÉTALLIQUES). Pour diminuer la surface exposée à l'action du vent et assurer aux ouvrages plus de légèreté et d'élasticité, on avait d'abord éliminé la fonte, puis on avait réduit le nombre des arbalétriers qui, de 14 dans les piles du Crumlin, est descendu à 12 dans celles de Fribourg, à 8 dans celles de Busseau d'Ahun et de la Cère, et enfin, à 4 dans les viaducs de la ligne de Commentry (la Sioule, Neuvial, la Bouble et Bellon). Il restait à supprimer les grandes barres de treillis des faces verticales employées jusque-là pour combattre l'action du vent et, pour cela, il suffisait, comme l'avait proposé M. Nordling, d'établir la pile de façon que tout l'effort tranchant dû à cette action passat dans l'intérieur des arbalétriers. On y arrive en donnant à ces arbalétriers une inclinaison telle que leurs directions aillent se rencontrer au point d'application de la résultante du vent; seulement, comme à mesure que l'on s'élève, le *point d'application* s'élève en même temps, la direction des arêtes change continuellement, ce qui conduit à leur donner une forme courbe telle que ce sont les tangentes à cette courbe, menées par leurs intersections à chaque plan de niveau, qui convergent vers le point d'application de la résultante des actions exercées sur la partie de la pile au-dessus du plan considéré. Pour une pile de viaduc où l'on doit tenir compte de l'action du vent sur la pile et sur le tablier, la courbe se rapproche sensiblement d'une ligne droite; dans les deux cas, il suffit d'entretoiser les montants par de légers croisillons pour assurer l'invariabilité du système. C'est sur ce principe que M. Eiffel avait projeté des piles de 120 mètres de hauteur sur 40 mètres de base et que ses collaborateurs, MM. Nouguier et Kœchlin ont conçu et calculé la tour de 300 mètres que l'audacieux constructeur proposa d'exécuter pour l'exposition de 1889. Le projet, présenté en 1885, fut d'abord vivement critiqué, puis finalement adopté en 1887, à la suite d'une convention avec l'État et la Ville de Paris.

La tour Eiffel (fig. 796) dont le succès a été si brillant, présente l'aspect d'une pyramide à face courbe composée de quatre montants de section décroissante de la base au sommet. Cette section est carrée et le côté varie de 15 mètres à 5 mètres. L'écartement des pieds est de 100 mètres d'axe en axe. Comme il a été dit plus haut, la courbure des faces n'est pas le résultat d'une étude architecturale, elle est simplement la reproduction, à une échelle déterminée, de la courbe même des moments de flexion dus aux efforts du vent, calculée en admettant, pour l'intensité du vent, les deux hypothèses suivantes : l'une supposant sur toute la surface une force constante de 300 kilogrammes par mètre carré; l'autre, une augmentation progressive de 200 kilogrammes à la base jusqu'à un maximum de 400 kilogrammes au sommet. A Paris, la plus forte pression observée n'a jamais dépassé 150 kilogrammes; l'excédent du chiffre adopté avait pour but d'éviter les oscillations. Pour évaluer la surface soumise à ces efforts, on l'a partagée en plusieurs zones; à la base on a compté les montants comme pleins et frappés deux fois par le vent. L'espace correspondant à la galerie du premier étage et à la partie supérieure des arcs a été compté comme surface pleine; au-dessus du premier étage jusqu'à la moitié de la partie supérieure, la surface réelle des fers a été quadruplée; enfin pour l'autre moitié jusqu'au sommet, la surface du caisson à treillis formé par les quatre montants a été comptée comme pleine.

Avec la première hypothèse, l'effort horizontal sur la construction s'élevait en totalité à 3,284 tonnes et son centre d'action était placé à 92m,30 au-dessus de la base. Le moment de renversement était de 303,113 tonnes-mètres. Le poids total étant évalué à 6,500 tonnes et la base étant de 100 mètres, le moment de stabilité était de 325,000 tonnes-mètres et, par conséquent, supérieur au moment de renversement.

Dans la seconde hypothèse, l'effort horizontal n'était plus que de 2,874 tonnes-mètres; mais son centre s'élevait à 107 mètres et le moment de renversement à 307,518 tonnes-mètres, chiffre très rapproché du premier et encore inférieur au moment de stabilité. La différence en faveur de ce dernier est, en réalité, plus considérable, parce que le poids de la tour dépasse 9 millions de kilogrammes dont 7,300,000 de métal. La surface de fondation a été calculée de façon que la pres-

sion exercée sur le sol par chacun des piliers ne dépasse jamais 4 kilogrammes par centimètre carré.

L'axe de la tour est placé dans l'axe du Champ-de-Mars, et comme celui-ci est incliné à 45° sur le méridien, les montants se trouvent correspondre aux quatre points cardinaux; du côté de la Seine, celui d'amont est au nord et celui d'aval à l'ouest; du côté opposé, celui d'amont est à l'est et celui d'aval au sud. On les désigne sous les noms de pile nord (n° 1), pile est (n° 2), pile sud (n° 3) et pile ouest (n° 4).

Chacun des montants se compose de 4 arbalétriers d'arête qui reposent sur autant de fondations respectives; ces fondations sont constituées par des massifs de béton et de maçonnerie (V. FONDATION) surmontés d'assises en pierre de Château-Landon, inclinées normalement à la direction de l'arbalétrier. Chaque groupe de 4 fondations est entouré d'une enceinte en maçonnerie en forme de socle carré de 26 mètres de côté. C'est dans ces enceintes que sont logées les installations mécaniques des ascenseurs et de l'éclairage électrique. Le pied de chaque arbalétrier est fixé directement sur une pièce en acier encastrée dans un sabot en fonte et reliée avec la maçonnerie des fondations par deux boulons de 7m,80 de longueur et 10 centimètres de diamètre. A l'intérieur du tambour et sous chaque pièce en acier on a logé un vérin hydraulique de 900 tonnes de puissance, destiné à corriger les déviations qui pouvaient se produire pendant le montage. Ces vérins sont composés d'un cylindre en acier de 0m,62 de diamètre et de 95 millimètres d'épaisseur. Le piston est également en acier. Les arbalétriers sont formés par des poutres tubulaires à treillis de section décroissante; au départ, ils ont 0m,80 de côté et leur inclinaison est de 54°. Ils sont assemblés par des traverses horizontales et des croix de Saint-André qui divisent les faces des montants en grands panneaux de 11 à 12 mètres. Ces traverses et ces diagonales sont également des poutres tubulaires à treillis de même section que les arbalétriers.

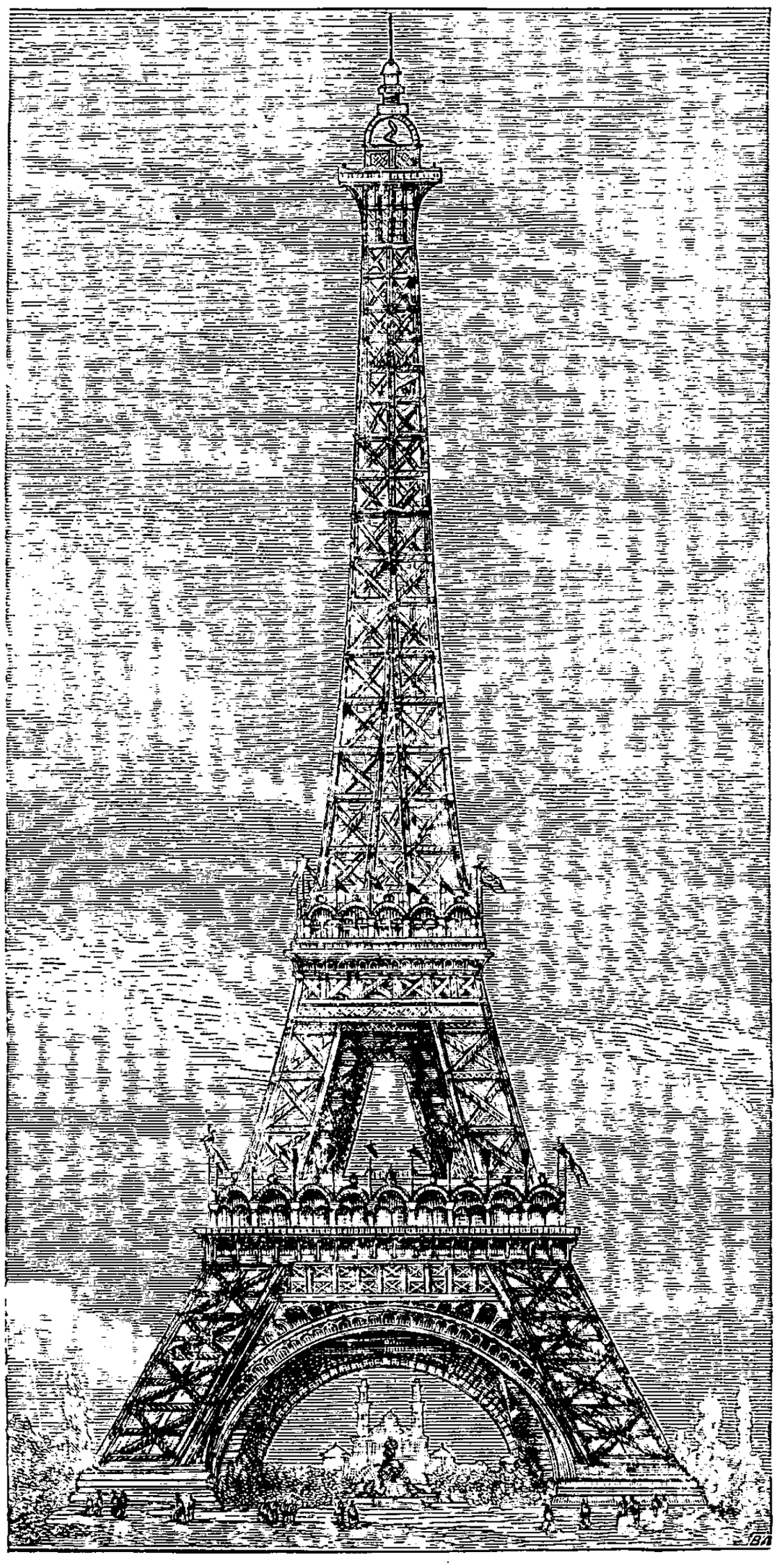


Fig. 796. — *Tour de 300 mètres d'élévation, construite par M. Eiffel, à Paris, 1888-1889.*

A 42 mètres au-dessus du sol, les quatre montants, espacés d'axe en axe de 47m,68, sont entretoisés par deux cours de poutres à treillis de 15 mètres de largeur et de 7 mètres de hauteur chacune. La poutre inférieure a été appelée *poutre des restaurants*, et la poutre supérieure *poutre décorative*; c'est sur la semelle supérieure de cette dernière, à 56 mètres de hauteur que repose la plate-forme du premier étage. Cette plate-forme est formée de fers à T espacés de 65 centimètres, sur les ailes desquels s'appuient des briques de même longueur et légèrement cintrées. Le plancher est établi au-dessus de ce plafond, à la cote exacte de 57m,63. Il importe de remarquer que les quatre grands arcs qui relient les parties inférieures des montants, au-dessous des poutres, sont purement décoratifs.

A partir de 56 mètres, les montants se poursuivent avec un changement d'inclinaison assez prononcé et avec une section décroissante jusqu'à 100 mètres environ de hauteur; ils sont alors de nouveau reliés par trois cours de poutre, 2 à mailles serrées et une à grandes mailles au-dessus desquelles on a installé une seconde plate-forme de 36m,80 de côté, dont le niveau est à 115m,73 au-dessus du sol. Au-dessus du deuxième étage, les montants, déjà très rapprochés, sont reliés, sur 70 mètres de hauteur, par des croix de Saint-André intermédiaires. Ils sont accolés à partir du septième panneau jusqu'au sommet où leur écartement, d'axe en axe, est réduit à 5 mètres. De 16, le nombre des arbalétriers est réduit à 9 dont 4 au milieu de chacune des faces, et communs aux deux montants juxtaposés. Celui du centre est commun aux quatre montants et constitué par une poutre-caisson qui sert de support aux guides de l'ascenseur. A 265 mètres de hauteur commence le chapiteau, de 10m,90 de côté et de 10m,53 de hauteur, accusé par des ceintures de poutres à treillis plus serré et par des panneaux de petits croisillons; il est complété par 8 consoles de 7m,50 de hauteur et 3 mètres de saillie, 4 poutrelles croisées de 16m,70 de longueur et de 0m,60 de hauteur surmontent ce chapiteau et portent la troisième plate-forme accessible au public; le niveau de cette plate-forme est à 276m,13 au-dessus du sol (309m,63 au-dessus du niveau de la mer). Sa forme est celle d'un octogone irrégulier dont les grands côtés ont 10m,90 et les petits 3m,96. Cette plate-forme est close sur tout son pourtour par une paroi vitrée et couverte par un plafond, à 2m,58 de hauteur. Ce plafond forme en même temps le plancher d'une terrasse inaccessible au public; au milieu de cette terrasse s'élève une petite construction contenant les laboratoires et la pièce réservée à M. Eiffel. Autour, règne une galerie entourée d'un garde-corps et sur laquelle circulaient, pendant l'exposition, les projecteurs de lumière électrique.

Les arbalétriers traversent la salle publique et la salle réservée, au-dessus de laquelle ils sont reliés diagonalement par quatre poutres à treillis de 4m,50 de hauteur sur 1m,10 de largeur; celles-ci sont surmontées de quatre arceaux à treillis, de 7m,45 de hauteur, qui forment le campanile. Au sommet de ces arceaux est installée une cinquième plate-forme circulaire, de 5m,75 de diamètre, dont l'élévation au-dessus du sol est de 290m,815 (326m,715). Sur cette plate-forme s'élève la tourelle du phare, de 3 mètres de diamètre et 6m,79 de hauteur, dont la coupole, légèrement tronquée, est couronnée par une dernière petite plate-forme de 1m,65 de diamètre; cette sixième plate-forme atteint définitivement 300 mètres (335m,50 au-dessus du niveau de la mer). Elle est encore surmontée par la tige du paratonnerre qui sert en même temps de hampe au drapeau dont les dimensions sont de 6 mètres sur 8. Le pied de cette tige est fixé au moyen de quatre étriers qui laissent entre eux le débouché du tuyau dans lequel se trouve l'échelle d'accès à la plate-forme. La tige devant résister à l'effort exercé par le vent sur le drapeau est consolidée par 4 arcs-boutants cintrés dont on a profité pour fixer les anémomètres. En plus de cette tige principale, le balcon de la troisième plate-forme est armé de 8 tiges obliques; l'écoulement de l'électricité atmosphérique se fait par l'ossature métallique dont les pieds sont mis en communication avec la nappe d'eau souterraine par 8 câbles en fil de fer logés dans des tuyaux en fonte de 0m,50 de diamètre, que l'on a eu soin de noyer deux à deux dans les fondations. La sécurité est absolue; le 19 août 1889, un coup de foudre a frappé la tige principale; la tour n'en a pas souffert et les personnes qui se trouvaient aux différents étages n'ont rien éprouvé. En général, les décharges sont silencieuses; le coup de foudre paraît avoir été provoqué par l'enlèvement de la pointe de bronze avec bout de platine que l'on devait réparer.

La tour est élégante d'aspect et les critiques de la première heure sont bien revenus de leurs appréhensions; à distance, elle est d'une légèreté surprenante et ce n'est qu'au pied ou sur les plates-formes que l'on se rend compte de ses proportions colossales. Ainsi, les pieds des montants enferment un carré de 129m,22 de côté et occupent plus d'un hectare de superficie. Les grands arcs qui les relient ont 39m,40 de hauteur sous clé et 74m,24 d'ouverture.

Le plancher établi à la hauteur de 57m,63, sur les poutres qui entretoisent les montants, au premier étage, forme une galerie rectangulaire de 15 mètres de largeur, dont le côté extérieur mesure 70m,69 de longueur. L'espace béant au milieu de cette galerie a 32m,68 de côté; on y a construit quatre espèces de loges découvertes, avec raccords d'angles pour faciliter la circulation. Sur le pourtour extérieur, à 1 mètre en contre-bas du plancher, règne un balcon de 2m,50 de largeur, recouvert par des arcades en bois armées de fer; 16 escaliers donnent accès à ce promenoir de 280 mètres de développement, d'où la vue s'étend, sans obstacles, sur le panorama parisien. Entre les montants, on a construit quatre restaurants de 23 mètres de façade sur 15 mètres de profondeur avec chacun une terrasse extérieure de 1m,50 de largeur. Les caves et les cuisines sont aménagées au dehors du plancher, dans l'ossature des p tres. Elles ont 15 mètres de longueur sur 3m,88

de largeur. Dans les espaces d'angle qui correspondent aux sections des montants débouchent les ascenseurs et les escaliers; on y a, de plus, installé les bureaux pour la vente des tickets d'ascension et de petites boutiques.

Le plancher du deuxième étage, élevé à 115m,73, forme un carré de 36m,80 de côté; il est entouré d'un promenoir de 2m,60 de largeur et de 180 mètres de développement. Les deux ascenseurs de cet étage débouchent dans les montants nord et sud; les escaliers, dans les montants est et ouest. Le milieu est occupé par l'ascenseur du troisième étage. Entre les montants, on a installé diverses constructions légères, dont l'une servait d'imprimerie au *Figaro*, et les autres de boutiques ou d'abris couverts pour les visiteurs.

Le troisième étage (fig. 797) constitue une grande salle close, de 256 mètres carrés, dont le pourtour est garni de glaces mobiles que l'on ferme quand il fait trop de vent. Le milieu de la salle est occupé par les installations de l'ascenseur et par une pièce contenant l'escalier qui conduit à la quatrième plate-forme. La construction élevée sur cette dernière contient plusieurs chambres dont la plus grande, réservée à M. Eiffel, est confortablement meublée, avec cheminée à gaz, piano et même un téléphone relié au réseau général. Les autres chambres contiennent les instruments d'observations physiques et astronomiques et servent de laboratoire pour les expériences de microbiologie et de physiologie. Les instruments d'observation sont installés sur la cinquième plate-forme au-dessus du phare. Ils comprennent : une girouette, pour enregistrer la direction du vent, deux anémomètres, un pour la vitesse horizontale et un pour la vitesse verticale; des thermomètres à maxima et à minima; un psychromètre; un pluviomètre et un hygromètre. Le baromètre à mercure et le baromètre enregistreur sont dans le laboratoire de la terrasse. Du reste, la plupart de ces instruments transmettent et enregistrent à distance leurs indications d'une manière continue. Pendant l'exposition, les enregistreurs étaient installés dans une vitrine de la classe 16, au palais des Arts libéraux. Depuis, on les a transportés au bureau central météorologique rue de l'Université, 176. Les observations sur la vitesse du vent et la température à 300 mètres de hauteur ont déjà fourni des résultats très intéressants. (V. *La Nature* des 29 juin et 27 août 1889 et du 21 janvier 1890).

L'appareil du phare (fig. 797), contenu dans la lanterne, est muni d'un optique de 0m,60 de diamètre; il diffère un peu des phares maritimes parce qu'il possède 5 anneaux catadioptriques établis de façon à le rendre visible à partir de 1,500 mètres, en répartissant la lumière dans un angle de 12° au-dessous de l'horizontale. Les éclats sont produits par des lentilles verticales plano-convexes de la même hauteur que le tambour fixe dont elles font le tour en 90 secondes environ, à l'aide d'un petit moteur électrique de 25 volts alimenté par une dérivation prise sur le courant du phare. Leur coloration est obtenue au moyen de verres bleus et rouges placés devant les lentilles. Avec un foyer de 5,500 carcels, l'intensité du feu fixe est de 76,500 carcels; celle des éclats est huit fois plus grande. La portée lumineuse atteint 203 kilomètres, mais la portée géographique n'est que de 70 kilomètres; elle atteint 141 kilomètres pour un observateur également placé à 300 mètres de

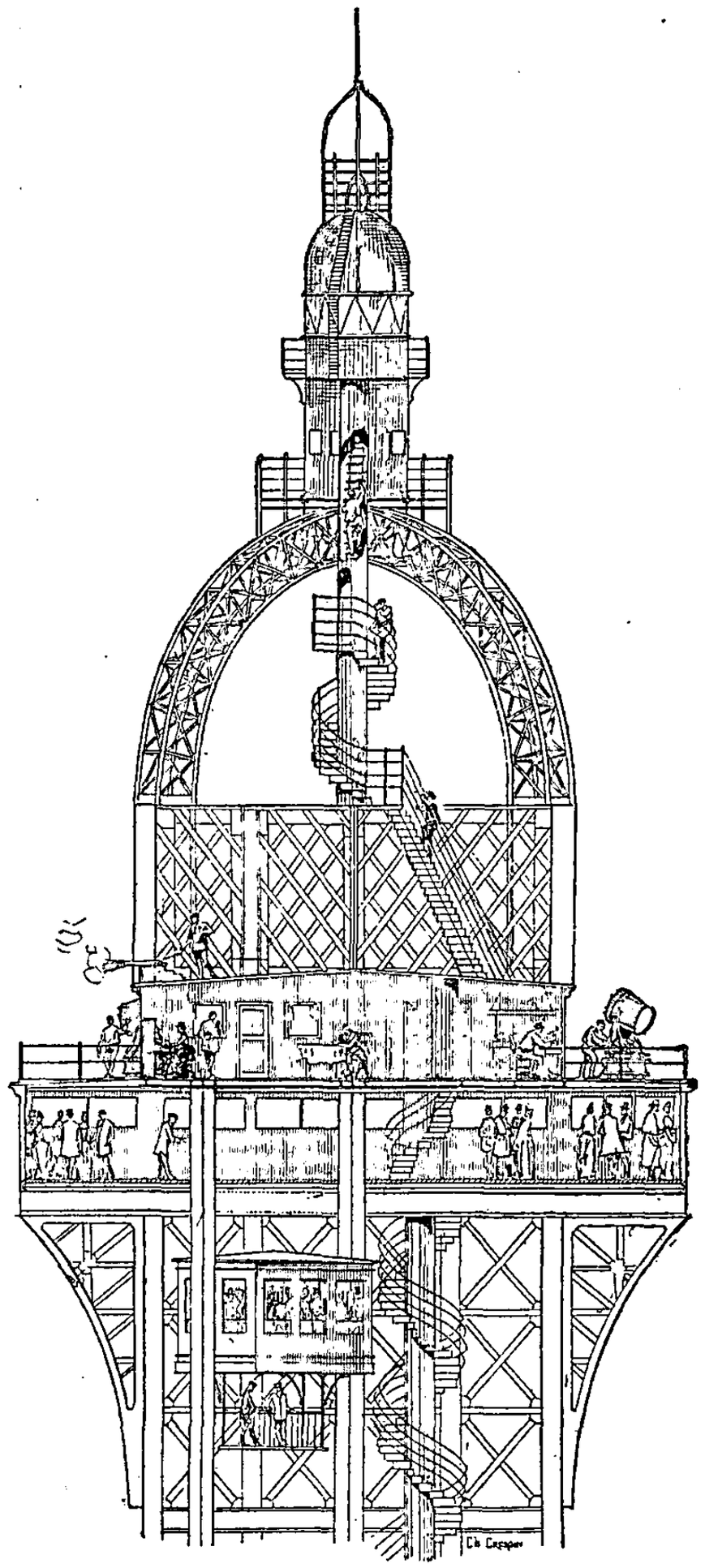


Fig. 797. — *Coupe transversale de la partie supérieure de la Tour.*

hauteur. Ainsi, le phare est visible à Chartres (75 kilomètres), à Fontainebleau (70 kilomètres), à Provins (77 kilomètres), à Orléans (112 kilomètres).

Deux projecteurs à chariot, de 0m,90 de diamètre, circulaient sur des rails installés sur la quatrième plate-forme. Ces instruments, analogues à ceux que l'on emploie dans la marine de guerre, étaient munis d'un miroir aplanétique Mangin et

d'une lampe électrique à arc de même puissance que celle du phare. Leur portée, par un temps clair, atteignait 10 kilomètres.

Les courants électriques sont fournis par une dynamo multipolaire produisant, à 850 tours, 600 ampères et 90 volts. Cette machine est actionnée par un moteur à vapeur dont la puissance peut atteindre 70 chevaux. Cette installation est logée au pied du montant sud. Sur les 600 ampères, 100 sont consacrés au phare, 100 à chacun des projecteurs. Le surplus alimente 300 lampes à incandescence qui éclairent les restaurants et leurs cuisines, les boutiques, l'escalier du premier au deuxième étage, les locaux de l'administration, les promenoirs publics, les laboratoires et l'appartement de M. Eiffel. Il faut remarquer que l'éclairage et l'illumination de la tour étaient complétés au moyen de 3,836 becs de gaz qui consommaient, pendant l'exposition, 1,082 mètres cubes en moyenne par soirée.

Outre les ascenseurs qui élevaient les visiteurs à chaque plate-forme, et qui ont été décrits dans le *Supplément du Dictionnaire* (V. Ascenseur), on a construit, en même temps que la tour, des escaliers donnant accès jusqu'au sommet; mais on n'a laissé le public circuler que sur ceux du premier et du deuxième étage; jusqu'au premier, on montait par l'escalier du montant ouest (n° 4) et on descendait par celui de la pile est (n° 2). Ces escaliers sont formés d'une succession de plans inclinés coupés par des paliers; ils ont un mètre de largeur et l'on gravit, sans beaucoup de fatigue, les 360 marches en 7 à 8 minutes. Du premier au deuxième étage, c'est une suite de petits escaliers à vis, dont les marches ont $0^m,60$ de large sur $0^m,178$ de hauteur. Ces vis sont reliées, tous les 9 mètres, par un plan incliné de 2 mètres de hauteur, avec 11 marches de $0^m,207$ et un palier horizontal de $1^m,40$ de large. Ils sont fixés le long des arbalétriers extérieurs. Ces escaliers sont plus fatigants à monter que les précédents, et il faut au moins 10 minutes pour en gravir les 380 marches. Du deuxième au troisième étage, l'escalier est installé dans l'axe de la tour; il est en hélice sans interruption et contient 1,062 marches.

Son accès est interdit au public. Un dernier escalier en hélice conduit de la quatrième plate-forme à la tourelle du phare; encore est-il interrompu au-dessous du croisement des arceaux et l'ascension se termine sur des échelons implantés dans le noyau même de l'escalier qui est formé d'un tuyau de $0^m,80$ de diamètre. Il en est de même pour monter de l'intérieur du phare sur la dernière plate-forme.

Pendant certains jours d'affluence, à l'Exposition de 1889, les promeneurs qui apercevaient des environs de Paris cette légère silhouette, si gracieusement découpée, songeaient-ils qu'elle abritait à ce moment de trois à quatre mille personnes.

La construction de la tour s'est faite dans des conditions remarquables de simplicité et de précision, suivant la méthode caractéristique adoptée par M. Eiffel et ses collaborateurs. Les douze mille et quelques cents pièces qui composent l'ossature ont été déterminées par l'épure et le calcul, par le calcul surtout, afin d'arrêter rigoureusement leurs dimensions, la position des trous, les angles des assemblages. Toutes ont été essayées à l'atelier par un montage partiel de chacune avec ses voisines, de façon que, sur le chantier, il n'y avait absolument qu'à les mettre en place sans avoir à y faire la moindre retouche. Ces précautions étaient plus que jamais indispensables, parce que la précision des contacts pouvait seule assurer la direction des pièces dont la longueur maximum était limitée à 6 mètres et qui devaient être aboutées sans le moindre jeu. Les premiers tronçons des arbalétriers, les traverses et les diagonales des panneaux ont été mis en place au moyen de chèvres ordinaires. A la hauteur de 26 mètres, le porte-à-faux était trop considérable; les arbalétriers intérieurs ont été soutenus par 12 pylones en charpente, sur lesquels ils s'appuyaient par l'intermédiaire de consoles en acier et de boîtes à sable (trois par pylone). A partir de ce moment, on a continué le montage à l'aide de grues spéciales s'élevant continuellement au fur et à mesure de l'avancement du travail, et prenant leurs points d'appui sur les parties déjà construites. On plaçait immédiatement les deux poutres parallèles à l'arbalétrier et destinées à servir, plus tard, de voie pour les ascenseurs; sur ces poutres, on fixait deux traverses entre lesquelles pouvait se mouvoir une glissière portant le châssis de la grue; deux vis de $2^m,50$ de course permettaient, soit de faire monter la glissière d'une traverse à l'autre, soit de déplacer chaque traverse l'une après l'autre. Le pivot de la grue était installé sur un axe horizontal permettant d'assurer, au moyen d'une vis de rappel, la verticalité de l'appareil, quelle que fut l'inclinaison des poutres sur lesquelles se déplaçait le châssis. La portée de la volée était de 12 mètres et le crochet de suspension était muni d'une vis manœuvrée à la main et servant à régler très exactement la pose des pièces. Ces appareils de levage pesaient 12,000 kilogrammes et pouvaient lever une charge de 3 tonnes.

Les grandes poutres d'entretoisement destinées à soutenir le premier étage ont été mises en place à l'aide d'un grand échafaudage de 42 mètres de hauteur, terminé par une plate-forme de 24 mètres de côté. Outre les vérifications faites au cours du montage, à l'aide de fils à plomb sur des repères placés d'avance, on avait mesuré l'écartement des arbalétriers à l'aide d'un procédé aussi simple qu'ingénieux. Un fil d'acier était tendu à terre à l'aide de contrepoids sur deux poulies un peu plus écartées que la distance à mesurer. Ce fil, gradué exactement dans cette position, était reporté dans les mêmes conditions à la hauteur voulue et donnait la mesure cherchée à un millimètre près. Les arbalétriers avaient été réglés à l'aide des vérins logés sous les sabots et de presses hydrauliques installées sur les pylones de façon à laisser 6 centimètres de jeu aux abouts des poutres, de sorte qu'une fois celles-ci assemblées, il a suffi de faire jouer les boîtes à

sable pour faire coïncider les assemblages. L'opération terminée, on a calé les pieds des arbalétriers d'une façon définitive.

Le montage a été continué de la même façon entre le premier et le deuxième étage ; les pièces étaient élevées à l'aide d'un treuil à vapeur sur le premier plancher et reprises, de là, par les grues. Les montants étant encore en porte-à-faux et seulement encastrés par le bas, on a continué la même vérification en projetant les centres des sections sur un carré de repère installé sur le plancher. Mais comme les fils à plomb, agités par le vent, laissaient de l'incertitude, on a vérifié la verticalité à l'aide d'un théodolite et sur les quatre faces de la tour, de façon à s'assurer que les lignes médianes, données par les centres de figures, étaient constamment dans les deux plans principaux se coupant sur l'axe à angle droit. Les points d'observation étaient à des distances variant de 220 à 300 mètres. A partir du deuxième étage, l'ascension s'est faite verticalement; les grues, réduites à deux, prenaient leurs points d'appui sur des châssis auxiliaires boulonnés sur la poutre axiale; un second relai de locomobiles avait été installé sur la deuxième plate-forme, puis un troisième sur le plancher intermédiaire des ascenseurs, à 197 mètres de hauteur. Les montants, d'abord entretoisés, étaient bientôt réunis en un seul et on a continué les vérifications au théodolite.

La construction a été commencée le 28 janvier 1887. En novembre, on atteignait le premier étage et en juin 1888 le deuxième. Le feu d'artifice du 14 juillet 1888 a été tiré sur cette plate-forme. Le 31 mars 1889, le drapeau tricolore a été hissé sur la tour, il ne restait alors que le phare à terminer. Le 15 mai, le public a été admis à monter par les escaliers, et le 25 mai par les ascenseurs du deuxième étage. Les ascensions complètes ont commencé le 1er juin. Le nombre maximum d'ouvriers a été de 200, et le travail n'a subi aucune interruption, même par les plus grands froids.— V. Ascenseur.

La dépense s'est élevée à 6,500,000 francs répartis de la façon suivante ;

Fondations, maçonnerie, soubassements.	900.000 fr.
Ossature métallique et montage.	3.800.000
Peinture (quatre couches dont deux au minium)	200.000
Ascenseurs et machines	1.200.000
Décorations et constructions diverses. . .	400.000

Le kilogramme de fer mis en place est ressorti à 57 centimes.

Les collaborateurs de M. Eiffel ont été MM. Nougier et Kœchlin, ingénieurs ; M. Sauvestre, architecte, et M. Compagnon, chef de montage.

Depuis la clôture de l'Exposition de 1889, la tour est ouverte au public pendant la belle saison et reçoit encore de nombreux visiteurs. Aux appareils d'observations scientifiques déjà installés et qui continuent de fonctionner régulièrement, est venu s'ajouter un immense manomètre à air libre qui permet de mesurer avec une précision jusqu'alors irréalisable des pressions s'élevant jusqu'à 400 atmosphères. Cette installation a été faite sous la direction de M. Cailletet, et M. Eiffel s'est libéralement chargé de la dépense. — J. B.

TRACTION ÉLECTRIQUE. La traction électrique des tramways a pris, en Amérique, un développement immense : en moins de trois ans,

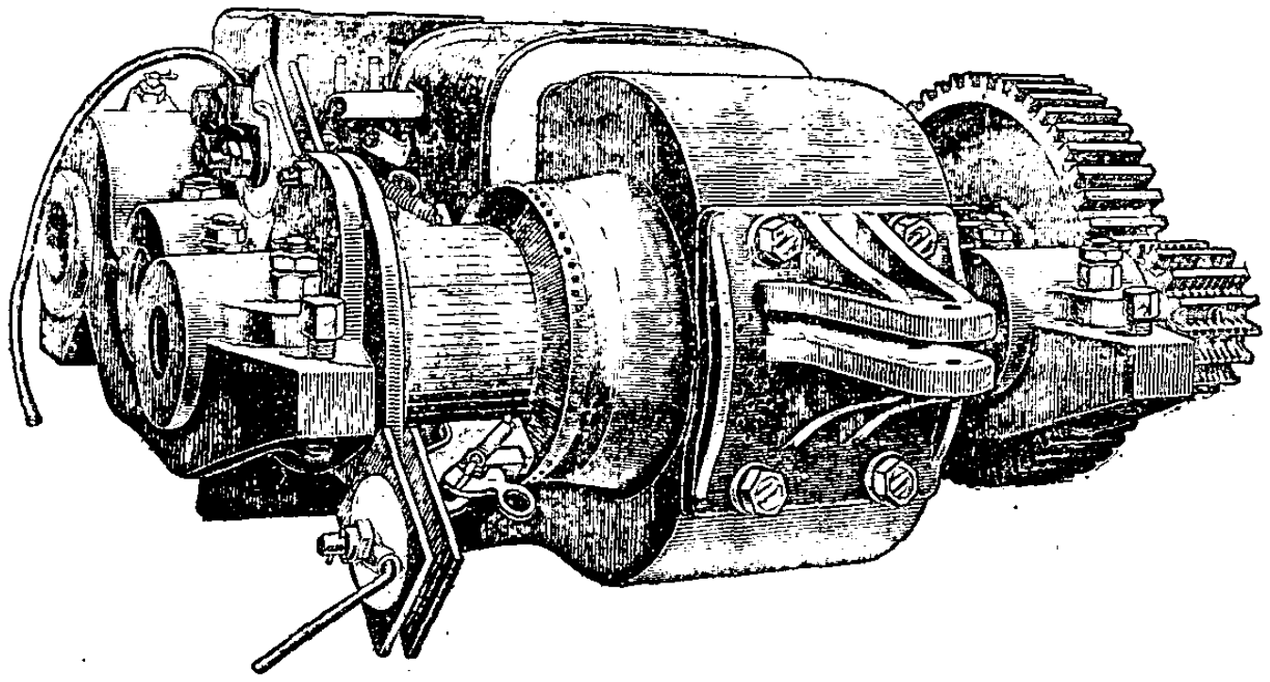


Fig. 798.

on a installé, aux Etats-Unis, la traction électrique dans 130 villes, avec un développement total de 3,200 kilomètres de voie. Sur celles-ci circulent 3,850 voitures représentant une puissance d'environ 95,000 chevaux.

Les avantages de la traction électrique sur la traction animale sont assez nombreux pour expliquer ce succès. Ce sont, en première ligne, l'augmentation de la vitesse, rendue exempte de dangers grâce aux facilités d'arrêt et de renversement de marche, l'augmentation de trafic qui en résulte et la possibilité de franchir des rampes qui étaient inabordables aux chevaux. Dans les lignes suburbaines, les vitesses ont pu être poussées sans inconvénient à 50 kilomètres à l'heure, et il est facile de comprendre que les avantages qui résultent de cette vitesse ont pu déterminer des accroissements notables de circulation. De fait, le nombre de voyageurs a doublé sur nombre de lignes après établissement de la traction électrique.

La facilité de remonter de fortes rampes est

encore un important avantage : des inclinaisons de 5 et 6 0/0 ne sont pas rares ; on rencontre quelques profils présentant 8 0/0 et même 10 0/0 sur une ligne de Boston.

La traction électrique commence également à trouver quelques applications sur des chemins de fer à rail saillant, mais ces applications, qui se répandront sans aucun doute, sont encore dans leur enfance.

En ce qui concerne plus particulièrement les tramways, trois systèmes principaux sont en présence : la voiture à accumulateurs; la transmission par fil aérien; la transmission par voie souterraine.

La voiture à accumulateurs est assez familière aux Parisiens qui ont pu la voir fonctionner à différentes reprises sur les voies ordinaires, intercalées avec les voitures à chevaux. La voiture à accumulateurs possède des avantages propres : contenant sa réserve de force motrice, elle est indépendante, automobile, peut au besoin dérailler et faire quelque parcours sur la chaussée pour reprendre la voie après avoir contourné un obstacle. Par contre, elle est lourde, obligée qu'elle est de traîner les accumulateurs, et fatigue les voies trop légères. Son exploitation semble plus coûteuse que celle des autres types de voitures en raison du renouvellement des plaques d'accumulateurs.

La voiture avec ligne aérienne est, pour ainsi dire, la seule existante aux Etats-Unis, où les types Sprague, Thomson-Houston, Westinghouse sont les plus répandus. Dans toutes ces voitures, la dynamo (fig. 798) est portée par un châssis qui repose, d'un bout, sur l'essieu et, de l'autre, sur un ressort relié au châssis de la voiture. Elle se trouve ainsi soustraite en partie aux chocs que subissent les roues du fait de l'imperfection des voies et d'autres causes (fig. 799).

Le mode de commande le plus généralement employé est l'emploi d'un double engrenage. Dans les types les plus récents, on a modifié la dynamo de manière à réduire sa vitesse et à n'avoir qu'une seule paire de roues dentée. On trouve encore quelques exemples de transmissions par cordes métalliques ou par chaînes Galle, vis sans fin, etc. Tous ces procédés paraissent inférieurs et tendent à disparaître. Des tentatives ont été faites pour supprimer tout intermédiaire et employer l'essieu comme axe de la dynamo même. L'idée était simple et séduisante : les résultats ont été bien différents de ceux qu'on espérait et il est probable que cette application ne sera pas faite de longtemps, au moins aux tramways sur routes dans lesquels, quoi qu'on fasse, l'imperfection de la voie donne lieu à des trépidations destructives.

L'engrenage simple est donc, jusqu'ici, le mode de transmission à l'essieu qui a donné les résultats les plus satisfaisants.

Le courant est amené à la dynamo à l'aide de câbles contournant la voiture et allant se joindre à l'organe qui prend le contact sur la ligne aérienne.

La ligne était formée, dans les premiers tramways d'Europe, par un tube de cuivre fendu, dans lequel glissait un chapelet de pièces rondes de cuivre rattachées par des câbles souples. On trouve quelques exemples de ce mode de faire en France, en Suisse et en Allemagne. En Amérique, la ligne est toujours constituée à l'aide d'un simple fil supporté au-dessus de la voie, soit par des poteaux, soit par des fils transversaux reliés à des poteaux placés sur les côtés des routes. Dans

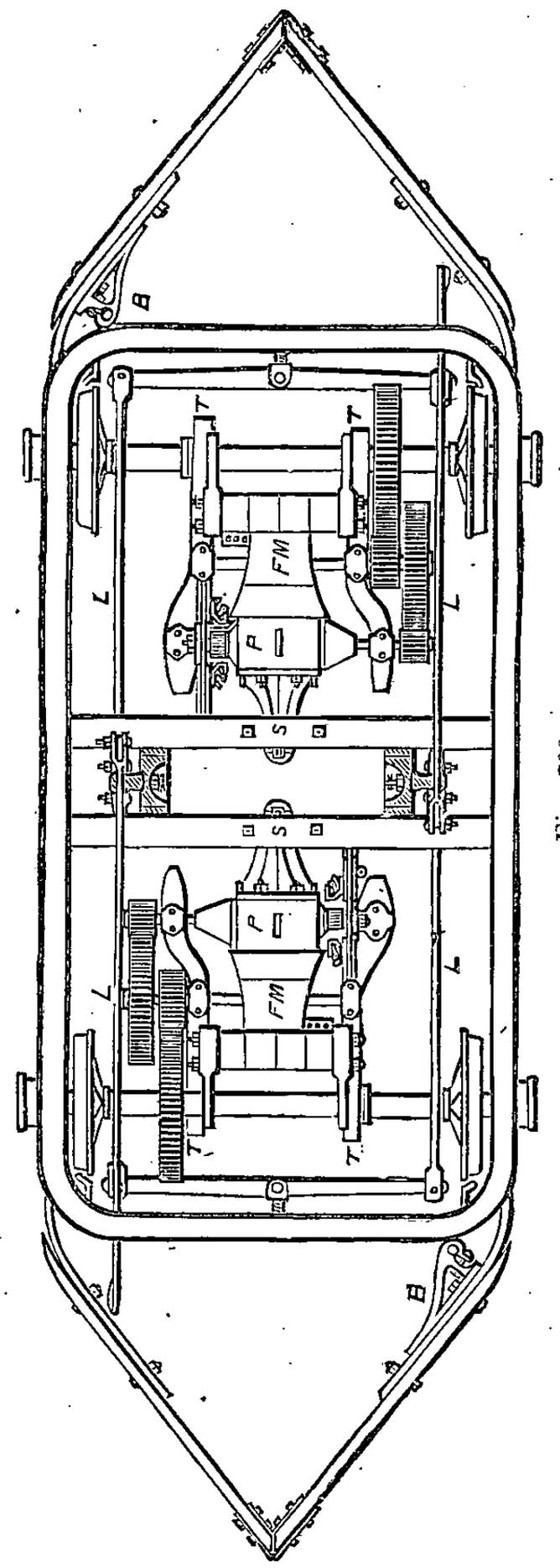


Fig. 799.

les villes, où il existe des lignes à double voie, un poteau de fonte ou de fer est placé dans l'entrevoie : il supporte par deux bras les fils conducteurs et reçoit, à son sommet, une lampe à arc destinée à l'éclairage de la voie publique. On arrive ainsi à un ensemble qui n'est certainement pas disgracieux et qui serait parfaitement admissible dans les larges voies des grandes villes.

Le contact est pris sur le fil à l'aide d'une légère roue, à gorge profonde, montée à l'extrémité d'un bras en bois ou en fer creux qui surmonte

la voiture (fig. 800), et que des ressorts sollicitent vers le haut. Ce bras, articulé à sa base, s'incline suivant les sinuosités de la voie et assure un contact toujours suffisant avec le fil de ligne. Le courant traverse un rhéostat de réglage qui se trouve sous le contrôle du conducteur et lui sert à varier l'allure.

L'emploi de la ligne aérienne donne lieu, dans les villes, à des objections tirées principalement de l'effet disgracieux des fils. Aussi a-t-on quelquefois recours à la voie souterraine formée d'un caniveau dans lequel est tendu, sur isolateurs, le fil ou câble sur lequel on prend le contact. Ce système, naturellement beaucoup plus coûteux que le précédent, ne laisse pas que de présenter d'assez grandes difficultés d'installation. Le caniveau doit nécessairement présenter à son faîte une rainure continue par où pénètre la pièce de contact. Il est alors assez difficile de donner à cette substruction une solidité suffisante pour qu'elle résiste à tous les effets destructeurs qui s'exercent sur la chaussée. Notamment, à Paris, qui est certainement la ville du monde où circulent les plus lourdes voitures, il semble qu'on doive s'attendre à rencontrer de ce chef de notables difficultés. Des tramways à canalisation souterraine fonctionnent à Alleghany-City, à Northfleet, à Budapest.

Dans cette dernière ville, la conduite est placée dans un caniveau en béton placé sous l'un des rails (fig. 801). Tous les 1m,20, un cadre en fonte, noyé dans le béton, sert à supporter, sur sa face supérieure, les deux moitiés du rail. A l'intérieur du caniveau, sur les parois courbes, sont placés des isolateurs qui reçoivent les conducteurs. Ceux-ci sont formés de cornières, sur lesquelles viennent s'appuyer les appareils frotteurs portés par une tige qui passe dans l'intervalle de 33 millimètres que laissent entre elles les deux moitiés des rails. Bien entendu, des écoulements aux égouts sont ménagés de place en place et à tous les points bas du caniveau. Ce système paraît donner satisfaction sur les 8k,5 de voie auxquels il a été appliqué. La vitesse des véhicules est de 15 à 18 kilomètres à l'heure et les voitures parcourent 120 à 150 kilomètres par jour.

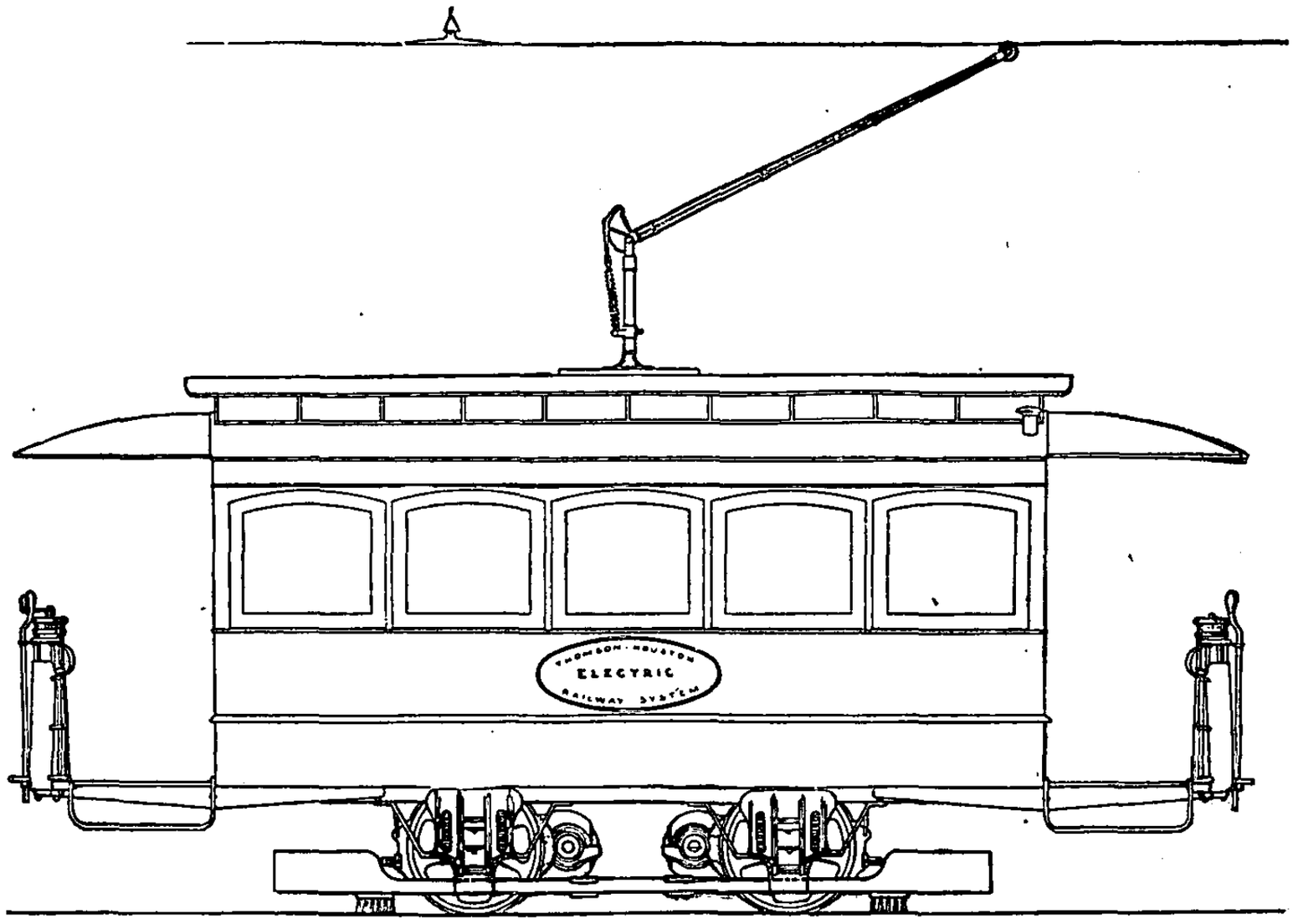


Fig. 800.

La puissance moyenne que demande une voiture de tramway est très variable, suivant bien des conditions. Les voitures américaines qui fonctionnent sur des voies en palier sont munies d'un seul moteur d'une puissance normale de 7,5 chevaux en moyenne, mais pouvant donner un effort considérable au démarrage. A Richmond, Cleveland, Scranton, on trouve 6c,5, 6c,6 et 7c,4 absorbés en moyenne, mais le maximum, dans les rampes, s'élève à 25c,6, 15, 19c,2. Lorsqu'on a à franchir des rampes, on met un moteur sur chaque essieu et l'on n'utilise que l'un d'eux dans les parties horizontales du parcours. Pour une voie de profil moyen, on compte sur une dépense moyenne de 450 watts-heures par voiture-kilomètre, pour une voiture du poids de 4 tonnes.

Prix de la traction électrique. La traction électrique peut être comparée, sous le rapport du prix, à la traction animale.

Les documents de la Compagnie générale des omnibus, de Paris, établissent comme suit le prix de traction sur ses tramways : La voiture, de 52 places, pèse 3t,36 à vide, et 7 tonnes en ordre de marche. Le parcours journalier est un peu infé

rieur à 100 kilomètres. Les derniers exercices donnent un prix de traction moyen de 0 fr. 561 par voiture-kilomètre. A Bruxelles, pour une voiture légère à 30 voyageurs, le prix de traction animale est de 0 fr. 267 environ.

Des devis établis en vue de la comparaison de la traction par accumulateurs de ces mêmes voitures indiquent des prix de 0 fr. 50 et 0 fr. 225.

Les conditions de la traction par ligne aérienne ont été étudiées très exactement, par M. Crossby, pour les villes de Washington, Richmond et Cleveland. L'intensité du trafic dans ces villes est respectivement de 200, 138 et 400 voitures-kilomètres par kilomètre de ligne et par jour (la voie est double à Cleveland).

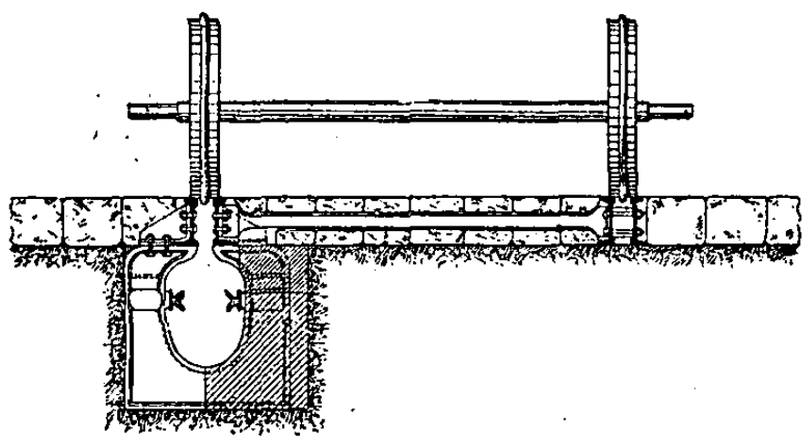


Fig. 801.

Les coûts d'installation seraient ceux-ci, par kilomètre :

Ligne aérienne à poteaux de bois, simple voie	4.700 fr.
Ligne à double voie, deux rangées poteaux métalliques	11.000
Ligne à double voie, une rangée poteaux à potences	8.500
Voiture à deux moteurs (installation électrique seule)	7.500
Moteurs à vapeur, génératrices et accessoires à l'usine : par voiture	4.500

Sur ces chiffres, M. Crossby base les intérêts et amortissements suivants :

Sur tout le matériel : intérêt, 5 0/0; amortissement, 5 0/0; taxes et assurances, 2 0/0.

Sur les bâtiments, évalués à 75,000 francs pour une ligne donnant 1,600 voitures-kilomètres par jour, on compte 5 0/0, 2 0/0 et 2 0/0.

Le charbon, par voiture-kilomètre, a été, dans ces trois villes, de 1,4, 2,3 et 1,5 kilogrammes, mais, eu égard au prix, donne lieu à une dépense à peu près identique. Enfin, les salaires s'élevaient à 7,8, 7,8 et 6,2 centimes par voiture-kilomètre.

De ces chiffres, on peut conclure que les frais de traction par voiture-kilomètre sont, pour Washington, 17,35; pour Richmond, 18,75 et pour Cleveland, 14,65 centimes par voiture-kilomètre.

La voie souterraine a été jusqu'ici trop peu expérimentée pour que l'on soit en possession de chiffres résultant d'une pratique assurée. Une estimation de M. Kapp donne un prix de 0 fr. 20 par voiture-kilomètre, non compris intérêt et amortissement. Il est clair que ce système, qui exige une immobilisation beaucoup plus élevée que le système aérien, doit conduire à un prix plus élevé.

Comme chemin de fer électrique proprement dit, il n'existe guère jusqu'ici qu'une voie souterraine, le *City and South London Railway*, mise en exploitation à la fin de l'année 1890. La longueur est de 6 kilomètres en tunnels à section circulaire de 3 mètres de diamètre, chaque voie étant dans un tunnel distinct. Chaque train est formé d'une locomotive (fig. 802) remorquant trois voitures chargées de 100 voyageurs, à 40 kilomètres à l'heure. Chaque locomotive comporte deux moteurs, de 50 chevaux chacun, montés directement sur les essieux, dont la vitesse angulaire est d'environ 240 tours par minute.

Le courant est amené par un rail central en acier porté sur isolateurs de verre. L'usine génératrice comprend trois machines compound de 375 chevaux munies de puissants régulateurs d'introduction. Chaque machine commande une dynamo capable de 500 volts et 450 ampères.

L'exploitation a été entreprise à 0 fr. 20 par train-kilomètre. L'exploitation du métropolitain,

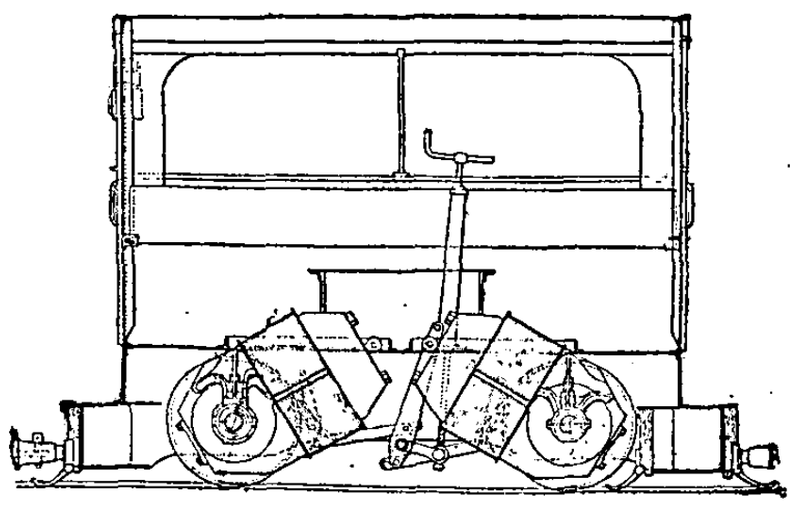


Fig. 802.

dans la même ville de Londres, à l'aide des locomotives à vapeur, coûte 0 fr. 62 par kilomètre et par train de 450 voyageurs. Le prix est moindre, mais les inconvénients de la vapeur sont de telle nature qu'on n'hésiterait pas à s'en débarrasser au prix d'une légère élévation des frais de traction. — R. V. P.

° **TRAVAIL** (Limitation de la journée de). En traitant de la réglementation du travail dans l'industrie, le *Dictionnaire* s'était surtout occupé de la loi du 19 mai 1874 relative aux enfants et aux filles mineures et des modifications à cette loi qui sont à l'étude devant le Parlement. Nous nous étions contenté de dire quelques mots de la loi du 9 septembre 1848 qui limite à douze heures la durée de la journée de travail des ouvriers adultes, cette loi étant, en effet, tombée quelque peu en désuétude, tant à cause des difficultés d'application qu'elle rencontrait, que des nombreuses exceptions qui y avaient été faites par les règlements d'administration publique de 1851 et de 1866.

Depuis la publication de notre article, la question de la limitation légale de la durée du travail journalier des ouvriers a pris une place considérable dans les préoccupations des travailleurs

et des hommes politiques, non seulement en France mais dans tous les pays industriels de l'ancien et du nouveau monde. Les associations ouvrières de toutes les nationalités ont placé en première ligne, dans le programme de leurs revendications, la réduction de la journée de travail à huit heures. Le Congrès international ouvrier, tenu à Paris en 1889, a même institué un jour de chômage nouveau (1er mai) où les représentants des travailleurs doivent aller, chaque année, réclamer des autorités existantes la réalisation de cette réforme. Ce mot d'ordre a été suivi en 1890 dans un grand nombre de centres industriels du monde entier et, en 1891, le mouvement s'est encore accentué dans de notables proportions et a même donné lieu, sur certains points, à des incidents très regrettables.

Dans les sphères gouvernementales on s'est également préoccupé de cette question. En France notamment, la Chambre des députés a été saisie de plusieurs propositions de loi tendant à réduire la durée de la journée de travail dans les usines et manufactures. La première, déposée par M. le comte de Mun, fixe à 58 heures par semaine la durée maxima du travail; la seconde, émanant du baron Piérard, limite la journée à 10 heures; et enfin une troisième, de M. Ferroul, demande qu'on la réduise à 8 heures. Une grande commission du travail a été chargée d'étudier ces diverses propositions de loi. Pour s'éclairer, elle a commencé une vaste enquête poursuivie à la fois par des dépositions verbales que la Commission va recevoir dans les principaux centres industriels, et par des questionnaires individuels adressés aux ouvriers. Dans le département de la Seine, 230,000 questionnaires ont été envoyés et 23,000 environ ont été retournés remplis. Ils ont été dépouillés par le bureau de l'industrie au ministère du commerce. Voici quel a été le résultat de ce dépouillement :

Partisans de la journée de 8 h. sans heures supplémentaires.	5.419,	soit 25,2 0/0
Partisans de la journée de 8 h. avec heures supplémentaires.	1.513,	— 7
Partisans de la journée de 9 h. . .	1.247,	— 5,7
— — 10 h. . .	7.010,	— 32,7
— — 11 h. . .	166,	— 0,7
— — 12 h. . .	263,	— 1,2
Hostiles à toute réglementation de la durée du travail.	5.776,	— 27,5

On voit que si, sur l'ensemble des avis exprimés, près des 3/4, soit exactement 72.5 0/0, se sont prononcés pour une réglementation légale de la durée du travail, un quart seulement (25.2 0/0, ont demandé la journée de 8 heures sans heures supplémentaires. Si on considère, d'autre part, le nombre considérable d'ouvriers auxquels le questionnaire a été envoyé et qui ont négligé d'y répondre, témoignant ainsi de leur indifférence à ce sujet, on peut conclure que la journée légale de 8 heures, loin d'être réclamée par la majorité de la population ouvrière parisienne, n'y compte, au contraire, qu'une assez faible minorité de partisans.

De son côté, le ministère du commerce a fait une enquête sur la question auprès des corps constitués qui représentent en France le capital et le travail; à savoir : les syndicats professionnels de patrons et d'ouvriers, les conseils de prud'hommes, les chambres de commerce, les chambres consultatives des arts et manufactures.

Voici quel a été le résultat : les assemblées dans lesquelles figurent exclusivement l'élément patronal, c'est-à-dire les chambres de commerce, les chambres consultatives des arts et manufactures et les syndicats patronaux se sont presque unanimement prononcées pour la liberté du travail et contre toute réglementation légale de la durée de la journée. Les conseils de prud'hommes et les syndicats mixtes qui comprennent à la fois des ouvriers et des patrons, sont également, en majorité, hostiles à la réglementation. Par contre, les syndicats ouvriers demandent presque tous la réduction de la journée de travail par une loi et sont même, en grande majorité, partisans de la journée de 8 heures. Les avis exprimés sur la question sont donc très différents, suivant qu'ils émanent de patrons ou d'ouvriers.

Dans le monde parlementaire, les avis sont également très partagés. A la Chambre des députés, dont on peut déjà pressentir les tendances sur ce point, la journée de 8 heures n'a que quelques défenseurs faisant tous partie du groupe ouvrier socialiste, mais le principe de la réglementation légale de la durée du travail a de nombreux partisans à la fois parmi les membres de la majorité gouvernementale et parmi les députés de la droite, dont plusieurs, sur ce point, partagent les idées de M. le comte de Mun.

Les syndicats ouvriers qui réclament la réduction de la journée à 8 heures s'appuient d'abord sur ce que nous pourrions appeler un argument de doctrine ou de principe. Dans une société démocratique et égalitaire, il faut que l'ouvrier puisse, comme tout autre citoyen, consacrer une partie de son temps à son instruction personnelle, à ses devoirs de famille et à ses devoirs civiques.

Actuellement, il ne peut le faire parce que les heures laissées libres, par son travail journalier, sont à peine suffisantes pour le repos physique dont son corps a besoin. D'ailleurs, huit heures de travail consécutif constituent la somme d'efforts qu'un ouvrier de force moyenne peut donner chaque jour sans s'épuiser prématurément.

D'autre part, ajoutent-ils, la réduction aura le double avantage de faire donner de l'ouvrage à un plus grand nombre d'ouvriers et de répartir plus également, dans toute l'année, la production industrielle en diminuant la durée des mortes-saisons. Si, en effet, la production journalière est moins grande, les saisons de fabrication devront naturellement être prolongées et l'ouvrier aura ainsi un salaire normal et régulier toujours assuré.

Cette réduction permettra enfin de maintenir les salaires à un taux rémunérateur en supprimant la concurrence désastreuse que font les ouvriers sans travail à ceux qui appartiennent à un atelier. Ce dernier argument ne doit pas, tou-

tefois, sembler irréfutable à ceux qui l'invoquent puisqu'ils demandent, en même temps, que la loi réduisant le travail journalier à huit heures, assure d'autre part, aux ouvriers, un minimum de salaire. Le minimum légal du salaire pourrait bien être, en effet, le corollaire inévitable de la réduction de la journée, si l'on ne veut pas que les conséquences de cette réforme pèsent surtout sur ceux qui la réclament et au profit de qui elle semblerait être faite. Il ne faut pas oublier, en effet, que, surtout dans les professions où l'habileté de l'ouvrier entre pour beaucoup dans les conditions de la production, la rétribution du salaire se fait maintenant presque exclusivement à l'heure, à la tâche ou aux pièces.

Pour les ouvriers ainsi payés, la réduction de la durée de leur journée aurait immédiatement pour conséquence une diminution du salaire, si ce dernier ne leur était pas garanti soit par une augmentation du prix de l'heure, soit par la fixation d'un minimum légal. Cette conséquence possible de la journée de 8 heures présenterait, au point de vue de la production, des dangers dont on se rend facilement compte et que les limites restreintes de cette étude ne nous permettent pas de faire ressortir ici.

Les adversaires de toute réglementation de la durée du travail, pour les ouvriers adultes, invoquent également des raisons de principe et des arguments de fait. L'intervention de l'Etat pour limiter la journée de travail est contraire au principe de la liberté du travail et de la liberté des contrats proclamés par la Révolution française. Le droit pour un homme majeur, maître de lui-même de travailler le temps qu'il lui convient, est un droit primordial, supérieur à toute loi, et y toucher c'est ébranler les bases mêmes de notre organisation sociale moderne. L'intervention du législateur s'explique et se justifie lorsqu'il s'agit de l'enfant, de la fille mineure, c'est-à-dire d'êtres faibles, incapables de se protéger eux-mêmes, mais lorsqu'il s'agit d'adultes, de personnes capables de défendre elles-mêmes leurs intérêts, cette intervention ne doit pas exister.

D'ailleurs, ajoutent les partisans de la liberté du travail pour les ouvriers adultes, il serait illogique et contraire aux nécessités industrielles les plus évidentes de vouloir imposer une durée journalière uniforme de travail à toutes les professions et à tous les ouvriers. Prenez l'immense variété des industries dans lesquelles sont dispersés les ouvriers français : les unes, telles que les industries métallurgiques, celles du bâtiment, les travaux publics, etc., demandent un grand déploiement de force physique, d'autres, au contraire, en exigent beaucoup moins. Les ouvriers d'une même profession ne diffèrent-ils pas aussi, entre eux, pour la somme de travail que chacun d'eux peut fournir sans fatigue excessive? Si certains sont épuisés rapidement d'autres peuvent facilement travailler douze heures par jour. Les empêchera-t-on de le faire et d'augmenter ainsi un peu leur salaire qui, souvent, est l'unique ressource d'une famille nombreuse?

A un autre point de vue il ne faut pas oublier que certaines industries, à cause des habitudes de la clientèle et de la nature même du produit fabriqué, voient, à certaines époques de l'année, affluer des commandes qu'il faut livrer dans un délai très court. Augmenter le personnel n'est pas toujours possible et cela le fût-il, le résultat le plus certain de cette mesure serait d'accroître encore le nombre des ouvriers sans travail au moment de la morte-saison.

Mais supposons un instant toutes ces difficultés résolues, il faudrait encore pour pouvoir adopter en France la journée de huit heures, que les autres pays producteurs le fassent en même temps, sans quoi l'industrie française, dont les frais généraux seraient nécessairement augmentés relativement à la production, se trouverait dans une situation d'infériorité marquée vis-à-vis des concurrents étrangers. Or, jusqu'à présent, non seulement aucun pays n'a limité, par une loi, la journée de travail à huit heures, mais la plupart n'ont même pas réglementé la durée du travail des ouvriers adultes.

En Allemagne, en Suède, au Danemark, en Belgique, en Italie, en Espagne, la loi réglementant le travail ne s'occupe pas des adultes. La loi anglaise ne s'applique qu'aux femmes et aux enfants ; leur travail ne peut dépasser, suivant les industries, 56 heures et demie et 59 heures et demie par semaine. C'est seulement en Autriche et en Suisse que la loi limite la durée de la journée pour tous les travailleurs ; en Suisse, à 11 heures pour les hommes, femmes et enfants de plus de 14 ans ; en Autriche, à 11 ou 12 heures, selon les industries. Aux Etats-Unis, une loi fédérale récente a limité la journée de travail à 8 heures dans les travaux exécutés pour le compte du gouvernement. Dans plusieurs Etats de l'Union, des lois ont fixé la durée de la journée à 8 ou 10 heures ; mais elles permettent des heures supplémentaires moyennant un supplément de salaires.

Un rapport du *bureau of Labour* sur cette question constate, d'ailleurs, que ces lois sont souvent transgressées.

Un accord international pour limiter uniformément la durée du travail journalier des ouvriers est donc difficilement réalisable, d'autant plus que la productivité industrielle d'un peuple ne tient pas exclusivement au temps consacré au travail ; elle dépend des influences de climat, de force physique, des aptitudes naturelles ou acquises, de l'outillage, etc. Une heure de travail d'un Anglais et une heure de travail d'un Napolitain ne peuvent s'équivaloir. Une durée de travail uniforme serait fatale aux peuples pauvres, aux races faibles et avantagerait les peuples riches et les races fortes.

Entre les partisans de la liberté absolue du travail pour les ouvriers et ceux qui réclament la journée de huit heures, se place une opinion intermédiaire à laquelle semble s'être ralliée la Commission parlementaire du travail de la Chambre des députés.

Elle admet, comme légitime, l'intervention de l'Etat pour régler la durée du travail journalier

des ouvriers, mais elle estime que cette durée ne peut, actuellement du moins, être réduite à huit heures sans compromettre gravement les intérêts de la production industrielle et, comme conséquence, ceux des ouvriers eux-mêmes. C'est de cette idée que s'était inspiré M. Richard Waddington pour l'élaboration d'un projet déposé par lui à la Chambre, dans l'une des précédentes législatures; c'est également elle qui a guidé MM. De Mun et Piérard dans les projets dont nous avons parlé plus haut.

L'Etat, disent-ils, a le droit d'intervenir toutes les fois que l'intérêt de l'humanité ou l'intérêt national est en jeu; et en outre, quand il s'agit de remplir la mission de protéger les faibles qui lui est dévolue. Or, la question de la durée du travail a ce double caractère.

Personne ne conteste qu'un travail trop prolongé, qu'un excès de fatigue physique répété tous les jours a sur une nature, même assez robuste, une influence des plus funestes. Il faut donc empêcher que le travail, par sa prolongation même, ne devienne dangereux pour la conservation de la race française et de l'humanité; et ce résultat ne peut être obtenu que par une disposition légale formelle. C'est se tromper sur les conditions ordinaires de l'industrie moderne que de prétendre que la durée de la journée de travail, étant le résultat d'un contrat librement consenti entre personnes majeures et maîtresses de leurs actes, l'ouvrier peut ne travailler que le temps qui lui plaît et qu'il juge proportionné à ses forces. L'ouvrier est obligé de se soumettre sur ce point, comme sur d'autres, au règlement de l'atelier où il est employé, sinon il sera privé de tout travail. Sans avances, demandant au travail son pain quotidien, il ne saurait un seul jour se passer d'emploi. Le capitaliste, pour tirer parti de son capital, a sans doute besoin du travail de l'ouvrier, mais ce n'est pas pour lui une question de vie à entretenir, de nécessité immédiate à satisfaire; ne comptant que sur des résultats éloignés, il peut attendre, et comme le nombre de ceux qui ne disposent que de leur force de travail est considérable, il peut choisir entre eux, ou même faire appel aux étrangers et recourir à l'emploi des machines. Le salarié n'a pas les mêmes facilités pour se procurer de l'ouvrage.

Entre l'ouvrier et l'entrepreneur capitaliste, il y a échange de services, il n'y a pas de réciprocité complète. Les conditions actuelles de notre régime économique mettent donc logiquement les travailleurs dans la dépendance effective des capitalistes et les réduisent le plus souvent à une impuissance réelle. Le salariat n'est donc pas, de nos jours, un contrat vraiment libre; l'une des parties n'est point indépendante. L'intervention du législateur pour régler la durée de la journée de travail est donc aussi légitime quand il s'agit d'ouvriers adultes, qu'elle l'a été pour les filles mineures et les enfants.

Mais cette durée, il est impossible de la réduire, actuellement du moins, à huit heures, comme le démandent les chambres syndicales ouvrières. Une telle mesure porterait un coup fatal à notre industrie pour qui la concurrence étrangère est déjà, dans les conditions actuelles, un adversaire redoutable. Le législateur a donc le devoir de rechercher quel est le maximum de concessions qu'il est possible d'accorder sur ce point aux revendications ouvrières, tout en tenant un compte suffisant des intérêts de la production nationale. La commission du travail de la Chambre des députés propose de fixer la limite de la journée à dix heures, d'accord en cela avec la proposition Piérard et même avec celle de M. de Mun qui demandait 58 heures par semaine, soit huit heures le samedi et dix heures les autres jours.

Cette réduction, disent les auteurs de ces propositions, pourra être facilement supportée par l'industrie. Dans un certain nombre de professions, où l'on ne travaille actuellement qu'onze heures au maximum, elle sera de peu d'importance. Dans d'autres, il est vrai, notamment dans les industries textiles, la journée est encore habituellement de 12 heures et la modification y sera plus sensible, mais il ne faut pas croire, cependant, que la diminution de la production sera mathématiquement équivalente à la réduction du nombre d'heures de présence de l'ouvrier à l'atelier. Des expériences ont été faites à ce point de vue. On a constaté que là, où la tâche imposée à l'ouvrier exige un effort physique sérieux ou une tension d'esprit appréciable, la fatigue ainsi encourue ne permet pas de soutenir l'effort pendant plus d'un certain temps; la prolongation du travail n'est ni utile, ni fructueuse. Dans un pareil cas, le rendement utile du travail de l'ouvrier ne se ressentira que peu de la réduction de ses heures de labeur. Il n'en sera pas de même, dans les cas beaucoup plus nombreux, où le rôle du travailleur est de surveiller la marche du métier confié à ses soins, de réparer avec plus ou moins d'adresse les défauts de fabrication et de fournir à la machine les matières que celle-ci doit transformer. Plus dispos, plus attentif à une besogne qui dure moins longtemps, plus bref dans ses efforts, l'ouvrier pourra, sans doute, même dans ce cas, augmenter sa production proportionnelle; dans chaque heure de travail d'une journée réduite, il produira plus que dans l'heure d'une journée plus longue, mais il n'atteindra pas, dans la plupart des cas, en dix heures, la somme de produits obtenue dans les douze heures actuelles de séjour à l'atelier.

L'industriel, en perfectionnant ses engins de fabrication, en activant la marche de ses machines, en apportant les améliorations de détail qui constituent le secret de la réussite et que lui impose la loi du progrès, fera en sorte de maintenir sa production. Mais, malgré la bonne volonté des deux parties intéressées, il est nécessaire de prévoir (selon la nature de l'industrie et l'outillage de l'usine), une période de transition plus ou moins longue, pendant laquelle la production industrielle se ressentira des effets de la réduction des heures de travail. Mais ce n'est pas là une raison suffisante pour maintenir le *statu quo*, et les industriels trouveront dans la législation douanière, plus avantageuse à leurs intérêts

qu'on élabore en ce moment, une compensation suffisante.

Tel est actuellement l'état de la question, et telles sont les diverses opinions en présence. Sans vouloir prédire à l'avance à laquelle d'entre elles se ralliera le Parlement, qu'il nous soit toutefois permis de faire remarquer que la question n'est plus entière. En limitant à 10 heures la durée du travail journalier des enfants et des femmes, le projet de loi récemment voté par la Chambre des députés a indirectement touché au travail des ouvriers adultes mâles. En effet, dans un grand nombre d'industries le travail des femmes et des enfants est la préparation ou le complément obligé du travail des hommes et il est impossible de donner à celui des uns une durée différente de celle assignée au travail des autres. Quelle que soit d'ailleurs la solution qu'adopte le Parlement, il est désirable qu'il la prenne rapidement afin de ne pas laisser se perpétuer et s'accentuer l'agitation qui se manifeste à ce sujet, depuis quelque temps déjà, dans le monde des travailleurs. — L. B.

TRÉFILAGE, TRÉFILERIE. Le *tréfilage* est une opération qui a pour but de diminuer le diamètre d'une tige métallique (appelée *machine*) en forçant cette tige, par un effort de traction, à passer dans des trous de diamètre décroissant percés dans une plaque de métal dur appelée *filière*.

On nomme *tréfilerie*, l'atelier dans lequel on accomplit ce travail. Le tréfilage donne la mesure de la *ductilité* des métaux : les plus ductiles sont ceux qui se laissent tréfiler avec le plus de facilité. Les métaux usuels sont indiqués ci-dessous dans l'ordre de leur ductilité :

Or, le plus ductible; argent, platine, aluminium, fer et acier doux, acier dur, nickel, cuivre, zinc, étain, plomb, le moins ductile.

Diverses industries consomment chaque jour des quantités importantes de fils métalliques. Les lignes suivantes sont consacrées à l'étude du tréfilage du fer, ou plus exactement, de l'*acier doux*.

Depuis environ dix ans, les aciers doux obtenus par les procédés basiques (convertisseurs et fours à sole) tendent à se substituer au fer puddlé. Producteurs et consommateurs ne pourront que gagner à ce changement, car l'emploi de l'acier doux permet d'éviter les principales difficultés que présente le travail du fer. Dans les laminages et les tréfilages que le fer est obligé de subir pour passer de la forme de *lopin* ou *massiau* à celle de fil fin, il se produit parfois des dessoudures qui déterminent à la surface du métal des soulèvements que l'on nomme *pailles*. Avec le métal basique, métal fondu, rien de semblable n'est à redouter. De plus, avec le fer il n'est pas possible d'obtenir par le laminage de grandes longueurs de machine, car le fer se refroidit trop et les pailles se forment; c'est là encore un inconvénient qui n'est pas à craindre avec l'acier doux.

La matière première de la tréfilerie est la *machine*, c'est un acier rond ayant au moins $4^{m}/^{m},4$ de diamètre (n° 20), et au plus 10 millimètres de diamètre (n° 30 de la jauge de Paris).

En France, les consommateurs de machine ou de fil ont adopté la jauge de Paris, qui présente entre les numéros et les diamètres des fils les relations notées par le tableau suivant :

Mesure des fils avec la jauge de Paris.

Numéro de la jauge	Diamètre correspondant	Numéro de la jauge	Diamètre correspondant	Numéro de la jauge	Diamètre correspondant	Numéro de la jauge	Diamètre correspondant
30	100	22	54	14	22	6	11
29	94	21	49	13	20	5	10
28	88	20	44	12	18	4	9
27	82	19	39	11	16	3	8
26	76	18	34	10	15	2	7
25	70	17	30	9	14	1	6
24	64	16	27	8	13	P	5
23	59	15	24	7	12	P.P	4

Nota. — Les diamètres des fils sont exprimés en dixièmes de millimètres.

La machine s'obtient par le laminage des *lingots* d'acier ou bien par la transformation des *billettes* qui sont des lingots dégrossis au train et débités en longueurs déterminées.

Presque partout on lamine en serpentant, c'est-à-dire que l'on engage la billette chauffée au rouge vif dans le laminoir, et qu'on diminue sa section par des passages successifs dans des cannelures de plus en plus petites, jusqu'à ce qu'elle ait atteint le diamètre voulu.

Durant tout ce travail, la billette est engagée dans plusieurs cannelures entre lesquelles on la fait serpenter. Cette opération exige un grand nombre de cages de laminoir (jusqu'à seize) et un personnel habile et nombreux.

Il existe en France, dans une usine du centre, et en Angleterre, des trains directs : la billette, au sortir du four à réchauffer, s'engage entre les deux premiers cylindres et continue ensuite à passer entre les autres qui sont placés à la suite, en sorte que le serpentage est évité et que la machine s'échappe toute seule de la dernière cannelure avec le diamètre qu'on a bien voulu lui donner.

Ce train présente, comme il est aisé de le comprendre, des avantages considérables par l'économie de temps et de main-d'œuvre qu'il réalise; il permet, en outre, de laminer des billettes d'une longueur à peu près illimitée et d'obtenir, par suite, des bottes de machine d'un poids très élevé. Telle était la botte de machine n° 21 qui a figuré à l'Exposition universelle de 1889, classe 41, et qui, d'un seul bout, pesait 208 kilogrammes, soit environ 1,425 mètres. Descendue jusqu'au PP, cette même botte aurait une longueur de 213,200 mètres d'un seul bout, soit à peu près la distance de Paris à Bourges.

La machine d'acier doux est quelquefois employée telle qu'elle sort du laminoir pour établir les barrages ou clôtures, ou comme lien; mais c'est là un débouché secondaire auquel on ne destine que les bottes de deuxième choix, mal laminées, ou défectueuses; le premier choix est réservé pour le tréfilage.

Tréfilage. Du laminoir, la machine est conduite à la tréfilerie où elle doit être réduite en fils. On procède d'abord au décapage qui a pour but de dissoudre ou tout au moins de détacher la couche d'oxyde de fer qui recouvre la machine et qui s'est formée lors du laminage; à cet effet, on immerge les bottes de machine dans de grandes cuves en bois remplies d'eau acidulée par l'acide sulfurique, soit 2 d'acide pour 100 d'eau. Le bain de décapage est chauffé à la vapeur pour activer l'opération qui dure ainsi près de deux heures. (Dans quelques usines on pratique un décapage mécanique.)

Chaque botte est sortie de la cuve et le tréfileur s'en empare, la plonge dans un baquet contenant de l'eau grasse acidulée et additionnée de sulfate de cuivre qui doit, avec les matières grasses, faciliter le passage du métal à la filière.

Composition du liquide des baquets.

Eau.	200 litres.
Sulfate de cuivre	0k,500
Suif	0k,500
Acide sulfurique.	1k,000

Un bout de machine convenablement effilé est engagé dans la filière et vient, à sa sortie, se placer sur une bobine qui l'attire à l'aide d'une pince nommée *chien*, et l'enroule. Après un premier passage on obtient un fil blanc, bien clair, ayant environ 0m/m,5 de diamètre de moins que la machine. Chaque passage à travers la filière s'appelle une *passe.* On donne au fil le nombre de passes nécessaires pour le descendre au diamètre voulu.

Dans les gros numéros, depuis 15 et au-dessus, on diminue le diamètre du fil de 1/2 à 1 millimètre à la fois; mais dans les petits numéros on agit avec plus de modération, et dans les fils très fins on ne réduit le diamètre que de 1/10 ou 1/20 de millimètre.

La qualité des fils obtenus varie naturellement avec celle de la machine employée; on peut, cependant, poser en principe que *tous* les fils sont écrouis et durcis par la pression qu'ils supportent lors de leur passage à la filière.

Les exemples suivants fixeront les idées à ce sujet : le fil a été essayé par traction après chaque passe. Le numéro des fils et leur résistance sont notés ci-dessous.

Durcissement des fils par le tréfilage.

Nature et numéro du fil	Résistance à la traction en kil. par millim. carré de section	Observations
	kilogr.	
Machine n° 22	38	La machine a été prise au n° 22 et descendue sans recuit jusqu'au n° 12.
— n° 21	45	
— n° 20	53	
— n° 19	59	
— n° 18	64	
— n° 17	66	
— n° 16	68	
— n° 15	76	
— n° 14	77	
— n° 13	80	
— n° 12	92	

Un rapide coup d'œil jeté sur le tableau ci-dessus montre que le tréfilage durcit bien vite le fil; il le durcit même à tel point que la suite des opérations devient impossible, et qu'il faut adoucir le fil par un *recuit* pour continuer à le tréfiler. De telle sorte qu'en partant de la machine n° 20 comme matière première pour obtenir le fil PP, il faut recuire deux fois le fil, au n° 15 et au n° 8 pour lui permettre de supporter, sans se rompre, les passes successives qui doivent le réduire au diamètre de 0m/m,4.

Les tréfileries livrent au commerce des fils sous différents aspects qui constituent autant de variétés bien distinctes et qui sont :

1° *Fil clair.* Obtenu sans artifices par le passage de la machine à la filière; il est blanc, brillant et toujours un peu raide. Pour obtenir des fils bien blancs, on remplace par du chlorure d'étain le sulfate de cuivre des baquets.

2° *Fil cuivré.* C'est le même fil que ci-dessus recouvert d'une très mince couche de cuivre; on obtient facilement ce résultat en plongeant le fil, avant la dernière passe, dans un baquet contenant de l'eau tenant en dissolution 5 0/0 de sulfate de cuivre et une pointe d'acide sulfurique.

3° *Fil recuit.* Gris bleu ou noir, on le prépare en maintenant pendant longtemps, environ douze heures, le fil clair dans des chaudières de fonte ou de fer chauffées au rouge et bien fermées pour éviter le contact de l'air, qui oxyderait les fils trop profondément et les rougirait. Le recuit rend au fil la douceur et la souplesse que le tréfilage lui avait fait perdre.

4° *Fil galvanisé.* C'est du fil clair ou recuit recouvert à chaud d'une légère couche de zinc. Pour galvaniser les fils, il faut d'abord les décaper à l'acide chlorhydrique étendu d'eau (environ 1 partie d'acide pour 3 parties d'eau), on les lave à l'eau claire, puis on les force à plonger dans un bain de zinc fondu qu'ils doivent traverser; l'excès de ce métal, fluide encore, est essuyé par un tortillon de fil ou *rosette* et les fils bien lisses vont s'enrouler sur des bobines placées à 15 ou 20 mètres de la cuve, qui les sollicitent.

Les fils galvanisés sont blancs, brillants; ils résistent très longtemps à l'inclémence des saisons; aussi l'emploi de cette variété de fil tend-elle de plus en plus à se généraliser.

5° *Fil étamé.* C'est du fil recouvert d'une couche d'étain par un procédé en tous points semblable à celui qui a été indiqué pour la galvanisation. Les fils étamés très brillants sont surtout employés pour la confection des articles de ménage.

6° *Fils goudronnés, huilés, etc.* On prépare quelquefois aussi des fils goudronnés, vernis, huilés, etc., mais ce sont-là des cas tout à fait spéciaux sur lesquels il n'y a pas lieu de s'attarder.

Clair, recuit, galvanisé, etc., le fil d'acier doux constitue un produit industriel de la plus haute importance; on l'emploie pour l'établissement des lignes télégraphiques, dans les vignobles, comme clôtures et barrages, comme liens de toutes sortes, pour la fabrication des pointes, des ronces artificielles, des toiles métalliques et grillages, pour le tressage des câbles, pour la confection des cages

d'oiseaux, des ressorts de sommier, des épingles à cheveux, des crochets d'ardoises, des articles de ménage, etc., etc. — L. C.

TREMPE. La trempe est une opération qui a pour but de modifier l'état moléculaire des corps par un changement brusque de température. La trempe de l'acier dur est pratiquée depuis les temps les plus reculés, ses effets ont été décrits dans le *Dictionnaire*; les lignes ci-dessous sont consacrées à la trempe des *aciers doux et extra-doux, véritables fers fondus.*

Les aciers doux ne sont pas durcis par la trempe, leur grain ne se resserre pas dans cette opération, bien au contraire, ils deviennent nerveux. Pour mettre en évidence ce fait intéressant, il suffit d'opérer de la façon suivante.

Un petit lingot d'acier doux, pesant environ 10 kilogrammes, est forgé au pilon de façon à obtenir une billette carrée de 30 millimètres de côté; on en détache à chaud une longueur de 200 millimètres, sur le milieu de l'une des quatre grandes faces de ce bout de barre, on pratique à chaud une incision à la tranche, on fait bien recuire le métal, on le laisse refroidir, puis on le place en porte-à-faux et on essaie de le casser; la rupture est facile et on constate que la partie fraîchement rompue présente des grains assez fins et réguliers. Un autre bout de billette en tout semblable au précédent et pareillement préparé est chauffé au rouge cerise un peu vif et plongé brusquement dans l'eau froide pour le tremper. On essaie ensuite de le casser, mais on y parvient très difficilement, car l'acier a pris une texture absolument nerveuse.

La trempe des aciers doux est même une opération très salutaire qui augmente leur homogénéité et qui, jusqu'à un certain point, remplace le recuit, car la trempe, de même que le recuit, fait disparaître les différences de structure que détermine le forgeage dans les pièces un peu fortes.

La régularisation des aciers par la trempe a reçu de la part de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée l'officielle consécration du cahier des charges; il est prescrit dans la fabrication des essieux de tender, grosses pièces de 250 kilogrammes environ, de tremper au jaune après forgeage et avant tournage, ces essieux dans l'eau froide et de les y maintenir jusqu'à complet refroidissement.

La trempe augmente néanmoins la résistance à la rupture des aciers doux essayés par traction, ainsi que le prouve le tableau suivant qui montre bien clairement que l'augmentation de résistance produite par la trempe est toujours appréciable et que, de plus, elle varie sensiblement avec la température à laquelle la trempe a été pratiquée. Il y a, cependant, à cette augmentation une limite supérieure fixée à la chaleur blanche suffisante pour dénaturer le métal qui perd alors de sa résistance (V. le tableau de la colonne suivante).

La diminution de l'allongement des éprouvettes correspond sensiblement à l'augmentation de leur résistance. De telle sorte que si l'on additionne

Essais de trempe sur l'acier doux.

Numéro de l'éprouvette	Résistance par millim. carré	Allongement p. 100	Observations	Résistance + Allongement
1	40k,5	30.5	Eprouvette recuite.	71.0
2	50.0	20.0	— trempée au rouge cerise	70.0
3	61.5	11.5	— — au jaune. . . .	72.0
4	52.5	19.0	— — au blanc. . . .	71.5

les valeurs absolues de la résistance et de l'allongement, on obtient un nombre constant voisin de 70 pour les aciers doux considérés dans l'expérience présente. — L. C.

TRESSE, LACET, CORDON. La fabrication des tresses, lacets et cordons, est une industrie aux dehors modestes; ses produits ont pour qualités essentielles la simplicité, le bon marché, de telle sorte que plus leurs mérites sont sérieux, moins ils sont apparents.

— L'industrie française des tresses et lacets fournit à des populations entières un aliment continu de travail, traite les affaires par millions et ses produits sont appréciés et recherchés de préférence à ceux de l'étranger dans tous les pays, et sur tous les marchés.

Le siège principal de cette industrie est à Saint-Chamond (Loire); d'autres usines existent à Nimes, Amiens, Paris, Saint-Quentin, etc., mais, malgré l'importance de beaucoup d'entre elles, comme elles ne sont pas groupées dans un même rayon, le véritable centre est resté Saint-Chamond, où se sont établies d'autres industries accessoires : moulinage, teintures, mécaniciens, etc., qui, tirant leur existence de la fabrique de lacets, lui fournissent par contre toutes les facilités que l'on ne peut trouver que dans un grand centre industriel; c'est du reste à Saint-Chamond que fut établie la première fabrique de lacets.

En 1807, M. Jean-Antoine Richard y importa cette industrie jusqu'alors inconnue en France. Dans un voyage à Paris, ayant appris que les Allemands fabriquaient les lacets pour chaussures au moyen de petits métiers à Elberfeld et Barmen, il parvint à se rendre acquéreur de trois métiers, chacun de treize fuseaux, au prix de 130 francs le métier. Ces métiers faits en planches de sapin, et construits d'une manière très économique, n'avaient pas donné des résultats satisfaisants, lorsque M. Richard pensa, avec raison, qu'ils pouvaient être un sujet d'études, et, qu'en y apportant quelques perfectionnements, il serait possible d'en tirer parti et peut être même de trouver la source d'une industrie nouvelle.

Il fit avec ces métiers ses premiers échantillons, trouva un débouché à ses produits, et fut amené peu à peu à augmenter et modifier son matériel. Au commencement de 1812, il possédait déjà 82 petits métiers d'une valeur de 21,000 francs. En 1818, il fit construire, malgré les moqueries de ses concitoyens, une petite machine à vapeur, la première dans le pays; à ce moment sa fabrique comptait plus de 300 métiers.

Le succès de M. Richard lui suscita de nombreux concurrents. Saint-Chamond voyant la fabrication des rubans lui échapper, se lança dans celle des lacets.

En 1824, une dizaine de fabricants, la plupart précédemment employés chez M. Richard, s'adonnèrent à cette industrie. Bientôt de nouveaux articles furent créés, le nombre de fabriques s'augmenta.

Le traité de 1860, en modifiant certains droits prohibitifs, permit aux fabricants d'utiliser des matières qu'ils n'avaient pas employées jusqu'alors, de telle sorte

que Saint-Chamond compte aujourd'hui 38 établissements industriels, formant un total de plus de 1,000,000 de fuseaux. Cette industrie y occupe dans les usines 1,450 hommes, 650 enfants, plus de 6,000 femmes, sans compter 2 à 3,000 personnes employées chez elles à des travaux accessoires, presque toujours des ménagères qui, employant à dévider des matières, émoucheter et plier des lacets le temps que leur laissent les soins du ménage, trouvent ainsi un supplément de ressources qui augmente le bien-être de leur famille.

Mais si Saint-Chamond est toujours le véritable centre de la fabrication du lacet, cette industrie n'est cependant pas restée son monopole. D'autres localités, Nîmes, St-Etienne, Amiens, Saint-Quentin, Paris, possèdent aussi d'importantes manufactures. Parmi les villes où cette industrie s'est implantée, après Saint-Chamond, vient Nîmes comme importance.

C'est en 1828 que M. Samuel Guérin importa dans cette ville la fabrication des lacets, et chose curieuse, dans les conditions à peu près identiques à celles rencontrées par M. Richard quelques années auparavant à Saint-Chamond. Si M. Richard, lorsqu'il établit la première machine à vapeur à Saint-Chamond, eut à essuyer les sarcasmes de ses concitoyens, M. Samuel Guérin fut encore moins heureux lorsqu'il eut établi au centre de la ville, en 1834, la première machine à vapeur de Nîmes, car il fut forcé par la police de changer de local, et d'aller s'établir hors des limites de l'octroi.

Il avait acheté, en 1828, presque par hasard, quelques métiers, qu'un passementier venait de recevoir, mais qu'il n'avait pu faire fonctionner. Il en étudia le mécanisme, les mit en marche, en obtint des produits dont il trouva l'écoulement, augmenta le nombre de ses métiers, et il se produisit à Nîmes ce qui s'était produit à Saint-Chamond, mais dans des proportions moindres.

Des fabriques se créèrent, et, en 1860, le dénombrement décennal indique à Nîmes un chiffre de huit fabricants, faisant ensemble un chiffre d'affaires de 3,231,000 francs. Il est vrai que ni le nombre de fabricants ni le chiffre d'affaires ne se sont maintenus dans cette ville qui n'a pas, comme à St-Chamond, la ressource des industries accessoires.

L'industrie des lacets emploie un grand nombre de textiles, entre autres :

La soie, la schappe, le mohair ou poil de chèvre, la laine, l'alpaga, le coton, le lin, les fils de caoutchouc, et même à certaines époques, les aciers pour ressorts de crinolines et tournures. Il a été dit plus haut que le traité de 1860 fut une des causes de l'extension de la fabrique de lacets. Il eut, en effet, une heureuse influence, puisque aux articles déjà produits il permit d'ajouter la fabrication de la tresse alpaga.

C'est, en effet, de ce traité que date la fabrication, en France, de cette tresse, une des variétés les plus importantes. La tresse alpaga se fabrique avec une laine anglaise, n° 40, à deux bouts, laine particulière, filée seulement en Angleterre, où tous les fabricants de tresses français, allemands ou autres sont obligés aujourd'hui encore de s'approvisionner.

Avant 1860, le droit d'entrée sur ces laines était, pour la France, de 8 francs par kilogramme; pour la Prusse et l'Allemagne, de 0 fr. 75 par kilogramme. Les Allemands faisaient ensuite entrer en France la tresse fabriquée avec cette laine moyennant un droit d'entrée de 6 0/0 ad valorem, soit environ 1 fr. 25 par kilogramme, de telle sorte que la laine entrait en France grevée d'un droit de 8 francs, tandis que le produit fabriqué par les Prussiens, avec la même laine, n'était grevée par des droits successifs que de 2 francs par kilogramme. Cette différence énorme de 6 francs par kilogramme, sur un article qui se vendait 20 francs environ, explique suffisamment pourquoi cette fabrication était impossible en France avant 1860.

Cependant, avant cette date, certains fabricants français connaissaient les procédés de cette fabrication, mais ils n'avaient pu obtenir des résultats à cause de ces droits prohibitifs. En 1860, un traité fut signé avec l'Angleterre, le droit de 8 francs par kilogramme fut remplacé par un droit de 0 fr. 58 1/2 plus élevé encore que celui payé par les Allemands, mais qui permit néanmoins à la fabrication française d'établir cet article; immédiatement plusieurs fabricants français se mirent à produire la tresse alpaga, et parvinrent peu à peu à chasser du marché français l'article allemand.

Avant de parler des diverses variétés de tresses et lacets qui, avec la tresse alpaga, occupent un nombre considérable de métiers, quelques mots sur le mode de fabrication nous paraissent utiles.

FABRICATION. La fabrication des lacets, tresses et cordons repose sur les mêmes bases et est susceptible de diverses transformations et modifications, qui partant du simple et vulgaire lacet de soulier vont jusqu'à la dentelle.

Les métiers qui servent à fabriquer les tresses sont de deux espèces : la première pour la tresse plate, la deuxième pour la tresse ronde appelée *cordon* et que l'on obtient par une simple variante de métier.

La base du principe de mise en mouvement est analogue à celle des chariots des métiers tulle-bobin, mais la direction des mouvements des fuseaux porte-cannette est circulaire et produit une ondulation d'avant et d'arrière ainsi que latérale.

Dans les tresses plates, les fils en nombre impair sont alternativement sur le devant du tissu pour aller et sur le côté opposé pour le retour, ce qui permet de les considérer comme chaîne dans une position, et comme trame dans l'autre. (Cette définition n'est que pour rendre l'explication plus facile à comprendre, car les fils ne peuvent pas être réellement classés puisqu'ils font exactement le même travail dans l'une comme dans l'autre position.) Les fils mis sur des cannettes spéciales, sont portés par des fuseaux, garnis chacun d'un contrepoids, appelé *pompe*, dont le but est de tenir le fil constamment tendu, et obtenir une tresse plus ou moins serrée en proportionnant le poids au serrage et à la force de la matière.

Le mouvement des fuseaux est combiné de telle sorte qu'ils passent successivement deux au même endroit, mais en suivant une direction opposée, il se produit ainsi un croisement en sautoir, les fuseaux imitant mécaniquement le tressage à la main ou le travail de la dentelière.

Quelquefois on fait passer au même endroit deux fuseaux dans la même direction, les deux suivants passant dans la direction opposée, on obtient ainsi une disposition particulière, mais les dispositions présentant un grand nombre de variétés il convient de n'examiner que les genres les plus courants. Les articles lacets, ganses plates ou rondes, cordons, etc., toutes les tresses unies ou façonnées se font au métier par les moyens ci-dessus ou des moyens analogues, avec des variantes plus ou moins grandes suivant les tissus.

Lorsqu'on veut garnir l'intérieur de la tresse plate avec une matière autre que celle des cannettes pour former, par exemple, une tresse à

côtes parallèles à la longueur du tissu, on est obligé d'emprisonner entre les deux couches de fil, au point où se forme la maille, un fil tirant, parallèle aux bords du tissu qui se trouve couvert par les deux couches de fil des cannettes. Ces fils tirants donnent du relief au tissu et, le maintenant dans une position fixe, s'opposent à son raccourcissement et à son allongement. C'est en se basant sur ce principe que l'on est arrivé à fabriquer le lacet élastique, dans ce genre de lacet les fils tirants généralement en coton dans les tresses à côtes, sont remplacés par des fils de caoutchouc qui, cachés par la matière qui les enveloppe, donnent à cet article l'élasticité qui en constitue le privilège.

Pour les cordons, dont la matière textile risquerait de ne pas conserver la forme cylindrique, il est souvent utile d'indroduire à l'intérieur une matière étrangère remplissant l'espace vide, on donne à cette matière le nom d'*âme*.

Cette âme consiste en un gros fil de chaîne tirante qui remplit tout l'intérieur du sac de l'étoffe; elle est indépendante du tissu et simplement une charpente de soutien pour maintenir le tissu dans sa position naturelle; elle n'apporte aucune modification au croisement et on peut la retirer sans produire de déplacement dans la constitution du tissu. Le métier à cordons, avec ou sans âme, est basé sur le même mécanisme que le métier à tresses dont il n'est qu'une variante; dans le métier à cordon les fils sont divisés en deux séries d'un même nombre de fuseaux, l'une allant dans la direction de droite, l'autre dans celle de gauche, dans leur mouvement circulaire les fuseaux des deux séries s'entrecroisent un par un.

— La production des lacets, en France, est de 25 millions, dont 8 millions environ pour le marché intérieur et 17 millions pour l'exportation.

Les métiers servant à la fabrication des lacets peuvent être classés en deux catégories :

1° *Métiers français*;
2° *Métiers allemands*.

Ils diffèrent par leur construction et surtout par le mode adopté pour forcer les fuseaux porte-cannettes à suivre la direction voulue, direction qui est, du reste, la même dans les deux genres de métiers, mais qui s'obtient par des moyens différents.

Métiers français. Ce métier est construit en bois, fer et fonte. Toutes les pièces sont supportées par une charpente carrée en bois, un arbre moteur vertical au milieu et en bas de cette charpente, appelé *bâti*, transmet par un engrenage le mouvement aux diverses pièces et tout d'abord à un certain nombre d'arbres en fer verticaux (le nombre varie selon le numéro de métier), rangés circulairement à égale distance les uns des autres et engrenant entre eux. Ces arbres en fer sont munis à leur extrémité supérieure et vers le milieu de deux pièces de bois cylindriques, à environ 15 centimètres l'une de l'autre, on leur donne le nom de *poupées*. Ces poupées portent des entailles appelées *coches* ou *ouches*, destinées à recevoir les fuseaux. Dans le métier pour lacets ordinaires, les poupées ont quatre ouches et celles de devant cinq, ces dernières afin de permettre le retour des fuseaux. Dans les métiers à cordon toutes les poupées ont quatre ouches.

A la hauteur de chacun des deux étages des poupées, se trouve une planche horizontale en bois de noyer appelée *planchette*. Ces planches remplissent tout le cadre du bâti; elles sont découpées de manière à laisser passer les poupées dont la partie supérieure se trouve sur le même plan, de telle sorte que les fuseaux qui prennent place dans les ouches des poupées s'y trouvent maintenus par le contact des planchettes. Le métier ainsi construit, s'il était garni de ses fuseaux et mis en mouvement, ne pourrait fonctionner, les fuseaux n'étant pas guidés iraient

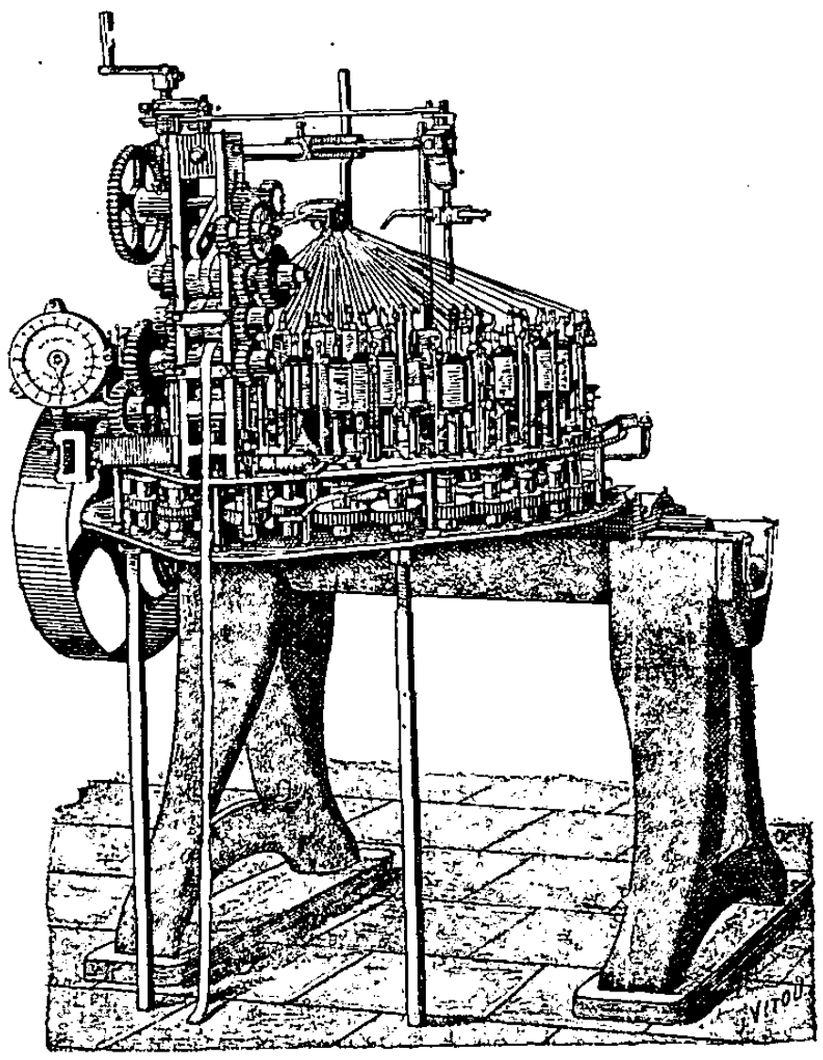


Fig. 803. — *Métier allemand.*

heurter les uns les autres contre les autres; c'est pourquoi, au moyen d'un aiguillage que l'on peut comparer à celui des voies ferrées, on donne la direction à chaque fuseau. Cet aiguillage est mis en mouvement par le passage du fuseau lui-même. Pour obtenir ce résultat, entre les deux planchettes, on a placé des petites pièces en bois appelées *pattes d'oie*, à cause de leur forme. Le fuseau, en passant, force la patte d'oie à fermer le passage dans lequel il vient de passer et à ouvrir celui qui doit servir au fuseau suivant.

Par suite du mouvement suivi par les fuseaux, les fils des cannettes s'entrecroisent et viennent former sur le centre du métier, un peu au-dessus de l'extrémité supérieure des fuseaux, la tresse qui, à mesure de sa fabrication, vient s'enrouler sur un guindre par des procédés de mécanique élémentaire qu'il serait trop long de décrire.

Les métiers sont munis d'arrêtes-défauts, d'arbres à détourner afin de défaire les fautes, et

d'autres pièces accessoires qui servent à assurer la régularité de la fabrication.

Les fuseaux portent les cannettes des fils, ils sont munis à leur intérieur d'un contrepoids appelé *pompe*. qui sert à tenir le fil constamment tendu, et à le faire dérouler au fur et à mesure de la fabrication; de plus lorsqu'un fil vient à casser, la pompe n'étant plus soutenue tombe et arrête le métier.

Métier allemand. Nous donnons, figure 803, le dessin de ce métier; il diffère du métier français : 1° parce qu'il est construit tout en fer et fonte; 2° parce que les fuseaux coulissant dans des rainures suivent une route parfaitement déterminée sans avoir besoin de l'intermédiaire des pattes d'oie pour prendre leur direction; 3° il occupe un volume beaucoup moins considérable. Les avis sont très partagés sur la valeur relative de ces métiers. Le métier français ne fonctionne pas avec la même rapidité, mais il permet une fabrication plus soignée, il se prête beaucoup mieux aux changements de matière. Pour la fabrication des tresses ordinaires d'un serrage moyen, le métier allemand présente certains avantages, mais pour la fabrication des tresses de soie, mohairs, cachemires et autres articles soignés, le métier français est préféré.

En laissant de côté les articles cordons, passementeries et divers que l'on fabrique avec les métiers à lacets, on peut classer en quatre catégories les principaux genres d'une consommation courante comme suit :

1° Tresses alpaga et laine, environ 45 0/0 de la production totale comme poids; 2° lacets de coton, 25 0/0; 3° tresses mohair, 20 0/0; 4° tresses et lacets de soie, 10 0/0.

Les tresses, quelle qu'en soit la matière, sont d'un tissu serré, elles servent généralement à la bordure des vêtements.

Les lacets sont d'un tissu moins serré, on les emploie pour attaches de souliers, de corsets, etc.

Voici le détail des manipulations de ces quatre genres :

Alpaga	Coton	Mohair	Soie
Cannettage.	Cannettage.	Cannettage.	Cannettage.
Lacetage.	Lacetage.	Lacetage.	Doublage.
Brûlage.	Pliage.	Emouchetage	Lacetage.
Bouillissage.	Paquetage.	Gazage.	Emouchetage
Teinture.	Les noirs et couleurs sont fabriqués avec du coton teint. Les blancs sont fabriq. en écrus, blanchis et cylindrés après fabric.	Cylindrage.	Gazage.
Cylindrage.		Aunage.	Aunage.
Aunage.		Pliage.	Pliage.
Pliage.		Presse.	Presse.
Presse.		Cartonnage.	Cartonnage.
Paquetage.			

L. G.

• **TRICOTER** (Machine à). L'Exposition a fait connaître une nouvelle machine qui produit avec facilité tous les articles diminués et proportionnés, la maille à côtes et l'uni; elle donne la côte à plat sur tout ou partie de sa largeur, les côtes semblables ou variées, avec dessins à jour ou non, et cela simultanément, selon la disposition des aiguilles, avec lisières et changements automatiques pour les rayures. L'uni double largeur et le rond peuvent subir l'augmentation ou la diminution jusqu'à la dernière maille, et cette machine qui peut tordre de la préparation de filé ou machiner ensemble des fils déja tordus, a cette particularité qu'elle peut fabriquer des articles dont une partie est à côtes et l'autre partie est unie, ronde ou plate, d'un seul jet, sans rebroussage à la maille.

Cette intéressante machine à tricoter, due à M. Hantz, et qui peut servir à l'industrie domestique aussi bien qu'à l'industrie manufacturière, produit tous les articles de bonneterie.

•*• **TRIPHÉNYLMÉTHANE.** Le mot *méthane* est le nom adopté par M. Cahours pour désigner le composé CH^4 ou hydrogène protocarboné, comme le mot *carbinol* a été choisi par M. Kolbe pour nommer l'alcool méthylique CH^3OH. Le triphénylméthane est donc le méthane dont trois hydrogènes seraient remplacés par trois phényles, ce qui donnerait

$$CH\begin{cases}C^6H^5\\C^6H^5\\C^6H^5\end{cases}$$

comme le triphénylcarbinol est le carbinol dont trois hydrogènes seraient remplacés par trois phényles

$$C(OH)\begin{cases}C^6H^5\\C^6H^5\\C^6H^5\end{cases}.$$

Mais ni le triphénylméthane ni le triphénylcarbinol ne sont des matières colorantes, il faut qu'il y ait des substitutions dans les noyaux benziniques.

Le triphénylméthane se prépare synthétiquement dans des conditions qui ne laissent aucun doute sur sa constitution. On fait réagir le chloroforme sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium :

$$CHCl^3+3C^6H^6=CH(C^6H^5)^3+3HCl$$

le chloroforme peut être remplacé par le benzhydrol

$$CH(C^6H^5)^2OH+C^6H^6=CH(C^6H^5)^3+H^2O$$

Le triphénylméthane (V. *Dictionnaire,* FUCHSINE), traité par l'acide nitrique, est transformé en trinitrotriphénylméthane qui, lui-même, sous l'influence de l'hydrogène naissant, devient le triamidotriphénylméthane. On a alors la leucobase de la pararosaniline qui, par l'oxydation, devient la base colorante ou pararosaniline.

On peut arriver au même résultat en intervertissant l'ordre des transformations. On passe facilement du triphénylméthane au triphénylcarbinol par l'oxydation et on repasse très facilement au triphénylméthane par réduction, au moyen de l'hydrogène.

Dans le triphénylméthane et les dérivés qui s'y rattachent, il y a un carbone dont les quatre atomicités sont saturées par trois phényles et un hydrogène ou un oxhydryle, ou un chlore ou tout autre radical monovalent. Ce carbone est le car-

bone *central*, ou le carbone *méthanique*, c est la clef de voûte de l'édifice moléculaire. Si dans ce triphénylméthane on n'avait substitué ou introduit qu'un AzH^2 on n'obtiendrait par oxydation que la base d'un sel à nuance violacée, le monoamidotriphénylcarbinol. Il faut au moins deux AzH^2 pour avoir un colorant. Avec deux, on a la base d'un violet, le diamidotriphénylcarbinol ; avec trois, on a le triamidotriphénylcarbinol ou rosaniline, base des fuchsines. Cette base est triacide, chacun des azotes dans les trois AzH^2 pouvant devenir pentatomique, mais les sels monoacides sont les plus stables et répondent au produit industriel. On s'est demandé pour pénétrer plus avant dans la structure de l'édifice moléculaire de la rosaniline, quelle est la position des amidogènes AzH^2 relativement à la soudure des noyaux benziniques avec le carbone central.

L'expérience a répondu : sans doute l'on peut, *a priori*, admettre, et l'on a réellement, dans ces derniers temps, produit des isomères des rosanilines ayant au moins un AzH^2 non en *para*; mais en dehors de ces dérivés obtenus par voie détournée, il a été démontré que les rosanilines sont des dérivés *tripara* (V. *Dictionnaire*, Rosaniline). Il est bien facile de concevoir la formation d'homologues et d'isomères, si l'on admet que les noyaux benziniques rattachés au carbone central sont substitués par méthylation. A chaque substitution on obtient un nouveau terme de la série homologue. Le terme le plus simple possible dans cette série, est la pararosaniline ou rosaniline en C^{19}; la rosaniline ordinaire est en C^{20}. On en a préparé neuf, dont six homologues et trois isomères, mais la théorie en prévoit au moins trente isomériques.

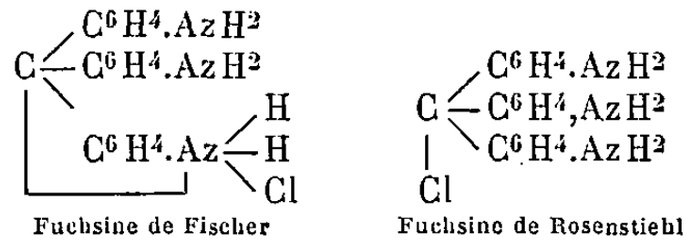
La représentation de la rosaniline et la formation du sel ont reçu dans la théorie des Fischer et dans celle de Rosenstiehl, des interprétations quelque peu différentes. Pour le premier, l'un des trois azotes joue un rôle spécial, il est pentatomique, les deux autres azotes restant trivalents ; pour le second, les trois azotes remplissent des fonctions équivalentes, la rosaniline est un alcool tertiaire

$$C(OH)\lessgtr$$

la fuchsine est un éther *simple*

$$C(OH)\lessgtr + HCl = Cl - C\lessgtr + H^2O.$$

Mais alors la rosaniline devrait pouvoir encore fixer trois molécules HCl, ce qui paraît contraire à l'expérience. La théorie de Fischer montre mieux que la base est triacide et que le sel mono-acide, est plus stable.



Fuchsine de Fischer — Fuchsine de Rosenstiehl

Lorsque les noyaux benziniques saturant trois atomicités du carbone central dans le dérivé triamidé du triphénylméthane sont des noyaux benziniques déjà substitués par du méthyle, comme dans les toluidines, les xylidines, les mésidines, ce méthyle, une ou plusieurs fois substitué, a peu d'importance pour la nuance du colorant, ce sont toujours des fuchsines que l'on obtient, bien qu'elles soient de plus en plus violacées ; mais il en est autrement quand les substitutions se font dans les amidogènes. Alors la nuance marche sensiblement, *à chaque substitution, du rouge vers le* bleu en remarquant, toutefois, que pour un nombre égal de substitutions dans les amidogènes, le changement de nuance est plus prononcé avec le méthyle substitué qu'avec l'éthyle et davantage encore avec le phényle qu'avec l'éthyle et le méthyle. Ainsi, avec trois substitutions de phényle, la coloration est arrivée au bleu (bleu de Lyon), tandis qu'avec trois éthyles ou trois méthyles et même plus, cinq et six, la coloration est encore classée dans les violets (violet hexaméthylé). — V. Aniline.

La méthode de préparation des rosanilines en partant du chloroforme et de la benzine, puis en nitrant les phényles, en réduisant, et enfin, en oxydant pour arriver au triamidotriphénylcarbinol, n'est jamais suivie dans l'industrie. Au lieu de partir de la benzine, on prend des amines aromatiques qui représentent des noyaux benziniques déjà substitués par l'amidogène et, pour avoir le carbone central, on a choisi dans les procédés industriels une amine aromatique qui contient un méthyle en para avec l'amidogène. C'est ce méthyle qui représente le carbone central ou méthanique déjà uni à un noyau benzinique amidé et devant s'unir pendant l'oxydation à deux autres noyaux benziniques également amidés. C'est pourquoi il suffit d'oxyder l'aniline pour rouge qui contient de la paratoluidine pour arriver à la rosaniline. Si l'on devait fabriquer les violets ou les bleus, on pourrait prendre des amines convenablement substituées préalablement et faire les soudures des noyaux benziniques, soit par l'acide oxalique qui, dans sa décomposition, donnera CO^2, soit par l'aldéhyde benzoïque $C^6H^5.COH$, soit par le gaz phosgène $COCl^2$ qui jouent un rôle d'oxydant et fournissent le carbone méthanique. C'est cette méthode qui a déjà permis de fabriquer le violet cristallisé, le vert malachite et ses dérivés et qui tend à détrôner l'ancienne routine dans la préparation de la fuchsine. C'est de ce côté que la voie est ouverte à de nouveaux progrès dans un prochain avenir. Quant aux verts dans la série du triphénylméthane, on fixait sur un violet déjà obtenu deux molécules d'un éther, les azotes des amidogènes devenant pentatomiques et l'on avait les diiodo ou dichlorométhylates de triméthylrosaniline. Dans les verts nouveaux, on prépare l'aldéhyde benzoïque et on la fait réagir sur des amines aromatiques tertiaires. — V. Vert.

Nous avons vu les dérivés amidés du triphénylméthane, nous pourrions faire une théorie analogue pour les dérivés hydroxylés. En partant des dérivés amidés, en diazotant, en chauffant leurs diazo en dissolution dans l'eau, on substitue l'oxhydryle à l'amidogène et on tombe dans la

série de l'*aurine*. Au lieu de passer par le dérivé triamidé du triphénylméthane, on peut directement agir sur les noyaux benziniques préalablement hydroxylés, c'est-à-dire sur les phénols en présence d'acide carbonique provenant de la décomposition de l'acide oxalique.

On peut réagir sur un mélange de noyaux benziniques diversement substitués, comme par exemple oxyder par l'acide arsénique un mélange d'une molécule de paratoluidine et deux molécules d'orthoanisidine (V. COLORANTES [Matières], au *Dictionnaire*) et on obtient alors la *rosanisidine*, dont l'acétate est un magnifique violet rouge.

$$OH-C\lessdot{C^6H^3<\begin{matrix}OCH^3(3)\\AzH^2(4)\end{matrix}}^{2}\\C^6H^4.AzH^2$$

Base du violet de rosanisidine

On voit que l'influence du groupe OCH^3 est plus sensible sur la production de la nuance que celle du groupe méthyle.

Si l'on met en réaction l'acide phtalique anhydre avec des phénols, en ajoutant au besoin un déshydratant, les deux molécules de phénol perdent un atome d'hydrogène, il se forme une molécule d'eau avec l'oxygène de l'acide phtalique et les restes des deux molécules de phénols et de la molécule d'acide phtalique s'unissent. Or, il est démontré que l'oxygène qui se sépare de l'acide phtalique n'est pas celui qui paraît le plus libre, celui qui se rattache aux deux CO, comme on l'avait admis d'abord, mais bien l'oxygène de l'un des carbonyles, de telle sorte que le carbone de ce carbonyle devient un carbone central ayant trois atomicités saturées par trois phényles substitués, dont deux sont substitués par l'oxhydryle et le troisième par un reste CO.O de carboxyle CO.OH. Ce composé en présence de l'hydrogène naissant nous montre, en fixant deux hydrogènes, l'un sur le carbone central ou méthanique, l'autre sur CO.O qui devient CO.OH, un dérivé du triphénylméthane hydroxylé et carboxylé. Les schémas suivants mettent en relief ces explications.

$$C^6H^4<\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}>O$$

Acide phtalique anhydre

$$C<\begin{matrix}C^6H^5.OH\\C^6H^5.OH\end{matrix}\\C^6H^4<\begin{matrix}\\CO\end{matrix}>O$$

Dérivé faiblement acide, phtaléine d'un phénol

$$C^6H^4<\begin{matrix}CH<\begin{matrix}C^6H^4.OH\\C^6H^4.OH\end{matrix}\\CO.OH\end{matrix}$$

Phtaléine après réduction (phtaline)

ou

$$H-C\lessdot{\begin{matrix}C^6H^4.OH\\C^6H^4.OH\\C^6H^4.CO.OH\end{matrix}}$$

Dioxytriphénylméthane carboxylique

Ces schémas montrent que les phtaléines se rattachent au triphénylméthane (V. COLORANTES [Matières]). Le triphénylméthane n'a pas par lui-même une valeur industrielle, il n'y a pas une industrie du triphénylméthane, mais cet hydrocarbure a une importance scientifique exceptionnelle, sa théorie a été le point de départ de plusieurs progrès dans l'industrie des matières colorantes et a jeté la plus vive lumière sur toutes les nouvelles méthodes synthétiques qui reposent sur l'emploi du chlorure de carbonyle ou gaz phosgène $COCl^2$ (gaz chloroxycarbonique) et qui tendent à détrôner les autres procédés pour les anciennes couleurs et sont exclusivement employées pour les nouvelles, les violets hexaméthylés, les bleus victoria, l'auramine. — v.

* * **TUNAGE.** Les tunages sont des ouvrages massifs en branchages et graviers, employés dans les fleuves et rivières, à la défense de la base des berges, à la fondation des digues dans le courant, et surtout aux coupures dans les corrections fluviales. Ils remplacent souvent les enrochements lorsque la pierre est rare et chère; ils ont même sur ceux-ci des avantages sérieux s'ils ne risquent pas d'être découverts par les basses eaux, ce qui en réduirait considérablement la durée, et ils permettent de s'avancer dans des courants très forts sans aucun ouvrage accessoire.

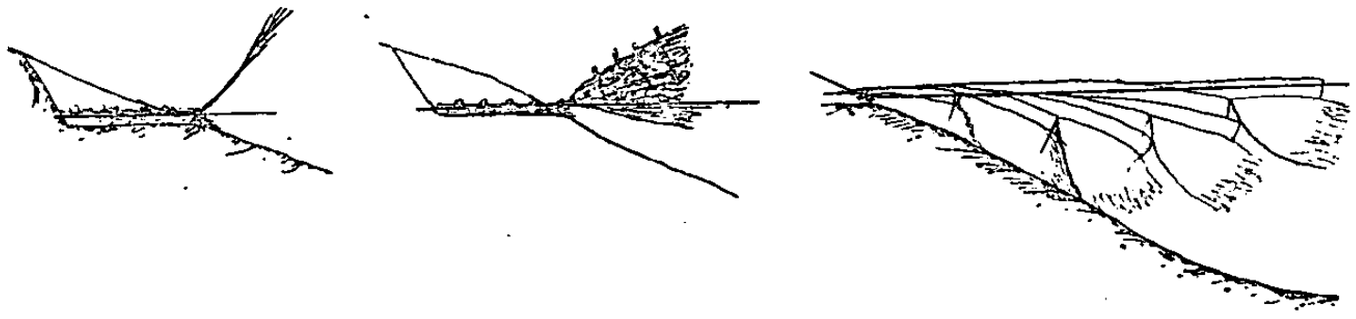


Fig. 804 à 806.

— Les tunages, très employés déjà au commencement de ce siècle, dans les travaux du Rhin, étaient à cette époque très différents de ce qu'ils sont aujourd'hui. Ils y ont été utilisés, concurremment avec les enrochements en saucissons et les paniers de gravier, pour la coupure des bras à abandonner dont la profondeur ordinaire de 6 à 8 mètres a atteint parfois 20 mètres. Ces travaux étaient de nature essentiellement temporaire, transitoire; lorsque le travail devait supporter une digue définitive. M. Defontaine, ingénieur en chef des ponts et chaussées, qui dirigeait ces travaux, en faisait le noyau d'un massif de gravier qu'il sortait en dehors de la digue proprement dite, de crainte d'avaries par suite de tassement.

De France, ce système a été introduit en Suisse sous l'initiative d'Escher de la Linth. Dans le canton de Berne, en particulier, il jouit encore d'une grande faveur, ainsi que dans le canton de Vaud, où il est aussi beaucoup pratiqué pour la correction et l'endiguement du Rhône.

Description. Les tunages se composent de couches successives de branches retenues par des clayonnages et liées entre elles par de grandes quantités de piquets. Des couches de gravier, fortement pilonnées sont intercalées entre chacune des précédentes, le gravier pénétrant, du reste, dans les couches de branchages, remplissant les

vides, incrustant le bois, et faisant du tout, après pilonnage et tassements, une masse tellement compacte que sa densité doit atteindre 2, le gravier étant compté à 2,25.

Pour les établir, on creuse dans la berge, jusqu'à l'eau, un emplacement de la largeur adoptée pour le couronnement du tunage, et d'autant plus long que le terrain est moins résistant. On y répand des branchages disposés en éventail, sur lesquels on fait plusieurs rangs de clayonnages semblables à ceux de la deuxième couche que nous verrons plus loin (voir dans le plan des figures 808 et 809). On charge provisoirement de grosses pierres, et on a obtenu l'enracinement des tunages; pour continuer, il faudra partir du dernier clayonnage qui borde l'eau; mais il est essentiel que la berge soit bien protégée vers l'enracinement, et qu'aucun courant ne puisse s'établir entre elle et les travaux.

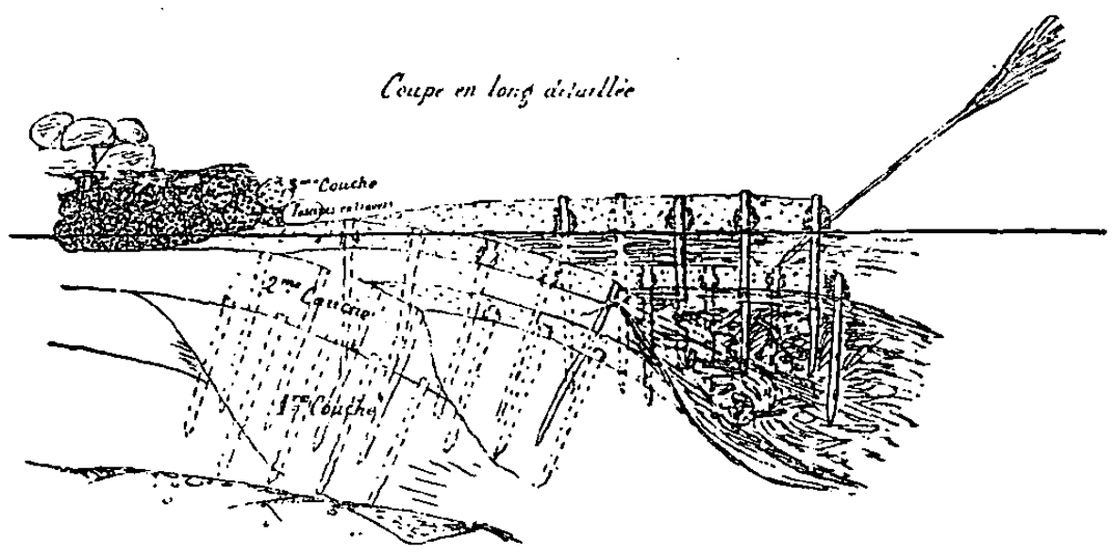


Fig. 807.

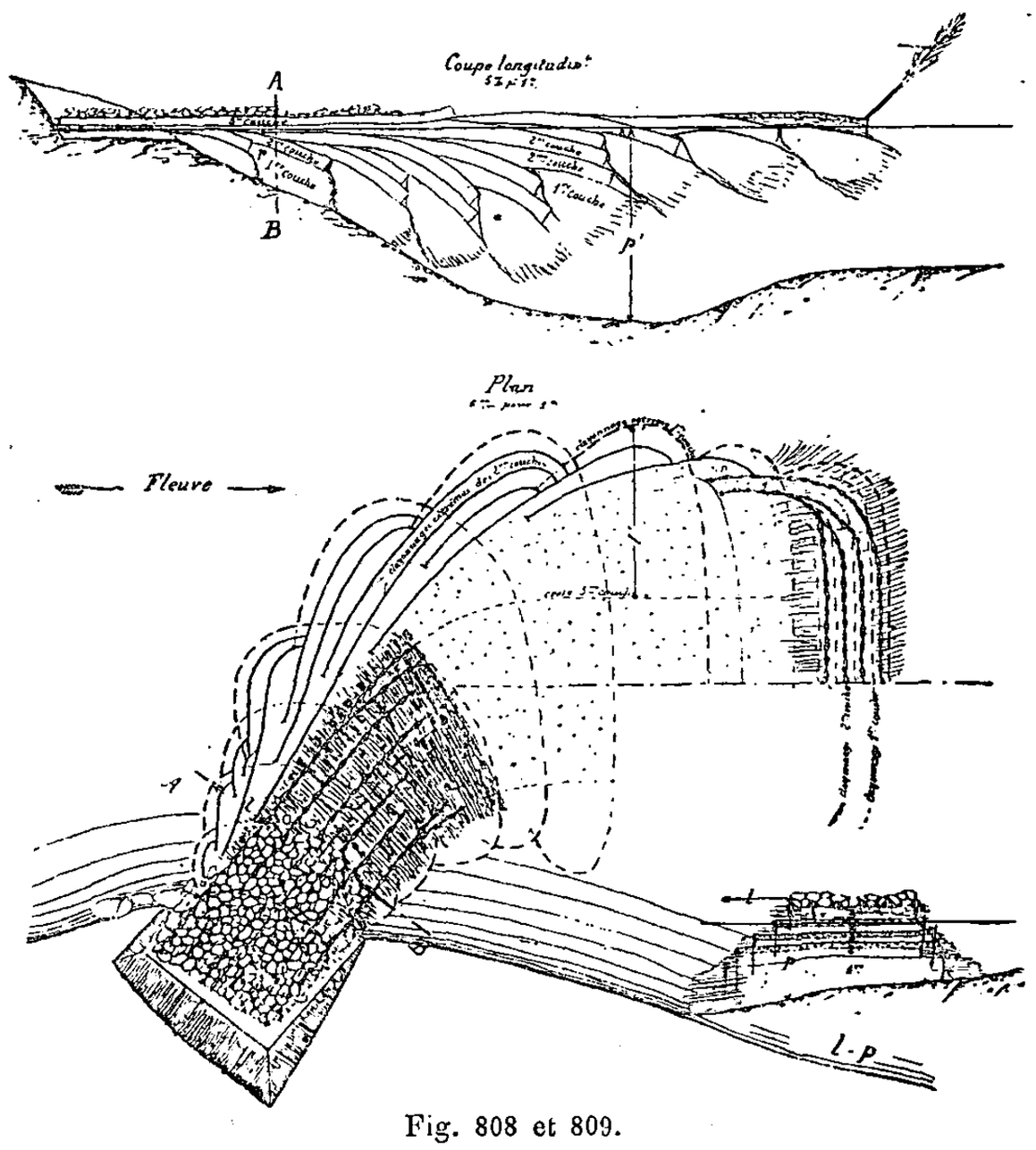


Fig. 808 et 809.

Cela fait, on plante fortement sous le clayonnage du départ une série de fortes branches (0m,06 de diamètre environ et 3 à 5 mètres de long) munies de leurs rameaux sur le dernier tiers de leur longueur. Ces branches entrecroisées forment un treillis, un rideau incliné à 45° sur l'horizon, dans la direction que l'on doit suivre, qu'il faut recouvrir d'une épaisse couche (1m,50 à 2m,50) de fagots et de branchages de plusieurs choix et de dispositions variables; le rideau plie alors jusqu'à l'eau. A ce moment les ouvriers sautent rapidement sur cette masse, ce qui amène déjà une demi-immersion, y plantent de nombreux piquets, rangés comme dans le plan (à l'avancement) (fig. 808 et 809), sur lesquels ils établissent des clayonnages qui vont se souder soigneusement, sous un clayonnage précédent, en arrière du point d'attache (fig. 804 à 806).

Ce moment-là est critique: il exige des ouvriers adroits et expérimentés, car entre l'immersion et le reliement de la masse à l'enracinement par les clayonnages, sorte de couture grossière et élastique, le courant agit de toute sa puissance pour arracher cette nappe flottante. Cependant il est rare qu'elle cède, même dans des courants de 5 à 6 mètres par seconde, si elle est bien construite, rapidement immergée et si les clayonnages qui doivent la consolider sont promptement exécutés. C'est la *premiere couche* ou *couche de fondation*, qu'on charge immédiatement de graviers; on dame, on serre les clayons à coups de masse, on refrappe les piquets et on remet encore du gravier, jusqu'à immersion complète; après quoi on commence la *couche ordinaire* ou *deuxième couche*. Celle-ci se compose de branches fines disposées en éventail, sur une épaisseur de 0m,30. surmontées de plusieurs rangs de clayonnages fortement serrés et bien encastrés par leurs extrémités dans

une précédente ligne de clayons. Les piquets ont déjà peine à pénétrer, tant la masse inférieure devient compacte (on les fait longs afin qu'ils traversent plusieurs couches inférieures qu'ils relient entre elles). On étend une nouvelle couche de gravier, épaisse aussi de 0m,30 qu'on pilonne, en renfonçant toujours piquets et clayons. Si l'ouvrage est submergé, on reforme une nouvelle couche ordinaire de bois et gravier qu'on étend sur toute la partie sujette à s'enfoncer encore et ainsi de suite (fig. 807 à 809).

Cela fait, on a avancé dans le courant d'une longueur de 2 à 4 mètres, avec un ouvrage élastique encore, et n'appuyant pas nécessairement sur le fond, mais capable de porter 60 à 80 kilogrammes par mètre carré. Il n'y a plus qu'à recommencer un nouvel avancement. Les figures 804 à 806 font voir la marche de l'opération.

On termine les tunages par l'établissement de la *troisième couche* ou *couche de correction*, qui, comme son nom l'indique, sert à régulariser la surface supérieure pendant et après le tassement. Elle se compose de longues fascines placées transversalement, retenues par plusieurs lignes de clayonnages longitudinaux. Un enrochement de 0m,50 d'épaisseur recouvre le tout, fixant provisoirement le tunage et aidant au tassement définitif (fig. 808 à 809).

La section transversale des tunages varie beaucoup : pour une coupure, M. Defontaine recommande dans les *Annales des ponts et chaussées* de donner en crête une largeur égale à sept fois la plus grande profondeur du bras. Pour une ligne parallèle à la rive, une ou deux fois suffiront, mais des reliements seront faits tous les 40 ou 50 mètres entre la ligne suivie et la berge. Les talus exposés au fleuve auront au moins 45° d'inclinaison, mais les autres pourront se rapprocher davantage de la verticale.

Pour les coupures du Rhin, on s'avançait avec un tapis flottant mince (peu de gravier) et très large jusqu'à un peu plus de la moitié du bras, mais partant d'une rive seulement; puis on l'échouait au moyen d'enrochements, en commençant par le côté d'amont, afin que le courant aidât à la besogne. On recommençait ensuite l'opération en partant de l'autre rive, ce qui donnait un grand radier inaffouillable. Alors, partant de nouveau des deux rives à la fois pour éviter que le courant ne se jette sur aucune d'elles, on recommençait une forte couche de tunage; on se rejoignait, laissant toujours l'eau passer entre les deux couches, puis chargeant et s'élevant graduellement, on finissait par fermer complètement sans érosion d'aucune sorte.

M. Defontaine, disait à ce sujet, dans le Mémoire déjà cité :

« Pendant la dernière période de son achèvement (barrage en tunages) plus de 300 mètres cubes d'eau passaient par seconde entre la surface supérieure du seuil et la partie flottante de l'ouvrage, avec une chute de plus de 2 mètres; les eaux formaient à l'aval une gerbe immense qui faisait craindre au spectateur que le système si frêle en apparence, employé pour maîtriser des circonstances aussi prodigieuses, ne vint à être tout à fait insuffisant. »

Les tunages reviennent très bon marché relativement lorsqu'on a à portée les graviers et des taillis, ce qui est fréquemment le cas le long des fleuves et rivières. Ceux qui ont été exécutés en 1887 et 1888 sur le Rhône en amont du lac Léman sont revenus de 2 fr. 50 à 3 fr. 20 le mètre cube; les graviers et les bois étant cédés gratuitement ne coûtaient que leur exploitation et leur transport qui dans aucun cas n'a dépassé 1 kilomètre.

Il est bien évident que ce genre d'ouvrage ne peut convenir pour des travaux définitifs que dans les parties qui doivent rester constamment sous l'eau, mais alors sa durée, avec la plupart des essences de bois taillis (aulne, saule, chêne, etc.), est presque indéfinie. On peut en voir qui après cinquante ans d'existence sont encore comme au premier jour. Cependant, dans les travaux parallèles aux berges des rivières charriant beaucoup et à fort courant, l'usure des tunages est assez rapide et il est utile d'en préserver la surface par un revêtement en enrochements. — E. B.

○ ★ **TUNISIE.** *Aspect général, climat, population.* La Tunisie, que l'on se plaît à reconnaître comme étant la suite naturelle de l'Algérie, continuée dans l'Est, a une superficie bien moins grande que notre grande colonie d'Afrique : cette superficie est évaluée de 11 à 12 millions d'hectares, c'est-à-dire à un peu moins du quart de la superficie de la France. La Tunisie présente à peu près la forme d'un grand rectangle irrégulier baigné à l'Est et au Nord par la mer, qui y creuse un grand nombre de golfes et de baies, contigu par son bord occidental à la province algérienne de Constantine, et se fondant au Sud dans les espaces déserts du Sahara.

Dans le Nord se trouvent deux massifs montagneux à peu près parallèles, distincts par les caractères géologiques et par la végétation qui les couvre, formés par le prolongement des chaînes du Tell et du Sahara qui traversent de l'Ouest à l'Est toute la partie septentrionale de l'Afrique.

Dans le Nord-Ouest, les deux massifs dont il s'agit s'écartent, et sont séparés par deux grandes vallées qui s'étendent jusqu'aux environs de Tunis, et qui sont arrosées par deux rivières ayant de l'eau en tout temps, la Medjerdah et la Milianah.

Dans le Sud-Ouest, les montagnes sont moins hautes qu'au Nord ou qu'au Sud, et moins régulièrement disposées, elles laissent de grands espaces très bas, qui constituent entre autres le grand chott El Djerid, et vont mourir en pente douce du côté de Gabès et de Zarzis.

Quant aux plaines de la Tunisie, il faut distinguer entre les régions du Nord fertilisées par des alluvions, cultivées sur bien des points par les indigènes, et les plaines du Nord-Est, qui sont peu fertiles à cause de la sécheresse. Dans les vallées de la Medjerdah, de la Milianah, dans les plaines qui entourent les lacs salés de Tunis et de Bizerte, la terre est susceptible de profiter des soins de l'agriculteur et de lui payer avantageusement le travail qu'il y dépenserait; elle porte les traces non seulement de la culture arabe moderne, mais encore des établissements agricoles plus anciens qu'y avaient fondé, tour à tour, les Carthaginois et les Romains. Formée de terres d'alluvions déposées par les rivières et les torrents qui la sillonnent et qui l'inondent parfois, ayant presque partout une couche d'eau souterraine peu profonde, elle est d'une remarquable fécondité.

L'Est de la Tunisie, entre Kairouan, Sousse et Mehdia, le pays est également d'une grande fertilité, et ne demande qu'à être mis en valeur. L'Enfida fait partie de cette région. Cette fertilité disparaît au fur et à mesure que l'eau devient plus rare, et que l'on se rap-

proche du désert et de la Tripolitaine. Néanmoins les bords de la mer y conservent une fraîcheur relative, et sont loin d'être absolument stériles.

Sauf dans les parties voisines du Sahara, la Tunisie reçoit chaque année des pluies en grande quantité; elle est même à cet égard plus favorisée que l'Algérie. Les pluies commencent en automne, et durent jusqu'au printemps, d'octobre en mars. Le thermomètre descend pendant l'hiver, si l'on peut appeler ainsi cette saison, à 15° ou 18°, et quelquefois au-dessous de zéro. Dans la région montagneuse des Kroumirs, continuation de l'Aourès algérien, la neige persiste quelquefois pendant une partie de l'hiver. Le printemps dure de mars à mai, et élève la température à 18° et 25°. Quant à l'été il est excessivement chaud dans les régions non boisées, c'est-à-dire nou montagneuses. Le thermomètre se maintient dans cette saison entre 25° et 30°, et dépasse quelquefois 40°. Dans beaucoup d'endroits toute végétation disparaîtrait s'il n'existait pas sous l'humus, une légère et permanente couche d'eau. Ainsi s'explique la prospérité des oliviers et de la vigne dans des régions où il ne tombe pas une goutte d'eau pendant sept mois de l'année.

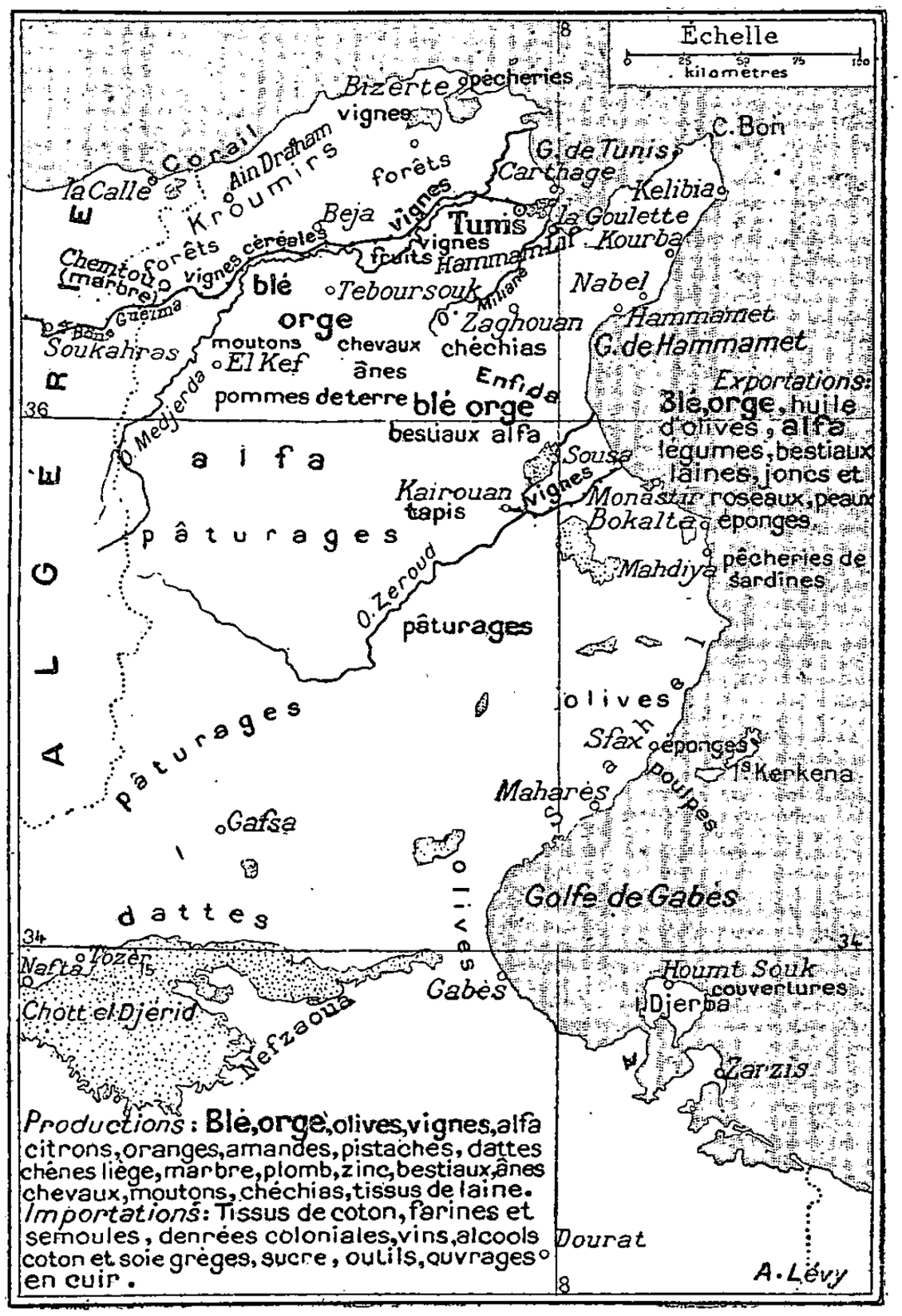


Fig. 810. — *Carte de la Tunisie.*

La Tunisie est habitée par une population tranquille, bien que peu travailleuse, qui diffère complètement des tribus arabes, batailleuses, nomades et pillardes, qui habitent aux confins de la Tripolitaine. Ce n'est pas ici l'endroit de décrire ces populations, nous nous contenterons d'en estimer le nombre, chose peu facile, car elles n'ont jamais été dénombrées : certains auteurs la fixent à 1 million d'âmes, d'autres à 2 millions ; des administrateurs autorisés, après avoir pris leurs renseignements sur place, s'accordent aujourd'hui à donner à la Tunisie, une population de 1,500,000 habitants. La Tunisie avait été beaucoup plus peuplée il y a quelques siècles.

Cette population se compose, pour la plus grande partie, de Berbères et d'Arabes. La capitale, Tunis, dont la population tend actuellement à augmenter, contient de 130 à 140,000 habitants, parmi lesquels se trouvent, en proportion très notable, mais non déterminée par la statistique, des Nègres, des Maures, des Arabes, des Juifs, et une quarantaine de milliers d'européens et d'étrangers. La colonie étrangère se compose de 10,000 italiens, de 10,000 protégés français, de 10,000 maltais, le nombre de Français habitant Tunis est aujourd'hui de 4 à 5,000, et leur nombre augmente rapidement.

Les villes les plus importantes de la Tunisie sont : Tunis, à peu près 130,000 habitants ; La Goulette, 4,000 ; Bizerte, 6,000 ; Hammam-lif, 10,000 ; Le Kef, 6,000 ; Nabeul, 6,000 ; Sousse, 10,000 ; Msaken, 10,000 ; Monastir, 8,000 ; Mehdia, 6,000 ; Sfax, 30,000 ; Kairouan, 15,000 ; Gabès, 10,000.

Ces chiffres, bien entendu, sous toutes réserves, faute de dénombrement. Les principales de ces villes, sous l'impulsion de l'activité française, se développent rapidement. Partout des travaux publics, des constructions de maisons à l'européenne, ont été entrepris.

La ville de Tunis a subi depuis quelques années une transformation profonde, grâce aux travaux publics et aux améliorations qui y ont été apportées, sans que l'aspect général, le caractère pittoresque ait été atteint : nos deux résidents généraux, MM. Cambon et Massicault ont toujours tenu à n'apporter aucun bouleversement dans les mœurs indigènes et à ne rien enlever à Tunis de cette originalité que ses habitants n'apprécient pas moins que les voyageurs. Tandis que la ville arabe reste intacte, le quartier européen se développe tous les jours autour du port en construction, et offrira quand il sera terminé tout le confort et toute l'élégance d'une grande cité européenne. Deux villes seront ainsi juxtaposées et il suffira de franchir une porte pour passer instantanément de l'Occident en Orient.

Bien des choses restent c'est vrai encore à faire, mais il ne faut pas oublier que les deux premières années de notre protectorat ont été consacrées à organiser la justice et les finances ; ce n'est qu'en 1883, que l'administration a eu la libre disposition des revenus publics et que les premiers travaux ont été entrepris.

Il convient maintenant d'examiner rapidement la situation de la Tunisie au point de vue de l'agriculture, de l'industrie et du commerce. Bien entendu, l'immense majorité, pour ne pas dire la totalité de la population vivant de l'agriculture, ou du commerce des produits agricoles la plus grande part sera donnée à l'étude de l'agriculture dans la Régence.

Agriculture. L'agriculture dépérissait en Tunisie, lorsque le protectorat français a été établi ; les procédés de culture étaient, et sont encore chez beaucoup d'indigènes, primitifs et barbares. Il faut reconnaitre qu'en Tunisie la mise en valeur de la terre, jadis si riche, puisque c'était le « grenier de Rome », dépend surtout de la quantité d'eau dont peut disposer l'agriculture, et du mode de culture, aussi des colons de bonne volonté, mais sans capitaux, comme il s'en est trouvé un grand nombre en Algérie, n'auraient pu arriver à des résultats avantageux. Les progrès de l'agriculture tunisienne, marqués surtout depuis l'occupation française, fait honneur à nos colons, car ils sont dus en grande partie à l'initiative privée. C'est avec des capitaux, de l'instruction, et de l'expérience que nos colons ont pu changer la physionomie de contrées tombées en friche depuis des siècles. Le rôle de l'Etat, dans la colonisation de la Tunisie, s'est borné à faciliter aux colons munis de capitaux et d'outillage nécessaire, l'achat de la terre, à leur en garantir la possession, à leur fournir des renseignements utiles et, dans certains cas, les semences qui leur manquaient; l'administration n'a eu garde d'attirer indistinctement et trop vite, des émigrants sans capitaux et sans expérience, elle n'a pas concédé de terres, n'a pas remboursé de frais de voyage, n'a pas créé elle-même de villages : le colon qui est appelé à réussir n'est pas celui qui vient à l'aide de secours du gouvernement, et qui compte sur son appui.

Bien que les résultats de la colonisation aient pu paraître brillants au premier abord, il faut reconnaître que les producteurs tunisiens se sont jusqu'à ce jour (1891) trouvés dans une situation d'infériorité très grande, vis-à-vis de la France, pour l'exportation de leurs produits : ils se voyaient condamnés à payer pour exporter leurs récoltes des droits véritablement excessifs, et à supporter un régime douanier plus dur que celui dont bénéficiaient les nations étrangères avec qui la France était liée par des traités de commerce. Cette anomalie vient à peine de prendre fin, et la conséquence en sera certainement un nouvel essor à la richesse agricole de la Tunisie, qui date à peine de quelques années, malgré la situation injuste qui était faite à nos colons.

Le domaine le plus connu de la Tunisie, tant en raison de son étendue (120,000 hectares) que par les complications internationales dont son acquisition par une Société française a été l'origine, le domaine de l'Enfida comportait nécessairement au début, des innovations importantes. Tout était à faire ou à refaire : travaux de reboisement et reconstitution de forêts dans la partie montagneuse; plantation de 300 hectares de vignobles sur les coteaux et construction d'un cellier modèle; allotissement de 30,000 hectares, en lots de 10 hectares, avec création de plusieurs centres, Reyville. Menzel, Enfidaville surtout, où se tient un marché hebdomadaire déjà très fréquenté.

Le reste des terres est loué aux indigènes, que la société organisatrice cherche à attirer le plus possible, et à employer comme ouvriers agricoles. Ceux qui y travaillent se déclarent satisfaits de leur condition, c'est là un commencement de rapprochement entre nos colons et les Arabes, et une circonstance heureuse pour l'établissement de notre influence en Tunisie.

Beaucoup d'autres domaines mériteraient d'être cités également, comme des modèles d'exploitations agricoles. Nos compatriotes n'ont rien négligé pour entreprendre dans des conditions les meilleures et avec les moyens les plus nouveaux, les cultures les plus diverses. Sur le total des 300,000 hectares déjà possédés par les Français, il y a plus de 20 propriétés dépassant 1,000 hectares.

Il est permis d'évaluer à plus de 1 million d'hectares (1,300,000 hectares) les surfaces ensemencées en blé et en orge pour 1890. C'est la treizième partie de la superficie totale de la Tunisie et environ la sixième de son territoire cultivable.

La moyenne des rendements de la culture des céréales indigènes, faites sans engrais d'aucune sorte, et après les labours superficiels propres aux Arabes, est de 4 à 10 hectolitres à l'hectare pour le blé, et de 6 à 12 hectolitres pour l'orge.

Les produits des cultures européennes, faites également sans engrais, mais à la suite de labours profonds, sont d'un quart plus élevés environ : enfin il existe en Tunisie des cultures avec engrais animaux peu abondants, qui portent jusqu'à 25 et 30 hectolitres à l'hectare leurs coefficients de rendement.

Les autres cultures indigènes, limitées jusqu'ici à celles du millet, du maïs, des fèves, prennent tous les jours une extension plus grande; on s'aperçoit que l'indigène subit à divers degrés l'influence du contact de l'agriculteur européen, les cultures maraîchères s'améliorent; on y trouve les variétés nouvelles dont l'écoulement est facile sur les marchés populeux, notamment ceux de Tunis, qui est aujourd'hui approvisionné de la plupart des produits agricoles alimentaires se vendant couramment sur les marchés des villes européennes; sur certains points, les cultures de plein champ sont en progrès. Le labour est perfectionné; on rencontre des petites surfaces couvertes de plantes fourragères, de sorgho, de sainfoin, de vesce, etc., destiné à la nourriture du bétail, lequel se vendra désormais avec d'autant plus de profit qu'il sera livré en meilleur état.

Cette année même le service de l'agriculture a mis de légères charrues françaises à la disposition des indigènes, qui sont amenés à s'en servir par des encouragements spéciaux, des semences, des plantes fourragères ont même été distribuées aux indigènes propriétaires désireux d'en essayer l'emploi. Les premiers résultats ont été remarquables, d'après le rapport des inspecteurs d'agriculture.

Les prairies naturelles deviennent l'objet de soins particuliers, même de la part de l'indigène ainsi que l'on peut s'en assurer dans la basse vallée de la Medjerdah, dans les grandes plaines de Souk el Arba.

Les conditions de la culture des pommes de terre sont aujourd'hui mieux connues que dans les premières années d'essais. Aux environs de Kef, les meilleures variétés françaises produisent en abondance et de la bonne qualité, les tubercules sont sains.

Dans les régions élevées de la Régence, les arbres à fruits d'Europe réussissent bien; les fruits à pépins se développent et mûrissent en conservant leur goût, qu'ils perdent souvent dans les régions basses, trop chaudes.

Principaux produits agricoles. Les principaux produits agricoles qui ont de tout temps fait la fortune de la Tunisie sont les céréales et les olives. Les colons français y ont ajouté un nouvel élément de richesse, en introduisant la vigne.

Les céréales sont surtout cultivées dans la plaine de la Medjerdah; en 1888, qui était une année de grande sécheresse, la Tunisie exportait encore pour 3,079,000 francs de blés et pour 1,330,000 francs d'orges. L'année précédente, elle exportait en blés une valeur de 5,276,000 francs et 2,975,000 francs en orges. L'exportation porte particulièrement sur les variétés de blé dur qui fournissent les pâtes dites d'*Italie*.

L'olivier est l'essence la plus répandue de la Tunisie, depuis le littoral du Nord jusqu'aux oasis du Sud; on compte environ 7 millions d'arbres (chiffre officiel, et inférieur certainement à la vérité, car les propriétaires

ont intérêt à dissimuler le nombre de leurs oliviers, qui sont frappés d'un impôt), et le nombre d'hectares cultivés est de 169,000. C'est là peut-être la plus riche culture du pays : l'olive est d'excellente qualité et l'huile obtenue est très claire. L'exportation d'huile d'olive dans les trois dernières années se chiffre par une valeur moyenne de 4 1/2 à 5 millions de francs, c'est-à-dire autant et même plus que l'Algérie toute entière. Les procédés employés par les indigènes sont encore rudimentaires; mais plusieurs pressoirs à vapeur ont été installés depuis le protectorat français, des efforts sont faits pour perfectionner cette industrie d'avenir. Malheureusement ces produits étaient arrêtés à la douane par les droits du tarif général. Ils pourront désormais pénétrer librement en France.

La culture de la vigne ne date que de l'occupation française; les premiers essais ont paru satisfaisants, et aujourd'hui elle est poussée avec une grande activité. La vigne couvre déjà plus de 3,000 hectares, principalement aux environs de Tunis, dans la vallée de la Medjerdah, dans la plaine du Mornag, dans les environs de Sfax. Les colons ont pu profiter de l'expérience de leurs aînés d'Algérie pour le choix des terrains, la nature des cépages, les procédés à suivre et les résultats paraissant avoir été des plus satisfaisants. Les vins sont variés : rouges, blancs, secs et muscats, mais jusqu'ici ils ne pouvaient arriver en France, arrêtés par la douane.

Voici, d'après le rapport de l'inspecteur de l'agriculture de la Régence, les principaux résultats de la récolte de 1889. La récolte des vins s'est élevée à près de 32.600 hectolitres, ainsi répartis par territoire de contrôle :

Contrôles	Hectolitres	Contrôles	Hectolitres
Tunis	21.743	Sousse.	3.433
Nabeul.	1.559	Sfax.	98
Souk-el-Arba . .	3.084	Kairouan	34
Béjà.	1.934	Djerba.	100
Bizerte.	650		

Les déclarations faites aux chefs-lieux de contrôle portent actuellement à plus de 5.200 hectares, l'étendue des terres couvertes de vignes, dont 4.058 hectares appartiennent à des européens, et 1.057 à des indigènes.

Sur ces 4.058 hectares, les colons français en possèdent 3.300, soit plus des trois quarts des vignobles européens.

Les surfaces plantées en vignes se subdivisent ainsi par contrôle :

Contrôles.	Européens	Indigènes
Tunis.	2.454	152
Nabeul.	331	258
Bizerte.	133	564
Kef.	20	22
Sfax	217	4
Kairouan.	23	»
Sousse.	389	»
Souk-el-Arba.	273	«
Djerba.	3	80
Béjà	220	»

Les plantations indigènes donnent des raisins de table. Dans les environs de Bizerte, elles procurent un vin blanc qui pourrait être d'excellente qualité. Quelques riches arabes ont commencé la création de vignobles à la façon européenne.

Si l'on compare le nombre d'hectares de vignobles européens et le nombre d'hectolitres récoltés en 1888 et 1889, on constate que la récolte s'est élevée de 15.000 hectolitres (1888) à 32.600 hectolitres (en 1889) et que le vignoble tunisien a progressé de 738 hectares en 1889. Ce chiffre représente la moyenne normale et annuelle des plantations faites dans la Régence depuis 1884. Il démontre que la colonisation sur ce terrain n'a point subi de temps d'arrêt.

Si l'on ajoute à ces 758 hectares, les remplacements faits en très grande quantité en décembre et en janvier de l'année 1889 pour combler les lacunes des plantations de 1888, on voit que des efforts considérables ont été accomplis.

Les autres cultures avantageuses de la Régence sont celles de certains arbres fruitiers : le citronnier, l'oranger (plus d'un million de citrons et d'oranges ont été exportés l'année dernière), l'amandier, le pistachier, qui semblent destinés à donner des revenus sérieux et relativement sûrs.

Enfin les dattes que produisent les oasis du Djérid sont justement renommées ; l'espèce dite des Deglat en Nour passe pour être supérieure à toutes les sortes de dattes connues ; la production totale est d'environ 860,000 quintaux métriques, dont la valeur est de 8 millions de francs ; mais la consommation locale ne permet d'en exporter qu'une faible partie.

La région du Sud, celles de Tozeur et de Djerba notamment, seront bientôt mises en mesure d'essayer les cultures du caféier, du vanillier, de l'arbre à thé, de l'indigotier et d'autres arbres de la zone tropicale ; les cultures du coton, du lin, du sésame, de l'arachide, de la ramie y sont assurées d'un succès, malheureusement limité aux rares terres suffisamment humides ou facilement irrigables.

Des semis de tabac ont été effectués. La réussite du tabac en Tunisie reste douteuse, d'après l'avis des ingénieurs les plus compétents, au moins en ce qui concerne les qualités nécessaires. Le tabac, en effet, disent-ils, pour être cultivé avec chance de succès, exige un sol et des circonstances climatériques qui ne se rencontrent guère que dans les parties montagneuses du Nord de la Régence... la culture du tabac n'a aucune chance de succès ; encourager cette culture, ou même l'autoriser dans certains centres, serait préparer aux planteurs une déception complète.

Une autre production importante de Tunisie est l'alfa, que l'on trouve principalement dans le Centre et vers le Snd. L'étendue du terrain à alfa est d'environ 1.500.000 hectares, dont la production peut être évaluée à moins de 300.000 tonnes.

L'exploitation, après un essai infructueux tenté par les européens, est pratiquée par les indigènes. L'exportation est de 14.000 tonnes, et se fait surtout par le petit port de Skira ; la presque totalité est importée en Angleterre.

Animaux. Le nombre total des différentes espèces d'animaux en Tunisie a été estimé comme il suit : Chevaux, 100,000 ; ânes, 300.000 ; bestiaux, 3 millions ; moutons, 20 millions ; chèvres, 5 millions ; chameaux, 200.000.

Le commerce d'exportation des animaux marque une progression de 260.000 francs en 1885-86, 323.000 en 1886-87, 469,700 en 1887-88.

La valeur des laines exportées était de 430.000 francs en 1885-86, 991.000 en 1886-1887, 1.245.000 en 1887-88.

Enfin les peaux de toute nature fournissaient en 1887-88, une exportation de 885,000 francs.

Malheureusement pour le pays, les bêtes sont laissées en général à elles-mêmes et leur accouplement se fait sans le moindre contrôle, alors que d'habiles croisements ou de simples sélections pourraient améliorer les races sensiblement. Notons néanmoins la fondation d'un grand haras à Sidi-Tabet, sur un domaine appartenant à la

Société franco-africaine. Ce haras rend et est appelé à rendre de très grands services.

Forêts. La Tunisie a été, comme l'Algérie, couverte de forêts autrefois, et conserve encore un domaine forestier important. L'utilité des forêts ne s'y fait pas seulement sentir au point de vue de la conservation des eaux fluviales ; d'après des observations de quatre années, la moyenne annuelle de pluie au centre de la Kroumirie a été de 1.760 millimètres, alors qu'elle n'a été que de 400 à 600 millimètres dans les régions dénudées. De plus, l'exploitation des forêts représente une source de revenus pour l'Etat.

Elles étaient complètement négligées par l'ancienne administration beylicale, et livrées aux déprédations des indigènes à la recherche de nouveaux pâturages, elles étaient condamnées, comme en France, dans certaines régions peu privilégiées des Pyrénées et des Alpes, à une destruction graduelle. A la suite d'une mission envoyée par le gouvernement français, la direction des forêts, instituée en 1884, a entrepris la conservation des forêts, en même temps que leur mise en valeur.

Les forêts domaniales ont une superficie d'à peu près 615,000 hectares, soit une fois et demie la superficie d'un département français. Elles couvrent la partie Nord-Ouest de la Tunisie, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par la carte qui accompagne le présent travail. Les principales ressources qu'on peut tirer des forêts de la Tunisie, sont l'exploitation du chêne-liège, qui couvre une superficie de 116,000 hectares ; celle des chênes zéens, dont le bois sert surtout pour les traverses de chemins de fer et dont le matériel exploitable est de 4 à 500.000 mètres cubes ; la vente des écorces à tan, qui pour le chêne-liège seul donne une récolte de 42,000 quintaux au prix moyen de 14 francs ; enfin la production du charbon qui peut atteindre plus de 100.000 quintaux. Le produit des forêts augmentera surtout à partir de 1892, lorsqu'on pourra faire la première récolte du liège de reproduction.

La mise en valeur des massifs forestiers de la Kroumirie est menée activement ; depuis trois ans on a démasclé 1.475,000 chênes-lièges, et, pour éviter la propagation des incendies, si dangereux après cette opération, l'administration des forêts a entouré les massifs mis en valeur, de 400 kilomètres de tranchées de protection, embrassant 870 hectares.

Pour permettre l'accès de ces parties et le transport de leurs produits, il a été construit 400 kilomètres de voies carrossables et de sentiers ; une de ces routes partant de Ghardimaou s'élève jusqu'à Feidja et doit se prolonger jusqu'à Aïn-Draha, desservant les plus riches massifs de la Kroumirie.

Un essai de reboisement, tenté à Hammam-el-Lif, a bien réussi et a donné bon augure de travaux qui pourraient être entrepris dans ce sens, surtout aux abords des centres de colonisation.

Dans le Sud de la Régence, les oasis tendent à disparaître sous les flots envahissants des dunes ; les plus importantes, de Gabès, de Tozeur et de Nefta, et aussi les plus menacées, ont été l'objet de travaux de défense pour arrêter la marche des sables.

Disons enfin que de nombreuses citernes destinées à recueillir les eaux de pluie ont été construites aux environs des villes importantes, et prémunissent quelque peu l'habitant contre les sécheresses, trop fréquentes dans ce pays.

Industrie. La Tunisie a toujours été un pays essentiellement agricole. La grande industrie n'existait pas avant notre protectorat. C'est vraisemblablement sur ce point que les progrès seront les plus lents. Cependant l'extension qu'ont donné dès le début, comme il vient d'être dit, nos colons à l'exploitation de leurs domaines, n'a pas été sans entraîner des perfectionnements dans les industries qui ont pour objet de tirer le meilleur parti possible des produits dérivés de l'agriculture. Ainsi des huileries à vapeur ont été introduites dans le Sahel ; le labourage et la récolte se font sur plus d'un point à la machine ; les carrières de marbre de Schemtou ont repris l'importance qu'elles avaient du temps des Romains.

C'est la France qui importe en Tunisie la plus grande partie des produits manufacturés, sauf les tissus de coton qui viennent pour la plupart d'Angleterre, et les meubles et articles d'ébénisterie, fournis par l'Italie. Quant aux matériaux, la Belgique a la spécialité des fers et la Norvège celle du bois de construction, le charbon de terre vient presque exclusivement d'Angleterre et les pierres à bâtir viennent d'Italie.

La petite industrie indigène ne comprend guère que deux articles d'exportation ; les *chéchias* ou bonnets de laine rouge (sorte de coiffure nationale des tunisiens), et les tissus de laine.

Les chéchias se fabriquent surtout à Zaghouan, et sont exportés de Tunis dans tout le monde musulman ; Tripoli à lui seul en importe le tiers, soit plus de 100.000 francs sur 325.000 en 1887-1888. Les tissus de laine sont fabriqués un peu partout ; les couvertures de Djerba sont renommées ainsi que les tapis de Kairouan ; ils sont importés pour un tiers en Egypte et pour un tiers à Tripoli. La valeur totale en 1887-88 a été de 697.000 francs.

Tunis exporte encore, mais presque exclusivement en Algérie, pour 150.000 francs de tissus de soie et de coton, qui, importés d'Angleterre à l'état écru, sont teints dans la Régence.

L'industrie locale tunisienne fournit encore une foule de ces articles qui sont recherchés pour l'originalité de leurs formes, la richesse de leurs couleurs, leur cachet tout oriental, et qui alimentent les bazars de Tunis. Ici la petite industrie et le petit commerce se confondent : on trouve dans les souks de Tunis, des marchands et artisans de toutes sortes, tourneurs, orfèvres, tisserands, selliers, fabricants de babouches, de chéchias, brodeurs sur étoffes, peintres sur poteries, parfumeurs, incrusteurs de nacre, etc. Chaque marchand ou artisan vendant ou travaillant sous l'œil des passants, à la mode orientale, et se tenant le jour durant dans une étroite boutique, tout juste assez grande pour abriter l'homme et la marchandise.

Mines et carrières. D'importants et nombreux gisements existent en Tunisie, comme l'a démontré la collection de minerais exposés par le service des mines au pavillon tunisien de l'Exposition en 1889 ; mais faute de routes, de capitaux, et d'initiative de la part des particuliers, elles ne sont pas encore complètement mises en valeur. Bien que plusieurs mines de fer, de plomb et de zinc aient été concédées, une seule était, il y a un an, entrée dans la période véritable d'exploitation ; c'est la mine de plomb et de zinc du Djebel-Reças, dont la production en 1888 a atteint environ 2.000 tonnes de minerai.

Les carrières de grès, de pierre, de marbre surtout sont également nombreuses. La principale exploitation est celle des marbres de Schemtou, ancienne carrière romaine qui fournissait les marbres jaunes de Numidie, si recherchés dans l'antiquité. Ces carrières s'étendent sur une superficie de 72 hectares, près de la ligne de la Medjerdah, à laquelle elles sont raccordées, situation des plus privilégiées comme on le voit. L'exploitation comprend deux ateliers de marbrerie, une machine à vapeur de 60 chevaux et des cités ouvrières pouvant loger plus de 150 ouvriers. La Société de Schemtou a fourni toutes les plaques et colonnes qui décoraient le palais tunisien à l'Exposition des Invalides et dont on a pu admirer la finesse et la variété.

Le service des mines a installé à Tunis un laboratoire pour fournir gratuitement des indications aux explora-

teurs, il a procédé dans différents endroits au captage d'eaux thermales et aux recherches d'eaux artésiennes, qui rendent de si grands services aux populations et à l'agriculture.

COMMERCE EXTÉRIEUR. — Le commerce extérieur de la Tunisie s'est chiffré, dans la dernière année (1307 (1) soit 1889-1890), par près de 60 millions de francs d'après les documents officiels de la régence (importation et exportation réunies). Voici d'abord quel a été le mouvement des importations et des exportations pendant les quatre dernières années :

Années	Importations	Exportations	Totaux
	francs	francs	francs
1886-87	26.894.475	20.557.762	47.452.237
1887-88	31.334.403	19.654.978	50.989.381
1888-89	31.153.936	18.104.903	49.258.839
1889-90	29.134.520	30.599.222	59.733.742

Les importations sont donc à peu près stationnaires, et les exportations gênées par le taux excessif des droits de douane jusqu'en 1890, tendaient à baisser encore lorsque la mesure libérale dont elles ont été l'objet, nous voulons parler de l'abaissement des droits à l'entrée en France, a commencé à avoir son effet, les exportations ont augmenté subitement des deux tiers. Aujourd'hui les importations et les exportations se balancent.

Indiquons maintenant la répartition par pays de production et de destination des valeurs importées et exportées par la Tunisie pendant l'année 1889-1890.

1° Importations en Tunisie.

Pays	Francs	Pays	Francs
		Report . . .	26.160.956
France. . . .	15.607.081	Angleterre. . .	582.020
Malte.	6.296.940	Belgique. . . .	545.585
Italie.	2.693.053	Tripoli.	494.969
Autriche. . .	859.141	Turquie. . . .	428.594
Algérie. . . .	704.741	Autres pays. .	922.396
A reporter.	26.160.956	Total. . . .	29.134.520

La France entre donc pour la moitié dans la valeur des marchandises reçues par la Tunisie. Viennent ensuite, Malte et l'Italie.

2° Exportations de Tunisie.

Pays	Francs	Pays	Francs
		Report . . .	28.354.377
France. . . .	11.230.370	Belgique. . . .	511.488
Algérie. . . .	8.576.065	Tripoli. . . .	457.544
Angleterre . .	4.807.529	Turquie. . . .	68.783
Italie.	3.105.692	Autriche. . . .	37.684
Malte.	634.721	Autres pays. .	1.110.346
A reporter.	28.354.377	Total. . . .	30.540.222

Ici, la France et l'Algérie se disputent le premier rang et laissent bien loin derrière elles, l'Italie et l'Angleterre.

Les principales marchandises importées et exportées sont les suivantes :

Importations.

Tissus de coton et toileries.	6.200.000 fr.
Farines et semoules.	3.200.000
Denrées coloniales.	2.600.000
Vins et spiritueux.	1.600.000
Coton soie grège et filée, laine filée . . .	1.500.000

Exportations.

Blés.	9.400.000 fr.
Orges	5.300.000
Huile d'olive	4.300.000
Alfa.	2.000.000
Tan.	1.700.000
Légumes secs.	1.200.000
Bestiaux.	1.000.000

Nous étudions dans le paragraphe suivant le commerce spécial entre la France et la Tunisie.

COMMERCE AVEC LA FRANCE. Les pays méditerranéens envoient plus en France qu'ils n'en reçoivent. La Tunisie fait exception, et importe deux fois plus de marchandises qu'elle ne nous en envoie. Inutile de dire que depuis le traité du Bardo, les relations commerciales entre la Régence et la France se sont considérablement développées. Voici les chiffres des échanges par principales marchandises entre les deux pays en 1839 :

1° Importations de Tunisie en France.

Marchandises	Quantités	Valeurs
	kilogr.	francs
Huile pure fine d'olive.	1.545.324	1.699.856
Laine en masse.	763.733	1.527.466
Joncs et roseaux bruts	1.523.277	1.218.621
Peaux brutes.	431.308	1.120.472
Eponges de toute sorte.	63.708	1.019.328
Total des importations. .		8.508.117

Les huiles, laines, joncs et roseaux pour vannerie et cannes, peaux et éponges, sont les marchandises les plus importantes qui soient exportées de la Tunisie ; ces marchandises ne représentent pas chacune un chiffre de plus de 1 à 1 1/2 million. Voici quelles sont les exportations françaises les plus importantes en Tunisie :

2° Exportations de France en Tunisie.

Marchandises	Quantités	Valeurs
	kilogr.	francs
Peaux préparées, et ouvr. en peau et en cuir	180.940	2.038.807
Confection et lingerie.	66.166	1.759.853
Sucres.	2.189.933	1.027.249
Soies écrues grèges.	19.358	803.357
Outils et ouvr. en métaux. . .	1.481.037	791.540
Viandes.	292.417	607.258
Total des exportations. . .		15.051.861

Les ouvrages en cuir, principalement les chaussures, les vêtements, le sucre, les soies brutes, les outils, sont les marchandises les plus recherchées par le commerce tunisien. On voit qu'il reste beaucoup à faire pour le développement normal et du commerce de ce pays, dont la situation économique est pleine d'avenir (V. le premier tableau de la colonne suivante).

Dans les premiers temps de la conquête française, le mouvement des passagers ne consistait guère qu'en militaires, aujourd'hui la proportion est changée et l'on peut remarquer que, indépendamment des voyageurs qui viennent d'Algérie par la voie ferrée Bône-Guelma l'élément civil domine de beaucoup (V. le deuxième tableau de la colonne suivante).

(1) Année 1307 de l'ère de l'hégire.

Mouvement de la navigation dans les ports tunisiens pendant l'année 1888.

I. Répartition du mouvement par port tunisien.

1° Entrées.

Ports	Nombre de navires	Tonnage de jauge	Passagers	
			civils	militair.
La Goulette. . .	1.027	444.410	18.300	3.994
Sfax.	1.597	238.378	7.399	275
Sousse.	1.056	223.573	4.268	1.179
Djerba.	818	200.129	5.249	39
Monastir. . . .	397	195.485	542	21
Mehdia.. . . .	780	196.773	1.494	»
Gabès.	758	142.254	3.327	1.951
Bizerte.	345	7.174	273	»
Tabarka. . . .	206	5.039	172	»
Totaux. . .	6.984	1.651.215	41.050	7.459

2° Sorties.

Ports	Nombre de navires	Tonnage de jauge	Passagers	
			civils	militair.
La Goulette. . .	1.012	450.240	16.139	5.915
Sfax.	1.358	236.772	5.627	584
Sousse.	1.145	225.094	4.952	1.030
Djerba.	814	199.649	4.229	30
Monastir. . . .	397	195.485	356	22
Mehdia.	773	190.536	1.271	»
Gabès.	681	141.784	2.799	1.169
Bizerte.	346	5.177	275	»
Tabarka. . . .	204	4.778	239	»
Totaux. . .	6.730	1.649.515	34.824	8.750

L'importance relative et absolue des ports tunisiens ressort des deux tableaux qui précèdent ; c'est la Goulette, Sfax et Sousse qui ont le plus fort mouvement commercial.

Voici comment se répartissent par pavillons les navires à l'entrée et à la sortie des ports de Tunisie.

II. Répartition du mouvement par pavillon.

1° Entrées.

Pavillons	Nombre de navires	Tonnage de jauge	Passagers	
			civils	militair.
Français. . . .	1.015	1.010.811	20.219	7.453
Italien.	1.935	506.730	10.929	»
Anglais	159	64.137	592	»
Tunisien. . . .	3.729	30.299	8.810	6
Grec.	59	14.332	6	»
Danois.	8	7.795	3	»
Autrichien . . .	26	5.991	393	»
Suédois	8	2.860	1	»
Turc.	36	2.440	96	»
Belge.	2	2.427	»	»
Russe	6	2.361	1	»
Allemand . . .	1	1.032	»	»
Totaux.	6.984	1.651.215	39.550	7.459

Le pavillon français étant mis à part c'est l'italien, puis l'anglais qui domine le plus, pour le mouvement des navires, dans les ports de la Régence.

2° Sorties.

Pavillons	Nombre de navires	Tonnage de jauge	Passagers	
			civils	militair.
Français. . . .	1.012	1.014.321	16.675	8.738
Italien.	1.901	501.242	10.635	1
Anglais	158	65.111	854	»
Tunisien. . . .	3.512	28.740	7.619	11
Grec.	57	14.385	»	»
Danois.	8	7.795	27	»
Autrichien. . .	26	6.235	»	»
Suédois	9	2.958	1	»
Turc.	38	2.908	76	»
Belge.	2	2.427	»	»
Russe	6	2.361	2	»
Russe	1	1.032	7	»
Totaux. . .	6.730	1.649.515	34.824	8.750

Entrées et sorties réunies.

Pavillons	Nombre de navires	Tonnage de jauge	Passagers	
			civils	militair.
Français. . . .	2.027	2.025.132	36.885	16.191
Tunisien. . . .	7.241	59.039	16.429	17
Autres pavillons	4.446	1.216.559	23.623	1
Totaux. . . .	13.714	3.300.730	76.927	16.209

La Compagnie Transatlantique a triplé ses transports de Marseille à Tunis, depuis deux ans.

Par suite de la situation géographique de la Tunisie son commerce avec les autres pays se fait en grande partie par mer; d'après les renseignements fournis par l'administration beylicale, le commerce maritime représente en moyenne, 96 0/0 du commerce extérieur, le reste est fourni par le chemin de fer Bône-Guelma, qui relie Tunis à l'Algérie, et par un certain nombre de caravanes qui circulent entre le Sud de la Tunisie, et les pays environnants, Algérie méridionale et Tripolitaine.

En 1881, la Tunisie n'avait pas un seul port digne de ce nom; aucun ouvrage n'avait été exécuté pour tirer parti de rades naturelles : aucun abri n'était offert aux bâtiments. D'importants travaux ont été entrepris, et les ports se sont rapidement améliorés. Les sommes dépensées ont été considérables, et il y a encore beaucoup à faire, mais les résultats ont été appréciables : la part de la France dans les importations de la Régence était de 50 0/0 en 1885-86 (année tunisienne 1303), de 51 0/0 en 1887, de 54 0/0 en 1888, et ne fait que progresser. Dans les exportations, la part de la France a plus que doublé en trois ans : 13 0/0 en 1885-86, 19 0/0 en 1886-87, 26 0/0 en 1887-88. Pendant ce temps-là, la part de l'Italie a diminué dans les mêmes proportions. L'Italie, qui tenait le premier rang avant l'occupation française dans le commerce et la navigation, n'occupe que le troisième : elle a bien, à cause de sa proximité, la supériorité du nombre des navires, mais non celle du tonnage, avec tendance à la diminution. La situation prépondérante de la France dans le commerce de la Tunisie est donc nettement établie.

Pêche. Les progrès réalisés dans les ports tunisiens n'intéressent pas seulement le commerce, mais aussi la pêche, qui est une des ressources importantes des populations maritimes de la Régence.

A la frontière algérienne entre la Calle et Bizerte, c'est la pêche du corail, qui était réservée à la France, depuis le traité de 1832, mais dont l'importance a décru

pendant ces dernières années; la quantité des coraux pêchés a diminué des deux tiers depuis 1880, comme d'ailleurs dans toute la Méditerranée. A Bizerte, les pêcheries des lacs sont très abondantes et leur fermage ne rapporte pas moins de 160,000 francs par an à l'Etat. Près du golfe de Tunis, les pêcheries de thon de Sidi-Daoud ont fait l'objet d'une concession et donnent en moyenne 80,000 thons par an. A quelques milles de Mehdia et de Sousse, la pêche de la sardine se fait dans des conditions très fructueuses depuis quelques années, Mehdia sale de 8 à 10.000 barils de sardines par an. Enfin, sur la côte de Sfax, se pratique la pêche des éponges et poulpes, dont la valeur atteint et dépasse 1 million.

Routes. On peut dire que lors de l'occupation française, les routes n'existaient pas en Tunisie, il n'y avait guère que des chemins battus, qui desservaient tant bien que mal les centres, mais qui se perdaient dans les marécages ou dans les montagnes. L'administration, continuant l'œuvre du génie militaire, a créé de toutes pièces un réseau de voirie qui comprenait au 1er janvier 1887, 221 kilomètres et au 1er janvier 1890, 620 kilomètres. On voit combien les progrès ont été rapides. De nombreuses voies ont été aussi construites dans la banlieue de Tunis; divers ouvrages, dont le besoin se faisait sentir pour l'agriculture ont été exécutés sur la Medjerdah, sur l'Oued-Mellèque, sur l'Oued-Milliane, etc. Il a été procédé également à l'amélioration de 600 kilomètres de pistes ou sentiers desservant les régions peuplées ou en voie de colonisation.

En sorte que dans une période de trois années, plus de 1,000 kilomètres de voies publiques ont été construits ou mis en état de viabilité.

Chemins de fer. En Tunisie, la question des chemins de fer, comportant des dépenses très considérables, ne pouvait nécessairement être abordée dès le début de notre protectorat. On dut aller au plus pressé tout en étudiant les projets qui ne devaient se réaliser que peu à peu. Le plan d'ensemble du futur réseau des chemins de fer tunisiens a été arrêté dans ses grandes lignes. Les études préparatoires sont terminées, et un avant-projet prévoit la construction de 340 kilomètres, qui relieront Bizerte à la ligne de la Medjerdah, et Tunis à Sousse, avec trois embranchements sur Zaghouan, Nabeul et Kairouan. La ligne du Sahel sera construite à voie étroite d'un mètre, et dans les conditions les plus économiques. Jusqu'à ce jour la seule ligne de Tunisie est celle de Bône-Guelma-Tunis, qui appartient à la Compagnie algérienne Bône-Guelma, son trafic est en voie prospère.

En 1888, quelques petites lignes secondaires ont été ouvertes, mais surtout la ligne de Sousse à Kairouan, d'une importance stratégique considérable, a été cédée par l'administration militaire au gouvernement Tunisien. L'exploitation de cette ligne est aujourd'hui assurée par la Compagnie Bône-Guelma, qui fait circuler deux fois par semaine, des trains réguliers de voyageurs et de marchandises. D'ici peu de mois la Tunisie sera dotée d'un réseau supplémentaire de 349 kilomètres.

Postes et Télégraphes. Le service des postes et télégraphes, qui était fait jusqu'en 1888 par les agents militaires du Trésor, là où l'élément civil manquait, est devenu autonome depuis trois ans. Le trajet quotidien des courriers qu'il suit sur chemins de fer et sur routes, de 2,000 kilomètres, dépasse aujourd'hui 3,000 kilomètres; il y avait en 1888, 27 recettes de postes et 9 distributions : aujourd'hui la Régence en compte 50 recettes et 100 distributions.

Expéditions en France; lettres et cartes, 648,000 en 1888, 793,000 en 1889; journaux et imprimés envoyés en France 116,000 en 1888, 140,000 en 1889. Le progrès est encore plus marqué pour les objets reçus de France.

Les lettres et cartes venant de France passent d'une année à l'autre (1889) de 776,000 à 860,000, les journaux et imprimés de 636,000 à 1.000,000, les échantillons de marchandises de 11,000 à 47,000.

Pour ce qui est du télégraphe, la longueur des lignes aériennes est actuellement de 2,175 kilomètres, la longueur des fils aériens de 4,000 kilomètres.

Comme conclusions, contentons-nous de faire remarquer que la prise de possession de la Tunisie, sous la forme de protectorat, sans effusion de sang, sans avoir eu à traiter la Régence en pays conquis, a été bien autrement rapide que ne le fut celle de l'Algérie. C'est à vue d'œil que la contrée, après avoir été si longtemps séparée de l'Europe et rattachée par son histoire au monde asiatique, reprend dans le bassin de la Méditerranée, pour le grand bien de notre influence, la place qui lui est indiquée par la nature et le relief du sol, la production et le climat. La Tunisie complètera le domaine immense que la France s'est formée en Afrique.

— V. T.

La Tunisie à l'Exposition de 1889.

L'exposition si intéressante de la Régence tunisienne et du protectorat français dans ce pays était en grande partie l'œuvre de M. Massicault, résident de France. Le comité était présidé par S. E. Mohammed Djellouli, et par M. Regnault, notre consul à Tunis; le commissaire général a été M. Ch. Sanson. Le palais, dont la construction avait été mise au concours en 1887, a été élevé par M. Henri Saladin; il rappelait les divers styles d'architecture qui ont donné son caractère à l'art du pays; dans les façades principales et latérales on s'était inspiré d'éléments empruntés au Bardo, au Souk el-Bey, au Dar-el-Bey, et à la Zaouïra de Sidi-ben-Arouz. La façade postérieure, moins brillante mais plus originale encore, rappelait surtout Kairouan la ville sainte; la porte et le dôme de la mosquée d'Obka, la loggia de la porte Bab-Djelladine et toute une maison avec une jolie vérandah en encorbellement. Ensuite venait une sorte de cour sur laquelle s'ouvrait le *souk* ou bazar, et un restaurant tunisien.

Le palais, tout frais et pimpant, comprenait trois divisions principales avec une cour centrale et un vestibule richement décoré auquel un perron donnait accès.

A gauche, on avait installé les services publics maritimes et travaux divers; à droite, l'agriculture et la viticulture, fort importante; au fond, enfin, les beaux-arts, l'architecture et l'instruction publique.

Très remarquable était la partie de l'exposition tunisienne destinée à montrer le rôle de l'Etat français dans les travaux publics de la Régence. Le plan en relief du port de Tunis, entièrement créé par les soins de la France, tenait la plus grande place du rez-de-chaussée, et s'offrait tout d'abord aux regards. Ce port, commencé seulement en 1888, et pour lequel il a fallu surmonter de sérieuses difficultés, était loin d'être terminé en 1889, mais il s'annonçait comme devant être un des plus beaux ouvrages de ce genre. Le système de navigation de la Régence doit se compléter à Bizerte, Porto-Farina, Sousse et Sfax, dont l'importance commerciale est de premier ordre, à Monastir, Mehdia, Gabès et Djerba, d'une série de travaux, tels que draguage de bassins existants, creusement de nouveaux, constructions de jetées et quais, établissements de wharfs et grues de chargement, etc. Notons, en regard de ces dépenses considérables, que l'extension des rapports commerciaux entre la France et la Tunisie suit une progression continue.

L'exposition maritime comprenait encore les plans et vues de phares nombreux, établis depuis l'occupation, des cartes dressées par notre service hydrographique, l'indication des postes de sauvetage établis par la Société centrale de France, enfin les barques et engins de pêche.

Les routes de la Régence était dans un tel état d'abandon, en 1881, qu'une seule restait empierrée entre le Bardo et Tunis. Le service des ponts et chaussées a repris ces travaux d'entretien, sur près de 1,000 kilomètres et n'a pas hésité devant des ouvrages d'art importants, tels que des ponts de 104 et de 87 mètres pour assurer des communications rapides et faciles entre les points les plus importants du pays. De grands travaux de captation et de canalisation assurent l'alimentation des grands centres, enfin les bâtiments de service public et les travaux de ville ont été réparés ou construits, d'après les plans et projets exposés au pavillon de l'Esplanade des Invalides. Les deux premières années de protectorat ayant été consacrées à l'organisation, ce n'est qu'en 1883 seulement, que ces grands travaux ont pu être commencés.

Une collection de minerais avait été envoyée par le service des mines, ainsi que des échantillons de vingt-quatre carrières de grès, pierres diverses et marbres. La carrière de marbre de Schemton, près de la Medjerdah, comprend deux ateliers, un outillage très complet mû par la vapeur, et occupe cent cinquante ouvriers qu'elle loge dans des cités ouvrières. C'est cette Société qui a fourni toutes les plaques et colonnes de marbre qui ornaient le palais tunisien. On a pu voir une carte géologique provisoire, indiquant des gisements importants, mais encore inexploités.

Une brochure publiée par l'exposition donnait la situation actuelle des forêts et les mesures prises pour leur conservation.

L'enseignement organisé par les efforts réunis de l'Etat, des congrégations religieuses de l'Alliance française et de l'Alliance israélite, a déjà donné des résultats tels que cette section a reçu à elle seule un grand prix et trente médailles, très méritées.

Sous l'influence heureuse de ces efforts faits en Tunisie par l'administration du protectorat, l'agriculture s'est développée, la terre a été mise en valeur, par des colons isolés et par des sociétés. Celles-ci ont pour la plupart exposé des produits, et résumé dans des notices ou brochures les résultats obtenus. La plus importante parait être la Société Franco-Africaine.

Venaient ensuite l'Oued-Zargua qui dépasse 8,000 hectares, Bordj-Cedria 4,000, Ksar-Tyr, 3,500, etc. La Compagnie Bône-Guelma cherche surtout à faire des expériences et à fournir des plants. Elle exposait des vins et des cotons remarquables.

Un grand prix a été décerné à la Société française des huiles du Sahel, dont les produits ont été jugés très remarquables. D'autres sociétés ou colons montraient des spécimens déjà fort beaux de vins, très remarqués et très récompensés, de fruits, notamment des dattes; d'alfa, de laines et d'animaux vivants, surtout des chevaux. Un grand haras est établi à Sidi-Thabet dans les propriétés de la Société Franco-Africaine.

Le comité de l'exposition avait rassemblé une curieuse et très variée collection d'étoffes, de broderies, d'incrustation d'argent ou de nacre, de faïences, de bijoux et objets divers en argent ou en cuivre ciselé. Mais la partie la plus pittoresque et amusante était cette reconstitution d'un souk tunisien, sorte de rue couverte qui sert de bazar. Vingt-six boutiques de brodeurs, de bijoutiers, parfumeurs, coiffeurs, peintre-céramiste, damasquineur, menuisier, confiseur, tourneur, tisserand, écrivain, etc., sans oublier l'inévitable cafetier, offraient un coup-d'œil magique dans ces cases étroites, avec ces costumes bariolés, sur lesquels se jouaient le soleil perçant à travers les velums de la toiture.

Enfin notons, pour en terminer avec cette exposition pleine de promesses, et ce palais tunisien plein de merveilles, que le gouvernement beylical, sur les indications des archéologues français les plus compétents, a créé au Bardo un musée dans lequel on a réuni quantité de curiosités enfouies dans le sol depuis l'occupation romaine. Le cardinal Lavigerie, de son côté, a constitué une collection analogue à Saint-Louis de Carthage. La commission avait fait un choix qu'elle avait envoyé à l'Exposition. C'est ainsi que le patio était orné d'une mosaïque romaine superbe, et parfaitement authentique. On avait encore reconstitué deux temples romains et un tombeau punique; une carte murale montrait ce qu'avait été la Tunisie sous la domination romaine, et laissait croire que ce pays pourrait redevenir un jour le jardin de l'Afrique et le grenier de l'Europe. — C. DE M.

TUNNEL. Le *Dictionnaire* contient déjà, outre l'indication des méthodes employées pour le percement des tunnels dans les roches dures et de consistance moyenne, et les terrains éboulueux, la description sommaire du système dit *du bouclier* appliqué pour la première fois, par Brunel, au percement du grand tunnel sous la Tamise. Dans ces dernières années, on a notablement perfectionné ce système, en le combinant avec l'emploi d'un revêtement métallique pour les ouvrages

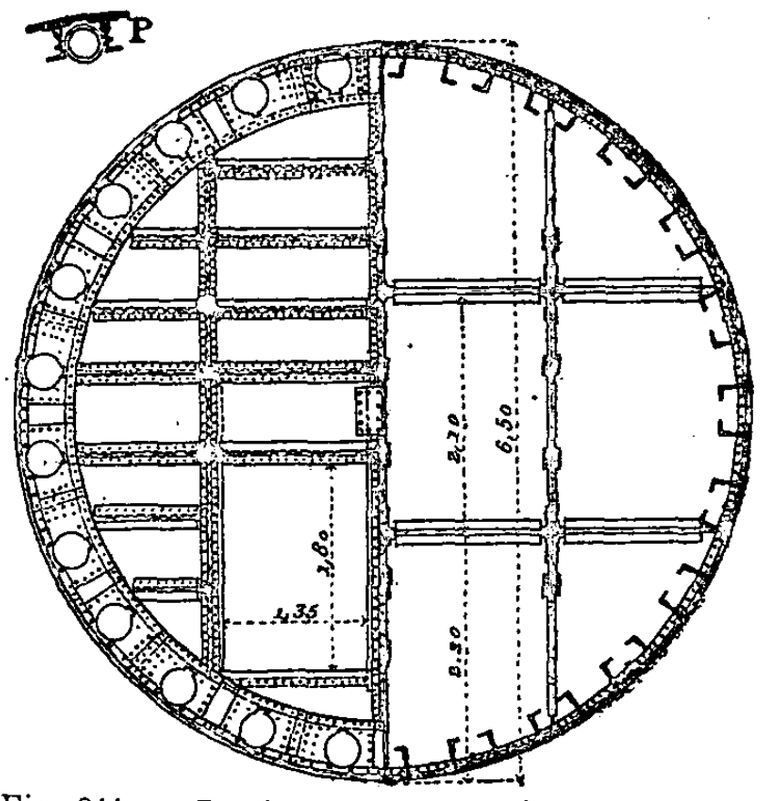


Fig. 811. — *Demi-coupes transversales du bouclier.*

placés au-dessous du lit des fleuves ou dans des terrains aquifères. Deux exemples très intéressants de cette application viennent d'être faits, l'un à Londres, pour l'établissement d'un double tunnel sous la Tamise, destiné à donner passage à une ligne de tramways mus par l'électricité, et l'autre aux Etats-Unis, sous la rivière Saint-Clair, pour relier les lignes ferrées américaines aux lignes canadiennes. Le premier construit sous la direction de l'ingénieur Greathead, à 5 kilomètres de longueur dont 300 mètres sont situés sous le lit du fleuve; il a 3 mètres de diamètre. Le second, pour lequel l'ingénieur Hobson s'est inspiré de l'exemple de son devancier, a 6 mètres de diamètre intérieur, et donne passage à une voie de chemin de fer à largeur normale. La longueur totale est de 1,800 mètres dont 690 sont situés sous la rivière. Enfin, on a substitué la même méthode à celle du bouclier de Brunel, pour le percement, depuis longtemps commencé, du tunnel sous l'Hudson-River, à New-York, actuellement en cours d'exécution.

Le tunnel sous la rivière Saint-Clair ayant été

achevé, dans d'excellentes conditions, fournit la meilleure application de la méthode, et c'est celui que nous décrirons. Les boucliers étaient au nombre de deux et marchaient l'un vers l'autre. Chacun d'eux consistait en un cylindre en tôle d'acier de 6m,35 de diamètre, 0m,025 d'épaisseur et 4m,50 de largeur (fig. 811 et 812). Les anneaux étaient au nombre de quatre; le premier formait trousse coupante avec un angle de 20° à la partie antérieure de l'appareil; dans le second, recoupé par trois cloisons verticales et deux horizontales, de manière à former douze chambres, travaillaient les ouvriers. Ces cloisons étaient prolongées à l'intérieur du premier anneau pour aider à découper le terrain. La cloison transversale principale du bouclier (fig. 812) était pleine sur toute sa hauteur et présentait, à sa partie inférieure, deux portes pour l'évacuation des déblais. Le troisième anneau servait de chambre d'approche pour les ouvriers et les vagonnets de

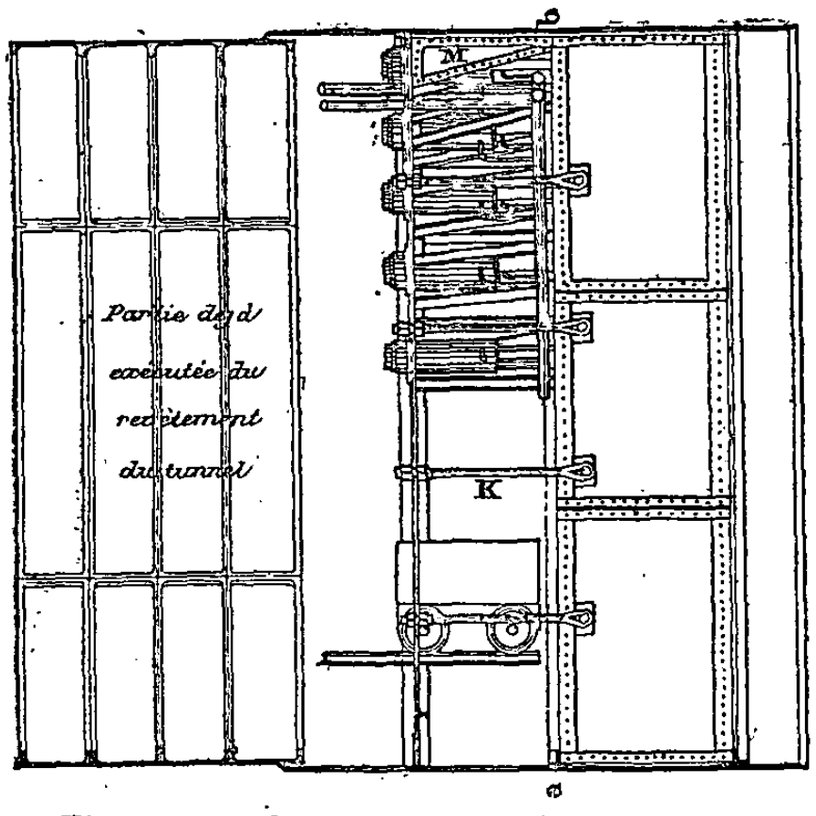


Fig. 812. — *Coupe longitudinale du bouclier.*

déblais; il contenait, en outre, 24 cylindres hydrauliques disposés sur sa circonférence. Les têtes de ces cylindres traversaient une couronne périphérique reliée par des goussets M et des entretoises K à la cloison principale *ab*. Enfin, le quatrième anneau protégeait les ouvriers pendant le montage du revêtement, qui est entièrement métallique. Les 24 cylindres hydrauliques servaient à déterminer l'avancement de l'appareil en exerçant une poussée contre le dernier anneau posé du revêtement, au fur et à mesure de l'excavation pratiquée par les ouvriers dans les chambres antérieures. La course des pistons était de 0m,65, et la pression transmise par chacun d'eux pouvait s'élever à 125 tonnes, ce qui donnait un effort total de 3.000 tonnes. Les cylindres étaient alimentés par une conduite générale d'eau sous pression régnant sur toute la circonférence du bouclier, et reliée à la conduite d'alimentation par un tuyau à joints articulés pour permettre l'avancement; ils évacuaient l'eau usée dans une conduite analogue. Afin de maintenir le bouclier dans la direction voulue, chaque cylindre pouvait fonctionner indépendamment des autres.

Le revêtement, comme nous l'avons déjà dit, est entièrement métallique; il est constitué par des segments en fonte à brides. Le diamètre extérieur est de 6m,30. Chaque anneau a 0m,46 de longueur comptée parallèlement à l'axe du tunnel, et est composé de 13 segments et d'une sorte de clef de voûte. Les segments ont 1m,45 de longueur comptée sur la circonférence extérieure, avec 0m,055 d'épaisseur, et les brides intérieures ont 0m,175 de hauteur et 0m,06 d'épaisseur. Elles sont réunies par des boulons; entre chaque segment, on a inséré des lattes de sapin trempées dans du goudron.

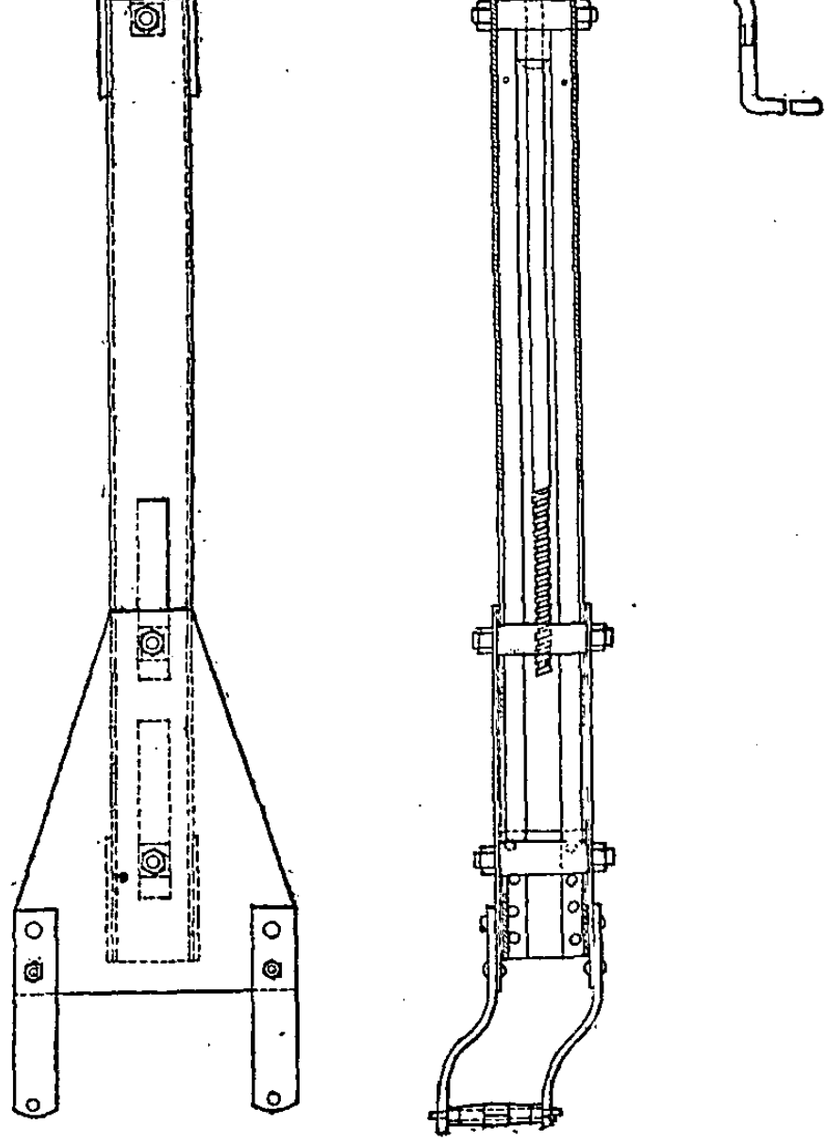


Fig. 813 et 814. — *Grue de montage des segments.*

La grue employée pour le montage des segments est représentée dans les figures 813 et 814.

Elle était portée par le bouclier et consistait en un grand bras susceptible de rotation autour d'un tourillon. Ce bras est pourvu, à l'une de ses extrémités, d'une sorte de mâchoire pour saisir les segments et, à l'autre, d'un contrepoids. La mâchoire est fixée sur un fourreau qui peut glisser sur le bras, et est soutenue par une vis s'engageant dans une traverse taraudée en écrou et susceptible de monter ou de descendre le long du bras sous l'action d'une manivelle et d'engrenages d'angles. Quand un segment est pris par la mâchoire, on la remonte, afin qu'en tournant, elle puisse échapper les brides des anneaux déjà posés, puis, quand elle est arrivée en face du point voulu, on ramène la mâchoire à bout de course pour permettre aux ouvriers de boulonner le segment qu'elle porte avec le précédent. Le mouvement de rotation est commandé par un engrenage à vis. Au tunnel de l'Hudson, on emploie une grue analogue, mais mue par l'eau sous pression.

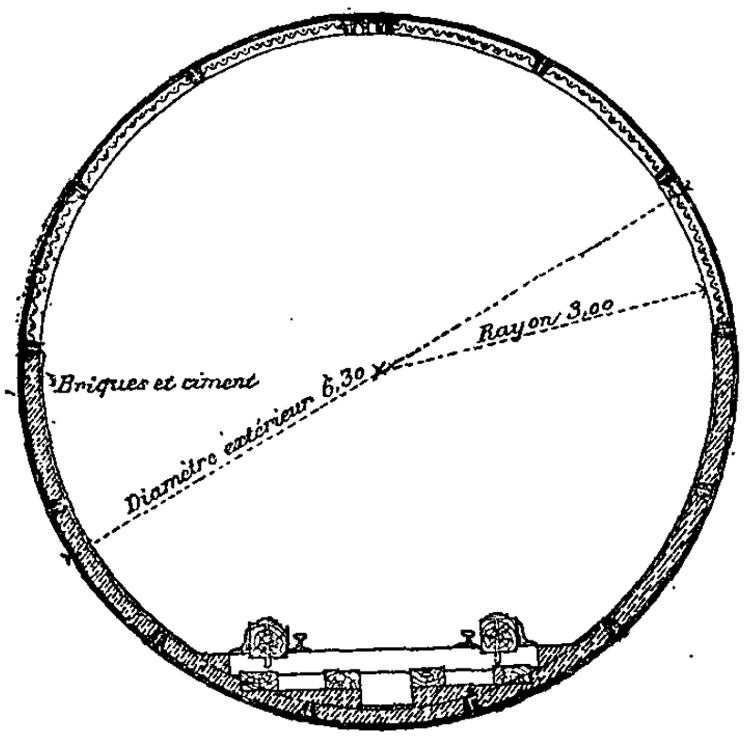


Fig. 815. — *Coupe du tunnel achevé.*

Le revêtement a été complété par une maçonnerie de briques et ciment, qui monte un peu au-dessus de l'axe horizontal (fig. 815). Enfin, pour remplir l'intervalle laissé entre la paroi extérieure du tunnel et la surface du terrain excavé, intervalle nécessité par la différence de diamètre qui existe entre le bouclier et le revêtement, on a refoulé un coulis de ciment par des trous percés dans les segments et qu'on a successivement bouchés. On commençait l'opération par le bas, et on bouchait la première rangée de trous à mesure que le coulis sortait par la seconde, et ainsi de suite.

Les terrains traversés consistaient généralement en argile assez compacte. Mais on a rencontré sur quelques points des poches de gravier ou des sables bouillants qui laissaient filtrer l'air soufflé par les compresseurs. On parvint à réduire ces fuites en bouchant les excavations avec de l'argile et le bouclier put continuer son œuvre. L'avancement moyen de chaque bouclier a été de 2m,50 par journée de vingt-quatre heures.

Pour traverser des terrains très ébouleux et aquifères, M. Greathead a imaginé une modification du bouclier, qui est représentée dans la figure 816. Un réservoir F, primitivement rempli d'eau, est mis en communication par un tuyau

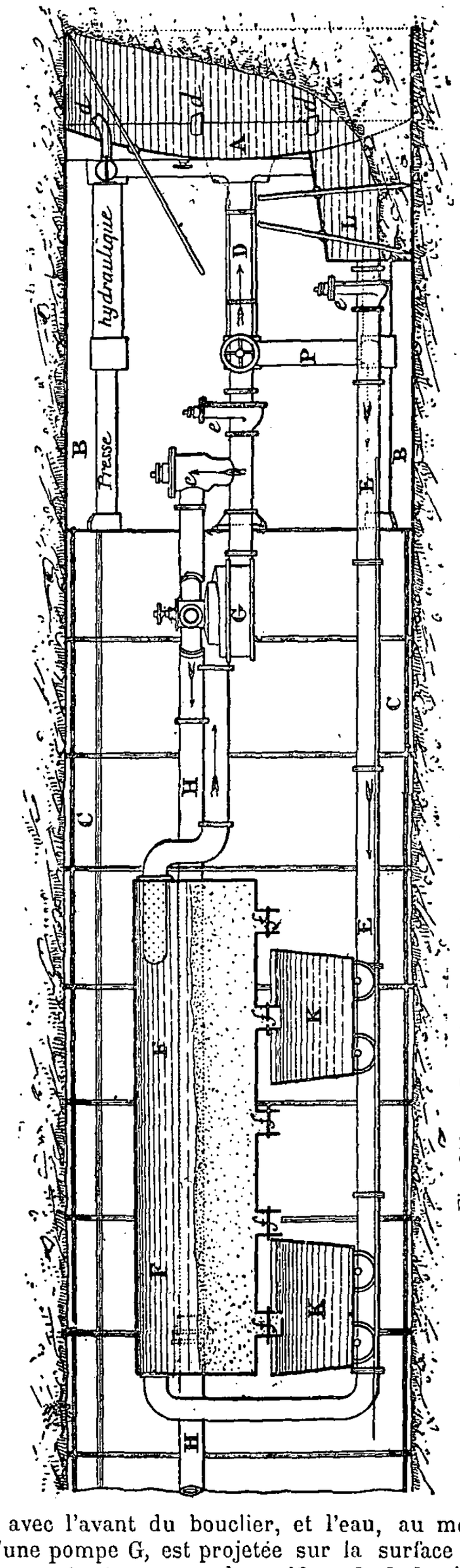


Fig. 816. — *Procédé du bouclier, modifié pour la traversée des terrains ébouleux et aquifères,*

D avec l'avant du bouclier, et l'eau, au moyen d'une pompe G, est projetée sur la surface que l'on veut attaquer par les orifices *d*, *d*, *d*, placés sur le pourtour du bouclier. L'action de ces jets

est secondée par des tiges qui traversent, dans des presse-étoupes, les parois du bouclier, et sont manœuvrées à la main ou par des procédés mécaniques.

Les déblais ainsi désagrégés tombent dans la chambre L ménagée à la partie inférieure du bouclier. De là, ils sont entraînés par le liquide, à travers le tuyau E, dans le réservoir au fond duquel ils se déposent.

De temps en temps, on ouvre une des tubulures *ff*, et les dépôts tombent dans des vagonnets *kk* remplis d'eau, munis également de tubulures qui s'adaptent dans les tubulures *ff*. L'eau, en remontant dans le réservoir, y prend la place des déblais évacués et sert de nouveau à l'alimentation de la pompe.

Au moment où le bouclier s'avance, poussé par les presses hydrauliques B, l'excès d'eau qui se trouve à l'avant de l'appareil et qui est refoulé par lui, s'échappe par un tuyau H. Si l'on veut vider le réservoir, on peut fermer les soupapes *e*, *e*, *e*. Enfin, on peut diriger le courant d'eau par le tuyau P sur le tuyau E, de manière à nettoyer ce dernier en cas d'engorgement.

Quand les déblais renferment des galets ou des pierres de grosses dimensions qui seraient difficilement entraînés par le courant d'eau ou auraient peine à passer par le tuyau E, on peut les casser en petits fragments au moyen de barres. Si des galets trop durs résistaient à cette opération, on disposerait derrière le bouclier et au-dessus de la chambre L, une chambre à air comprimé par laquelle ils seraient extraits à la main. — G. R.

****TURQUIE.** La Turquie constitue la plus grande partie de l'Empire ottoman. C'est un pays élevé, composé en partie de plateaux, aussi bien dans sa partie européenne qu'en Asie mineure, où l'aspect et l'économie du pays restent les mêmes ; mais il y règne une grande variété de climat si l'on considère l'ensemble de l'empire, car depuis les Balkans jusqu'à l'Yemen, on passe du climat tempéré de l'Europe à celui des régions tropicales.

On évalue la superficie de l'Empire ottoman à 3,500,000 kilomètres carrés, et sa population a plus de 33 millions d'habitants, ainsi répartis :

	Kilomètr. carrés	Population
Possessions immédiates en Europe, Turquie d'Europe, y compris les îles turques de l'archipel et Crète	166.000	4.700.000
Roumélie orientale, province autonome	35.387	751.000
Bulgarie, principauté tributaire	63.972	3.159.000
Bosnie, Herzégovine, Novi-Bazar	52.000	1.500.000
Possessions immédiates en Asie	1.882.278	16.500.000
Samos, principauté tributaire	550	47.000
Vilayet de Tripoli de Barbarie	892.050	1.000.000
Khédival d'Egypte	458.676	6.200 000

La capitale est Constantinople, sur le Bosphore, 600,000 habitants. Autres villes importantes : Salonique 70,000 habitants, Andrinople 60,000, Philippopolis 30,000, Smyrne 150,000, Damas 150,000, Alep 70,000, Reyrouth 70,000, Brousse60, 000, Erzeroum 60,000, Kaïsarich 60,000, Trébizonde 50,000, Bagdad, 40,000, Diarbékir 40,000, Mossoul 40,000, Ourfax 40,000, Jérusalem 28,000.

La densité moyenne de la population de la Turquie d'Europe, pour ne parler que de celle-là, est de 30 habitants par kilomètre carré ; c'est sur le plateau central qu'elle est le plus clairsemée ; sur les bords du Bosphore et dans la vallée de la Maritza elle est beaucoup plus dense.

Cette population est composée d'éléments divers, mélangés dans d'énormes proportions, suivant les régions, turcs, grecs, slaves, arméniens, arabes dans la Turquie d'Asie et en Egypte.

Régions agricoles. La Turquie d'Europe se divise en quatre régions agricoles : 1° la région du plateau central, froide en hiver, nue sur beaucoup de points, couverte en partie de forêts, produisant, pour sa rare population, le maïs, le sarrazin, le seigle ; 2° la région des terres occidentales, comprenant l'Herzégovine, l'Albanie et l'Epire occidentales, descendant de degré en degré des hauteurs du plateau jusqu'à la mer et étalant successivement les forêts de chênes, la vigne, le mûrier, le tabac, l'olivier, l'oranger, l'épeautre, le maïs, le millet ; 3° la région des vallées de la mer Egée, qui ont chacune un caractère propre, et qui sont séparées par des montagnes boisées ou nues, mais jouissant d'un climat chaud et produisant les céréales : maïs, riz, froment, mûrier (pour la soie d'Andrinople), la vigne, le tabac, le coton, l'olivier, le rosier (fabrication de l'essence de roses).

Agriculture. Le sol est très riche en Turquie. Tous les produits agricoles de l'Europe y réussissent également. Les céréales et la vigne y donnent surtout d'excellents résultats.

Voici quelle est, d'après l'administration du cadastre, la superficie des terres cultivées ou susceptibles de l'être dans la Turquie :

	Denoums	Hectares
Andrinople	11.718.101	1.000.000
Salonique	15.025.726	1.400.000
Monastir	4.567.541	400.000
Kossova	3.925.234	370.000
Janina	7.678.930	720.000
Dépendance de la préfecture de la ville	7.718.807	730.000

L'agriculture est la richesse principale, on pourrait même dire la richesse unique du pays. Tous les produits que la Turquie exporte à l'étranger sont des produits du sol et cette exportation représente, comme nous le verrons dans la partie de cette étude consacrée au commerce, un chiffre de près de 240 millions de francs annuellement. Ce chiffre est certainement très important. Il est assurément bien loin de représenter la valeur que la richesse agricole de la Turquie est susceptible d'atteindre. Dans l'intérieur de l'Asie mineure, il y a d'immenses étendues de terres vierges des plus fertiles, et aux portes même de Constantinople, on voit beaucoup de terres en friche.

C'est que l'agriculture a à lutter contre plusieurs fléaux, les impôts de toute sorte qui pèsent tous très lourdement sur le cultivateur : impôt foncier, impôt spécial sur le vin, taxes sur les moutons, chevaux et bêtes de somme, les kérés des propriétés, droits intérieurs sur les marchandises qui voyagent par eau, etc. Le paysan ne peut pas couper son blé ou cueillir ses raisins quand

ils sont mûrs. Il est obligé d'attendre que le dimier ait évalué et taxé sa récolte, qui est quelquefois bien compromise par ce retard. En outre, le dimier, qui a pris à ferme le droit de prélever ces taxes, est naturellement porté à les exagérer autant que possible.

Un autre impôt qui pèse encore lourdement sur le cultivateur musulman, c'est le bédéli-askiéré. Celui qui veut exonérer son fils du service militaire doit payer à l'Etat une somme de 50 livres turques (1,150 francs environ), ce qui est une somme énorme pour les paysans de l'intérieur. On sait que les musulmans seuls sont appelés sous les drapeaux.

La situation du paysan est donc des plus précaires. Il devient, presque toujours, la proie des usuriers. Ceux-ci lui avancent de l'argent, ou plutôt des objets de première nécessité à des taux exorbitants, et comme garantie, lui achètent par avance la récolte future, à 25 0/0 au-dessous de sa valeur.

Obligé de travailler pour l'Etat et pour le prêteur, le paysan ne s'occupe pas de défricher de terres nouvelles ou de faire produire davantage à celles qu'il cultive. Il produit juste ce dont il a besoin pour vivre, et ses besoins sont des plus bornés, car il est d'une sobriété extrême, et le moindre confortable lui est inconnu.

Enfin, il faut ajouter que les moyens de communications font presque totalement défaut. Les quelques routes qui existent ne sont pas entretenues et la plupart sont impraticables. Tous les transports se font à cheval ou à chameau et sont, par conséquent, très lents et très chers. Dans certaines contrées, le blé pourrit sur place, faute de moyens de communication.

L outillage agricole est des plus primitifs. Les diverses machines usitées en Europe, semeuses, moissonneuses, batteuses, etc., sont inconnues en Turquie. Quant aux engrais artificiels, on ne les connait pas davantage. Le gouvernement a cependant créé, depuis quelques années, plusieurs fermes-écoles dans les environs de Constantinople. Mais les résultats obtenus sont encore bien insignifiants.

D'ailleurs, quelques-unes de ces fermes-écoles ont été établies dans des situations peu favorables, au milieu de plaines arides et sans eaux.

La Turquie, avons-nous dit, est un pays agricole par excellence, elle devrait produire au delà de sa consommation et nous verrons plus loin qu'elle exporte, en effet, pour une somme de 1,354,653,959 piastres de produits exclusivement agricoles. Mais il faut constater que l'importation de ce même produit est également considérable. C'est ainsi qu'il est entré en Turquie, pendant l'année 1304 (1) :

Blé.	99.347.454	piastres.
Farine.	59.043.922	—
Bétail Race bovine. .	13.928.831	—
— ovine. . .	28.261.806	—

Ce qui forme un total de 200,582,023 piastres, plus de 44 millions de francs de produits agricoles sont venus de l'étranger. Il faut déduire de ce total une certaine somme pour les envois de Turquie à Turquie par mer, ayant acquitté les droits de douane. Il n'en est pas moins certain que l'importation des produits agricoles venus de Russie, de Bulgarie, de Roumélie est considérable.

Parmi les principaux produits agricoles de la Turquie il faut donner une mention spéciale à la vigne. C'est sur les bords de la mer de Marmara que se trouvent les vignes les plus renommées, principalement sur la côte d'Europe, entre Silivri et Rodosto. Ces vins sont très riches en alcool et en tannin ; ils sont excellents pour les coupages. Il y a également de beaux vignobles dans les environs d'Andrinople et de Kirk-Klissé, mais les vins qu'ils donnent ont moins de valeur que les vins des bords de la mer de Marmara.

(1) Année de l'hégire. Cette année correspond à 1889.

Malheureusement, le phylloxéra a commencé ses ravages en Turquie depuis quelques années. C'est en 1885 que sa présence a été constatée dans les environs de Constantinople, sur la côte d'Asie, près de Kadi-Keni. Bientôt les vignobles d'Eren-Keni et du vilayet d'Aïdin ont été envahis. En 1887, on a également reconnu sa présence dans les environs de Smyrne. Jusqu'à présent, on n'a pas pris de mesures efficaces pour combattre le fléau, malgré les efforts du Conseil de l'administration de la Dette publique, pour décider le ministère du commerce à lutter contre le phylloxéra. L'administration de la Dette publique a, en effet, un intérêt majeur dans la question, car l'impôt sur les spiritueux est un de ceux dont les revenus ont été concédés aux porteurs de fonds ottomans. Grâce à son initiative, on a fait venir de France des plants américains, et une pépinière a été créée à Eren-Keni. Des plants et des boutures sont distribués gratuitement aux propriétaires qui en demandent. On a pu reconstituer ainsi une grande partie des vignobles d'Eren-Keni et de Kizil Toprak.

Forêts. D'après les statistiques de l'administration du cadastre, l'étendue des forêts de l'Empire ottoman est de 85,955,192 denoums, soit environ 8,600,000 hectares. Ce qui représente à peu près 24 0/0 de la superficie totale de la Turquie d'Europe.

Voici, d'après ces statistiques, quelle est la superficie des fôrets de la Turquie d'Europe, dans chacun des vilayets ci-après :

	Denoums	Hectares
Andrinople.	4.223.779	400.000
Salonique.	14.912.109	1.800.000
Kossova.	2.204.000	200.000
Monastir.	1.529.000	140.000
Janina.	1.800.000	160.000
Scutari d'Albanie. . .	1.250.000	100.000

Ces forêts sont composées de toutes les essences que l'on trouve dans les différents pays d'Europe.

L'étendue des forêts de l'Empire ottoman égale à peu près celle des forêts de l'Autriche et est supérieure de 2 millions d'hectares à celle des forêts de la France. Si ces forêts étaient exploitées, elles constitueraient une source de revenus considérables pour le pays. Malheureusement, au lieu de faire, comme la plupart des autres Etats, des efforts incessants pour le reboisement du sol, la Turquie ne s'occupe même pas de veiller à la conservation des forêts existantes. Les incendies détruisent, chaque année, des étendues considérables de bois. La plupart du temps, ils sont allumés par les pâtres, dans le but de procurer, pour l'année suivante, de nouveaux pâturages à leurs troupeaux.

Le déboisement des montagnes augmente de jour en jour et les inondations deviennent de plus en plus fréquentes dans certaines régions à cause de ce déboisement. Il est à désirer que le gouvernement ottoman prenne des mesures pour remédier à cet état de choses réellement fâcheux.

Industrie. L'industrie est à peu près nulle dans l'Empire ottoman. Presque tous les produits fabriqués qu'on y consomme sont importés de l'étranger. En principe, la création d'usines y est libre ; il faut néanmoins une autorisation administrative et les lenteurs que cette autorisation nécessite ne sont pas sans nuire au développement industriel du pays.

La plupart des usines qui ont été créées se sont établies en vertu de concessions ou de monopoles qui excluent toute concurrence dans un rayon déterminé. Plusieurs des usines de quelque importance qui existent dans les environs de Constantinople, appartiennent à l'Etat. Le ministère de la guerre possède quatre fabri-

ques impériales. Une tannerie, une fabrique de draps de troupes, une fabrique de toiles, une fabrique de fer. Ces établissements coûtent fort cher, dit-on, et ne donnent que des résultats médiocres. Les fers fabriqués par l'Etat reviennent, paraît-il, à un prix double de celui des fers importés d'Autriche; ils sont en outre d'une qualité inférieure.

Il faut citer également, parmi les établissements industriels dépendant du ministère de la guerre, une fabrique de poudre, située près de Makri-Keni. La fabrication de la poudre constitue un monopole de l'Etat, et l'entrée des poudres étrangères de guerre, de chasse, ou de mine est totalement interdite. La régie ottomane des tabacs a un certain nombre de fabriques où elle classe et prépare ses produits.

Parmi les établissements privés, il faut citer :

Un certain nombre de *tanneries*, dont deux surtout sont bien installées à Yedi Koulé. Ces tanneries ne produisent, d'ailleurs, que des cuirs de vachette très secondaires. Il paraît que ce résultat médiocre est dû à la rareté de l'écorce de chêne blanc dans le pays.

Il y a de *beaux moulins à vapeur* sur les bords de la Corne d'or. Ils sont installés à quai et pourraient recevoir directement le blé qu'ils emploient, des voiliers qui l'apportent. Mais la corporation des Mahouadjis s'y oppose. il faut que le blé soit débarqué d'abord sur des mahows et transporté ensuite au moulin. De là des frais supplémentaires assez élevés.

Citons encore deux belles *fabriques de briques*, l'une aux Eaux douces d'Europe et l'autre à Buyuk-Déré; beaucoup de petites également. L'importation des briques de Marseille a cessé depuis l'installation de ces fabriques.

Deux *usines à gaz*, situées, l'une à Dolma Bagtché, pour la consommation de Galata et de Péra; l'autre à Yédi Koulé, pour celle de Stamboul. Le gaz fourni par ces usines est, paraît-il, d'une qualité détestable. Ce n'est, d'ailleurs, que depuis un an que ce mode d'éclairage est installé à Stamboul, et dans les principales rues seulement. Scutari et Kadi-Keni en sont encore totalement privés. La plupart des magasins de Constantinople, même dans la grande rue de Péra, sont éclairés par des lampes au pétrole.

Deux *verreries* à Beüor et Yédi-Koulé. Ces établissements emploient, paraît-il, du sable de Norvège. Ils ne produisent que des articles de qualité inférieure.

Enfin, il vient d'être inauguré à Yédi-Koulé une fabrique de *tissus de laine et de soie*, très bien aménagée, mais dont on n'a pas encore pu apprécier les produits.

En dehors des établissements de quelque importance que nous venons de citer, il y a un grand nombre de petites industries destinées à alimenter la consommation locale. Les principales sont : la *robinetterie en cuivre*, la fabrication des *barques* et des *caïks*, la *réparation des navires*, la *fabrication des chaussures*, le *tissage du coton et de la soie à la main*, la fabrication des mouchoirs imprimés ou *calenkiars*, la menuiserie, la bâtisse, la fabrication de certaines voitures, etc.

Commerce. D'après les statistiques de l'administration des douanes ottomanes, le commerce extérieur de la Turquie a atteint, pendant l'année 1304 de l'hégire (1888-1889), le chiffre total de 3,300,319,353 piastres (la piastre vaut environ 22 centimes), soit plus de 726 millions de francs. En 1303, il s'était élevé à 3,139,500,000 piastres, ce qui indique que la dernière année connue était en progrès de 160 millions de piastres sur l'année précédente.

Dans le total du commerce, les exportations ont figuré pendant l'année 1303 pour 1,128,913,090 piastres, et pendant l'année 1304 pour 1,354,653,989 piastres, soit une augmentation de 225,740,899 piastres sur l'année précédente.

Les importations, au contraire, se sont élevées, en 1303, à 2,010,595,299 piastres, et en 1304, à 1,945,665,364 ce qui fait une diminution de 64,929,725 relativement à l'année précédente.

Nous allons étudier successivement le commerce d'exportation et le commerce d'importation de l'empire ottoman tout entier. Nous nous occuperons ensuite plus spécialement de la place de Constantinople et du mouvement maritime de ce port.

Principales marchandises importées en Turquie. Les principales marchandises qui ont été importées pendant l'année 1304 (1888-1889), sont les suivantes :

	Piastres		Piastres
Sucres. . . .	125.951.266	Blé.	99.347.464
Cotonnades écrues. . .	107.122.000	Animaux viv.	28.661.806
Cotons impr.	97.069.819	Pétrole. . . .	51.355.885
Etoffes de lin.	43.097.502	Plomb. . . .	22.930.003
Lainages. . .	11.983.255	Fer en barres	37.735.536
Etoffes de lin et de coton	25.393.361	Tapis.	17.649.419
Toil. de chanvre et de lin	52.761.861	Peaux	14.720.547
Tissus de cachemire . .	25.751.736	Produits chimiques. . .	18.603.347
Vêtements. .	32.399.509	Beurres. . . .	19.354.681
Mousseline. .	31.009.339	Houille. . . .	14.998.112
Café	95.345.266	Verreries. . .	12.309.590
Farine. . . .	59.043.922	Bois..	18.971.635
		Esprits et liqueurs. . .	12.560.736

L'exportation des principales marchandises a été la suivante :

	Piastres		Piastres
Raisins. . . .	201.747.374	Fruits confits	13.923.473
Mohairs . . .	60.535.847	Vins	15.291.749
Opium. . . .	80.431.110	Matières chimiques. . .	24.091.317
Soie brute. .	80.200.166	Sésame. . . .	13.776.278
Cotons. . . .	33.337.930	Huile d'olive.	40.571.819
Blé.	79.744.917	Lentilles. . .	15.262.147
Maïs	11.924.644	Tapis.	19.627.984
Coton.	36.953.583	Savons. . . .	8.289.177
Vallonées. . .	54.408.974	Minerais. . .	29.112.627
Laine.	56.271.947	Graines div.	15.529.674
Café	95.345.266	Confections..	13.573.806
Peaux	44.977.731	Gomme arabique. . . .	4.512.800
Figues. . . .	42.307.139	Beurre. . . .	9.873.836
Noix.	13.861.579	Blé dur. . . .	30.333.012
Oranges et limons. . . .	11.272.977		
Dattes.. . . .	17.938.750		

Les marchandises qui font l'objet d'échanges les plus actifs sont donc, à l'importation, les sucres, les cotonnades, le blé, le café, le pétrole, etc.; à l'exportation, les raisins (raisins de Corinthe), le blé, l'opium, la soie brute et en coton, la laine, les vallonées, les peaux, l'huile d'olive.

Voici quelles ont été, pendant les années 1303 et 1304, les valeurs des marchandises importées en Turquie d'Europe pour chacun des pays de provenance (V. le tableau en tête de la page 1368).

C'est l'Angleterre qui tient la tête à l'importation. Elle fournit à elle seule beaucoup plus du tiers des marchandises étrangères consommées en Turquie. Ses principaux articles d'importation sont les *cotonnades* qu'on trouve sur tous les marchés d'orient; la *houille* qui sert de lest aux steamers anglais qui vont chercher des céréales dans la mer Noire; les *tissus de laine*, surtout de qualité inférieure et à bon marché; les autres tissus divers, les ciments de Portland, le fer-blanc, l'étain, les couleurs et vernis, etc.

Le chiffre attribué à l'Autriche-Hongrie par les statistiques ottomanes fournit à peu près le sixième de l'importation totale. Nous avons déjà fait remarquer que dans ce chiffre figure, pour une part importante les marchandises allemandes importées par la voie de Trieste.

Pays	1303	1304	Différence en 1304
	piastres	piastres	piastres
Angleterre. .	851.811.828	797.646 824	—54.165.004
Autriche. . .	384.770.685	345.523.796	—39.246.889
France. . . .	242.483.204	252.052.425	+9.569.221
Russie. . . .	226.155.330	204.816.172	—21.339.158
Perse	53.452.540	55.487.899	+2.035.359
Bulgarie. . .	50.974.064	96.576.772	+45.602.708
Italie.	48.976 554	46.837.888	—2.138.666
Belgique. . .	42.912.698	38.817.782	—4.094.916
Grèce	37.739.234	31.835.714	—5.903.520
Roumanie. .	25.902.642	47.313.683	+21.411.041
Etats-Unis. .	15.596.127	8.180.973	—7.415.154
Tunisie . . .	10.353.524	3.306.110	—7.047.414
Serbie. . . .	7.006.132	5.789.180	—1.216.952
Allemagne. .	3.801.886	2.994.194	—807.692
Hollande. . .	2.878.097	2.425.028	—453.069
Suède. . . .	2.689.722	2.924.278	+234.556
Egypte. . . .	1.770.423	2.034.424	+264.001
Monténégro.	1.282.028	1.036.189	—245.839
Samos. . . .	29.581	34.547	+4.966
Danemark. .	9.000	5.889	—3.111
Espagne. . .	»	25.597	+25.597
Totaux. .	2.010.595.299	1.945.665.364	—64.929.935

Il est, d'ailleurs, assez difficile d'établir d'une façon exacte la part qui doit être attribuée de ce chef à l'Allemagne et celle qui doit être réservée à l'Autriche.

Les principaux articles d'importation de l'Autriche sont les *sucres de Trieste* qui approvisionnent en majeure partie le marché de Constantinople : les *vêtements confectionnés* de qualité très inférieure, mais qui se vendent quelquefois des prix invraisemblables de bon marché ; les *chaussures* dites de fabrication française ; les contrefaçons viennoises de l'*article de Paris* ; les *allumettes en bois* et, enfin, la *parfumerie* qui porte trop souvent les marques des principales maisons françaises. La France vient au troisième rang pour les importations en Turquie. Pendant les quatre dernières années, ses envois dans l'Empire ottoman ont atteint les chiffres suivants :

1301.	231.688.871 piastr.	1303.	242.483.204 piastr.
1302.	269.079.988 —	1304.	252.052.425 —

D'après les statistiques françaises, que nous allons examiner dans le chapitre spécial consacré au commerce entre la Turquie et la France, la moyenne annuelle des marchandises importées de France dans l'Empire ottoman a été de 45 millions de francs pendant les huit dernières années.

On répète trop volontiers, dit M. Cellière, gérant du consulat de France à Constantinople, dans un remarquable rapport, que l'Autriche et l'Allemagne inondent l'Orient de leurs produits et que le commerce français est impuissant à lutter contre la concurrence que lui font ces nouveaux rivaux ; cela n'est exact qu'en partie. On ne saurait contester que, depuis une vingtaine d'années environ, nos importations dans l'Empire ottoman ont diminué. C'est là un fait malheureusement trop réel dont nous examinerons plus loin les causes. Mais, quoique bien réduit, le chiffre de nos importations est encore considérable. Il égale environ les deux tiers du total des importations allemande, autrichienne et belge réunies. Si nos commerçants veulent s'y appliquer sérieusement, ils peuvent le plus souvent lutter avec succès contre la concurrence allemande et autrichienne.

La Russie occupe le quatrième rang à l'importation en Turquie avec un chiffre de 200 à 225 millions de piastres en moyenne annuellement. Les trois quarts des importations ont lieu par la frontière d'Europe ; un quart seulement s'effectue par la frontière d'Asie.

Le principal article de l'importation russe est le *pétrole de Bakou*, qui est exclusivement employé dans toute la Turquie et dont les envois atteignent annuellement un chiffre de plus de 5 millions de roubles. Viennent ensuite les *céréales* (froment, maïs, orge), les *farines* de froment, les *bois de construction*, les *graisses* et *beurres*, le *caviar* et les *poissons salés*, le *sel* et les *sucres*.

L'Allemagne fournit surtout l'article à bon marché ; c'est la principale raison, là comme ailleurs, du progrès accompli depuis quelques années par son commerce d'importation dans l'Empire ottoman. La Turquie est un pays pauvre ; l'indigène, qui vit au jour le jour, se préoccupe peu de la qualité des produits qu'il achète, il recherche seulement le bon marché et, sous ce rapport, il est difficile de lutter contre la concurrence allemande. Il faut reconnaître aussi que les négociants allemands font preuve d'un esprit d'initiative, d'une intelligence des affaires et d'une facilité à se plier au goût de l'acheteur vraiment remarquable. C'est là le secret de la concurrence allemande : L'importation allemande comprend un grand nombre d'articles parmi lesquels il faut citer surtout la *quincaillerie* et la *ferronnerie*, les *tissus*, les *couleurs* et *vernis*, les *peaux ouvrées*, les *lampes* et *articles d'éclairage*, etc. La Belgique a, en Orient, un commerce d'importation assez considérable. Elle a accaparé en totalité la vente des fers et des zincs à Constantinople. Les principaux articles de son importation sont les *draps* de Verviers, la quincaillerie, les verres à vitres, les *armes de chasse et de tir*, les *révolvers*, dont l'entrée est interdite dans l'Empire ottoman mais qui, grâce à la contrebande, se trouvent en abondance chez tous les armuriers de Galata et de Constantinople.

Le commerce italien a fait beaucoup de progrès dans le Levant et son rayon d'affaires grandit tous les jours. Les *plombs laminés* et en *tuyaux*, ainsi que les *grenailles de Gênes* font une concurrence de plus en plus active aux produits similaires de Marseille. Les autres articles de l'importation de provenance italienne sont les velours et les soieries de Milan, les cuirs de Gênes, la colle-forte de Turin, les *allumettes en cire*, les *marbres*, la *céruse*, les *riz*, etc.

La Suisse envoie en Turquie des tissus de coton, c'est de la Suisse que viennent les *mouchoirs imprimés* ou *calemkiars*, dont il se fait une si grande consommation en Turquie. Elle fait même sur ce point une redoutable concurrence à la fabrication indigène de cet article. Elle envoie également des *mousselines unies* ou *brodées*, des *soieries*, etc.

Exportation. Le tableau suivant fait connaître la part proportionnelle de chaque puissance étrangère dans le commerce d'exportation de l'Empire ottoman pendant les années 1303 et 1304 (V. le tableau en tête de la page 1369).

Nous allons examiner rapidement la part qui revient à chacun des pays qui reçoivent des marchandises turques.

Comme on peut s'en rendre compte en examinant les chiffres qui précèdent, la part de la France dans les exportations turques est considérable, sauf pendant l'année 1304, où l'Angleterre vient au premier rang avec plus de 500 millions de piastres, c'est la France qui tient la tête de l'exportation. Elle est le meilleur et le plus ancien client de la Turquie, et un client d'autant plus précieux qu'il lui achète beaucoup plus qu'il ne lui vend. Nous verrons, d'ailleurs, quand nous examinerons le détail et que nous comparerons le commerce des deux pays, que nous n'avons pas à nous préoccuper de cette différence, car ce que nous achetons à la Turquie, ce ne sont presque exclusivement que des matières premières, et nous ne lui vendons guère que des produits fabriqués.

Pays	1303	1304	Différence en 1304
	piastres	piastres	piastres
France. . . .	420.701.323	426.472.890	+5.771.567
Angleterre. .	357.444.096	500.348.993	+142.904.897
Autriche. . .	99.314.441	115.463.565	+16.149.124
Egypte. . . .	87.764.786	85.108.580	—2.656.206
Grèce. . .	59.107.993	46.419.324	—12.688.669
Italie.	33.461.094	38.959.888	+5.498.794
Russie. . . .	28.909 993	29.416.109	+506.116
Roumanie. .	13.094.436	19.618.001	+6.523.565
Etats-Unis. .	12.751.221	15.609.331	+2.858.110
Hollande . .	10.244.777	36.986.333	+26.741.556
Bulgarie. . .	2.292.147	31.598.253	+29.306.106
Perse	1.206.352	1.264.828	+58.476
Monténégro.	695.662	529.410	—166.252
Serbie. . . .	623.110	3.124.442	+2.501.332
Tunisie . .	381.832	143.001	—238.831
Samos. . . .	381.497	319.047	—62.450
Allemagne. .	216.443	1.410.219	+1.193.776
Belgique. . .	203.332	476.554	+273.222
Espagne. . .	113.777	792.888	+679.111
Danemark. .	4.778	592.333	+587.555
Totaux. .	1.128.913.090	1.354.653.989	+225.740.899

Après la France, c'est l'Angleterre qui tient la tête à l'exportation. Elle tient même le premier rang pour l'année 1304. Mais son commerce avec la Turquie est surtout un commerce d'importation.

On est surpris, quand on examine le tableau que nous avons donné plus haut, du faible chiffre attribué à l'Allemagne dans les exportations turques; pareil fait se reproduit pour les importations en Turquie. Il n'y a là qu'une apparence. Les statistiques des douanes ottomanes classent les marchandises importées ou exportées d'après le port expéditeur à l'importation et d'après le port de destination immédiate à l'exportation. Or, la presque totalité des marchandises allemandes à destination de Turquie et des marchandises turques à destination d'Allemagne sont expédiées par Anvers ou par Trieste. Elles figurent sur les états de la douane, comme marchandises belges ou autrichiennes à l'importation et comme destinées à l'Autriche ou à la Belgique, à l'exportation. Même observation pour les marchandises mises ou à destination de la Suisse, qui transitent par Marseille et sont considérées comme produits français ou destinés à la France.

Mouvement des échanges de la Turquie avec la France pendant les seize dernières années (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Importations	Exportations	Années	Importations	Exportations
1874	170.8	82.0	1882	116.2	44.0
1875	122.5	75.6	1883	131.9	46.3
1876	187.7	46.5	1884	123.8	46.9
1877	157.6	36.6	1885	133.3	49.8
1878	127.8	57.2	1886	124.5	46.3
1879	155.4	59.7	1887	97.1	46.7
1880	133.5	45.5	1888	93.4	47.6
1881	135.9	40.6	1889	130.6	50.5

Comme on le voit d'après les chiffres qui précèdent, c'est la Turquie, parmi les puissances d'Orient et méditerranéennes ne confinant pas à la France, qui fait le plus grand commerce avec la France; aussi convient-il de lui consacrer un examen plus attentif qu'aux autres pays environnants. La valeur des importations de Turquie en France est en général de deux ou trois fois plus élevée que celle des exportations de notre pays en Turquie. Cela tient à la nature même des besoins respectifs des deux pays, comme on le verra tout à l'heure, en examinant les principales marchandises qui font l'objet des échanges. Sauf la dernière année, 1889, qui paraît avoir donné d'excellents résultats, tant au point de vue de l'importation que de l'exportation, les échanges ont subi de très faibles variations. Les importations se maintiennent à un chiffre de 120 millions de francs, bien qu'elles aient fléchi momentanément en 1887 et 1888, à moins de 100 millions, et les exportations se maintiennent à 45 ou 48 millions.

Considérées suivant les grands groupes de marchandises, voici comment ont varié, depuis 1880, les importations de Turquie en France et les exportations de France en Turquie.

1° Importations de Turquie en France (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés	Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés
1880	70.9	56.3	1.9	1885	50.8	76.6	1.5
1881	68.5	59.4	1.5	1886	50.8	69.5	0.9
1882	54.6	54.3	2.4	1887	55.4	36.9	1.2
1883	53.9	73.2	1.4	1888	42.9	41.9	1.5
1884	54.7	64.4	1.6				

Les matières premières et les objets d'alimentation seuls ont de l'importance dans les arrivages de Turquie et se partagent presque en parties égales la totalité de la valeur des marchandises. La valeur des produits turcs manufacturés est insignifiante.

Le contraire a lieu pour les exportations, c'est snrtout en produits de l'industrie française que consiste le commerce d'exportation à destination de la Turquie.

2° Exportations de France en Turquie (valeurs exprimées en millions de francs).

Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés	Années	Matières premières	Objets d'alimentation	Produits manufacturés
1880	6.8	5.4	25.6	1885	5.1	5.2	33.4
1881	4.8	4.0	25.1	1886	5.2	7.1	29.4
1882	6.2	5.0	27.1	1887	3.5	4.3	30.9
1883	4.5	6.3	30.3	1888	5.6	6.5	31.4
1884	4.7	7.3	31.7				

Les produits manufacturés composent 66 0/0 (soit les 2 tiers) des exportations, tandis que les objets d'alimentation et les matières premières françaises n'en constituent respectivement en général que les 15 ou 18 0/0.

Voici les détails des principales marchandises reçues de Turquie ou envoyées par la France en Turquie pendant l'année 1889 :

1° Importations de Turquie en France.

Marchandises	Quantités	Valeurs
	quintaux	francs
Céréales	1.586.250	27.098.000
	kilogr.	
Soie et bourre de soie. . .	1.041.284	24.654.000
Fruits	52.444.750	19.031.000
Peaux brutes.	3.145.800	11.465.000
	litres	
Vins.	19.358.000	8.717.000
	kilogr.	
Laines en masse.	4.296.000	8.592.000
Graines et fruits oléagin..	17.594.000	5.083.000

Dans cette liste figurent, d'une part les céréales, les fruits (raisins secs) et les vins (vins des îles de l'Archipel), pour la plus forte quantité, puis viennent les soies, les peaux, les laines.

Quelle que soit encore l'importance des importations de marchandises turques en France, leur chiffre a cependant bien diminué depuis quelques années. D'après les statistiques publiées par les douanes françaises, qui étaient, comme on vient de le voir, de 113 millions de francs environ en 1880, se sont abaissées progressivement à 93 millions en 1888 pour se relever, il est vrai, à 130 millions en 1889.

Cette diminution s'explique par plusieurs raisons. Tout d'abord le raccordement des chemins de fer orientaux a ouvert de nouveaux débouchés aux marchandises ottomanes. Ensuite, le commerce tend, en Turquie, de plus en plus à se passer d'intermédiaires. La Turquie expédie aujourd'hui directement aux Etats-Unis un certain nombre de produits, comme les alpistes, les peaux et les laines, que les américains venaient acheter autrefois à Marseille et qui figuraient dans les chiffres de nos exportations de Turquie. Enfin, les industries qui se sont créées chez les voisins de la Turquie viennent s'y approvisionner en partie des matières premières dont elles ont besoin.

C'est ainsi qu'un certain nombre de marchandises turques, autrefois à peu près exclusivement réservées à la France, comme les soies, les vieux métaux et les céréales, prennent aujourd'hui le chemin de l'Italie.

Les importations de Turquie en France se composent pour une part à peu près égale de matières premières et de produits alimentaires. Les produits manufacturés n'y figurent que dans une proportion à peu près insignifiante.

Parmi les *produits naturels et les matières premières*, c'est la soie et la bourre de soie que nous achetons en plus grande quantité, pour 20 à 21 millions de francs par an en moyenne. Viennent ensuite les laines en masse, 19 à 20 millions; les peaux brutes, 8 à 9 millions; les graines et fruits oléagineux; les cotons; la laine, le tabac et un grand nombre d'articles moins importants.

Parmi les *produits alimentaires*, les céréales figurent pour une somme qui varie entre 10 et 40 millions, selon que la récolte a été bonne ou mauvaise en Turquie ou en France. Les fruits de table et les raisins secs surtout atteignent un chiffre, à l'exportation en France, de près de 28 millions en moyenne. Les vins viennent ensuite pour environ 5 millions annuellement. Ils servent à nos négociants exclusivement pour des coupages.

Les autres articles moins importants sont les huiles d'olive, généralement de qualité inférieure, le gibier et les légumes secs.

Quant aux produits *manufacturés turcs*, leur exportation à destination de la France est toujours importante. On ne peut guère citer dans cette catégorie que les tapis qui donnent un chiffre d'exportation de 1 million de francs environ par année, et les peaux préparées, dont les envois sont encore moins importants.

2° Exportations de France en Turquie.

Marchandises	Quantités	Valeurs
	kilogr.	francs
Peaux préparées et ouvr. en peau et en cuir. . . .	1.016.167	10.272.000
Tissus de soie.	92.418	6.174.000
Tissus de laine	425.500	5.749.000
Sucre raffiné.	8.844.000	4.333.000
Outils et ouvr. en métaux.	2.269.600	2.413.000
Tissus de coton.	349.000	2.326.000
Œufs de verre à soie . . .	7.010	2.243.000

Parmi les principaux articles de l'exportation française en Turquie, il faut citer, au premier rang les *peaux préparées*, dont les envois atteignent environ 10 millions de francs par an. La France fournit toutes les variétés de ces produits (cuirs à semelles, veaux cirés et mégissés, chevreaux frais et mats, chèvres mates, vaches vernies, moutons vernis, etc.). C'est un article qu'aucune autre puissance ne peut produire, dans de meilleures conditions, grâce, paraît-il, à la nature des eaux françaises et à l'abondance de l'écorce de chêne blanc que l'on trouve en France.

Viennent ensuite les *tissus de laine*, dont les envois dépassent 9 millions, qui comprennent les tissus de Tourcoing, de Roubaix, de Reims, de Paris, et la bonneterie de l'Aube : les *tissus de coton* des départements du Nord, de l'Aude, et de Roanne (5 millions environ) ; les *tissus de soie* et les *déchets de soie* (4 à 5 millions), venant de Lyon et de Paris ; le *café* (7 millions), qui vient en Turquie par les voies de Marseille et du Havre. Le *sucre raffiné*, de fabrication marseillaise, ne peut guère lutter sur le marché de Constantinople contre les sucres de Trieste, mais s'importe en assez grande quantité dans la mer Noire et en Syrie; la *quincaillerie*, la *ferronnerie*, les *tuyaux en fonte* pour conduites d'eaux, les *outils*, d'une valeur totale de 3 millions environ. Les *soies de Chine* et *bourres de soie* (2,500,000 francs); les *farines*, *graines de vers à soie*, les *poteries*, *verres et cristaux*, la *bimbeloterie*, les *boutons*, les *papiers*, *livres*, *gravures*, les *tissus de lin*, les *matériaux de construction* (ciment, chaux, tuiles plates, pierres d'Arles, tuyaux de poterie), etc., ces derniers articles servent de lest aux voiliers qui viennent de Marseille pour aller charger des blés dans la mer Noire.

Nous avons vu que les exportations de marchandises françaises en Turquie atteignent un chiffre moyen de 45 millions de francs par an, tandis que les envois de marchandises turques à destination de la France s'élèvent à 121 millions, ce qui fait plus du double. La France est la seule puissance dans ce cas.

Pour remédier à ce mal, il est nécessaire que nos négociants se décident à se conformer aux goûts de leurs clients de Turquie, qu'ils se mettent à leur portée en livrant des articles bon marché, en donnant de grandes facilités de paiement, au lieu de chercher à convertir les Turcs au goût français, à leur faire payer plus cher et au comptant. Il est nécessaire également que les négociants français aient de nombreux voyageurs ou représentants, connaissant la langue du pays, et les usages des habitants. C'est en se conformant à ces conditions, qu'ils pourront reprendre le terrain que les Allemands ou les Anglais nous font perdre tous les jours.

Toutes les autres puissances achètent moins à la Turquie qu'elles ne lui vendent. D'ailleurs le même phénomène existe pour le commerce extérieur entre la France et la Russie. Cette différence semble constituer au premier abord un fait au détriment de la France, en vertu de la théorie de la balance du commerce. Mais si l'on examine en détail les articles de nos exportations dans l'Empire ottoman et ceux de nos importations venant du même pays, on s'aperçoit qu'il n'y a là qu'une apparence.

La France n'achète à la Turquie que des produits bruts et des matières nécessaires à l'industrie. Elle ne lui vend, au contraire, que des produits fabriqués. Bien plus, elle revend aux Turcs, sous forme de produits manufacturés, un grand nombre d'articles qu'elle leur a achetés auparavant à l'état de matières premières, comme la soie, la laine, le coton, le chanvre, les graines oléagineuses et surtout les peaux. Cette double opération procure un bénéfice net à l'industrie française, aux négociants français intermédiaires, et à nos compagnies françaises de navigation qui ont à percevoir un double fret.

Ajoutons aussi que la Turquie est débitrice à la France

de gros capitaux, et que le service de cette dette vient équilibrer l'inégalité apparente des échanges en marchandises.

La Turquie est donc un débouché précieux pour la France et il serait absurde de prétendre que c'est elle seule qui gagne à nos échanges commerciaux, parce qu'elle exporte plus en France que la France n'exporte chez elle.

Le commerce français tient encore, ainsi que nous venons de le voir, une place très importante en Orient. La part proportionnelle qui revient à la France dans le commerce extérieur de la Turquie a cependant fortement diminué depuis quelques années. Les causes de ce recul sont bien connues, et on les a maintes fois signalées. C'est le prix élevé de la main-d'œuvre, la cherté du combustible, la cherté des transports par chemins de fer. Enfin, c'est aussi, il faut bien l'avouer, le manque d'initiative et d'âpreté, dont font preuve beaucoup de nos négociants, à l'inverse des voyageurs allemands, et leur ignorance des usages des pays avec lesquels ils sont en relation d'affaires.

Ce coup d'œil général jeté sur la situation du commerce extérieur de la Turquie, nous allons étudier plus particulièrement le marché de Constantinople.

Constantinople était autrefois un des marchés les plus importants, le plus important peut-être de tout le Levant. Mais par suite des événements politiques et économiques, le cercle d'action de cette ville s'est considérablement resserré. La Bulgarie et la Roumélie orientale, qui venaient autrefois s'approvisionner sur les marchés de la capitale, reçoivent aujourd'hui directement les produits de l'Europe. C'est ainsi que l'importance du port de Bourgas s'est grandement accrue depuis quelques années, au détriment du port de Constantinople. La création de chemins de fer de Yamboli à Bourgas, qui permet aux marchandises débarquées dans ce port le facile accès de l'intérieur, accélérera encore ce mouvement. De même dans la mer Egée, le port de Dédéagatik se développe de jour en jour.

Salonique paraît, de son côté, devoir être dans un avenir prochain, le grand port de transit des marchandises à destination de l'Orient. La clientèle de Constantinople sera alors presque réduite à la consommation de la ville et des environs, sur un périmètre d'ailleurs assez étendu, surtout lorsque le chemin de fer d'Anatolie sera terminé. Quoi qu'il en soit, Constantinople exerce encore et exercera toujours une certaine attraction sur les industriels et les commerçants de l'Europe. Les produits européens affluent sur son marché et donnent lieu à une concurrence très grande, qui avilit les prix.

Le goût du négoce, dit encore M. Cellière, dans le rapport précité, est inné chez les indigènes, à quelque race qu'ils appartiennent, juifs et chrétiens surtout. Comme la carrière militaire leur est fermée, puisque les musulmans seuls sont soldats et que d'ailleurs les habitants de Constantinople sont exempts de tout service, comme les carrières libérales n'offrent que des avantages pécuniaires très restreints, et que l'agriculture est soumise à de lourds impôts, la plupart se font marchands.

Navigation. Pour ce qui est de la navigation du golfe persique (Bassorah, Bender, Bouchir), voici quel a été le mouvement pendant la même année :

Pavillons	Navires	Vapeurs	Tonneaux
Anglais.	250	94	102.458
Persan.	460	»	29.143
Turc.	460	»	27.162
Autre nationalité . . .	3	2	3.396
	1.173	96	162.159

La marine marchande se composait, en 1886, d'après une évaluation du bureau Veritas, de 813 navires à voiles d'au moins 50 tonneaux jaugeant 158,170 tonneaux et de 94 vapeurs d'au moins 100 tonneaux, jaugeant ensemble 71,607 tonneaux.

Navigation entre la Turquie et la France. Le mouvement de la navigation, entre la Turquie et la France, est assez actif, bien que n'ayant plus l'importance d'autrefois. Voici les chiffres de 1889, se rapportant aux navires chargés seulement :

	Entrées			Sorties		
	Nombre de navires	Tonnage	Equipage	Nombre de navires	Tonnage	Equipage
Navires français.	79	73.386	2.391	77	69.777	2.545
Navires turcs	24	5.114	193	13	2.476	101
Autres nationalités	286	120.767	3.634	121	56.669	1.851
Total des navires.	389	199.267	6.218	211	128.922	4.497

Comme on le voit, malheureusement, le nombre de navires chargés est beaucoup plus faible à la sortie qu'à l'entrée. En effet, les navires chargés des produits orientaux ne trouvent pas beaucoup, à Marseille, de fret de retour ; cela est très fâcheux pour le mouvement du commerce et de la navigation. Ce mouvement s'est décomposé comme il suit, par ports turcs de provenance et de destination (navires chargés seulement) :

Ports de provenance et de destination	Entrées en France			Sorties de France		
	Nombre de navires	Tonnage	Equipage	Nombre de navires	Tonnage	Equipage
Bourgas.	50	21.741	631	»	»	»
Beyrouth	»	»	«	14	7.211	257
Constantinople.	58	52.989	1.722	89	73.138	2.617
Smyrne.	33	23.000	647	9	5.500	178
Varna	22	13.596	430	»	»	»
Autres ports.	226	88.241	2.788	99	43.673	1.445

Voici comment s'est effectué ce même mouvement par les ports français, de provenance et de destination :

Ports	Entrées			Sorties		
	Nombre de navires	Tonnage	Equipage	Nombre de navires	Tonnage	Equipage
Dunkerque	3	3.187	62	»	»	»
Rouen	18	16.183	338	3	1.774	59
Nantes	7	28.060	102	2	692	38
Bordeaux	12	10.241	250	»	»	»
Bayonne	1	880	18	1	946	18
Port-Vendres	10	3.410	94	»	»	»
Saint-Louis-du-Rhône	16	6.843	182	22	15.212	467
Cette	30	14.036	426	10	3.697	121
Marseille	92	84.940	2.149	153	102.904	3.620
La Ciotat	1	59	9	1	59	9
Toulon	3	418	22	2	214	15
Cannes	1	256	8	»	»	»
Antibes	»	»	»	1	152	8
Nice	36	7.070	295	12	3.212	115
Menton	»	»	»	!	88	7
Bastia	1	773	30	»	»	»

Les seuls ports de Marseille, de Nice, de Cette et de Saint-Louis-du-Rhône absorbent presque toute la totalité du mouvement. Le plus souvent, les navires provenant de Turquie, et ayant effectué leur débarquement, n'y retournent pas, et continuent leur route, c'est ce qui explique, dans une certaine mesure, l'absence de sorties à destination de ports turcs, pour certains ports français.

Le plus gros trafic a lieu entre Marseille et Constantinople.

Nous allons donner quelques détails sur le mouvement de ce dernier port, un des plus importants de la Méditerranée.

Mouvement maritime du port de Constantinople. Le tableau suivant donne les chiffres du mouvement général du port de Constantinople, cabotage compris, pendant les années 1303, 1304, 1305 de l'hégire, c'est-à-dire du 1er mars 1887 au 1er mars 1890. Il indique également la part de chaque pavillon dans ce mouvement.

Pavillons	1303		1304		1305	
	Navires	Tonneaux	Navires	Tonneaux	Navires	Tonneaux
Allemand	55	44.994	54	59.185	100	105.705
Anglais	2.108	2.281.620	3.106	3.492.698	2.920	3.210.322
Autrichien	220	212.899	196	193.929	193	196.686
Belge	12	15.952	19	24.173	11	14.640
Danois	11	11.766	23	25.454	30	31.857
Egyptien	53	51.412	57	54.448	55	52.528
Espagnol	1	1.004	9	13.528	»	»
Français	212	256.377	173	214.854	174	212.906
Grec	1.009	330.144	1.250	437.361	900	371.049
Hollandais	5	2.736	5	5.135	21	18.509
Italien	259	243.742	259	229.823	240	225.921
Ottoman	765	223.596	746	178.280	604	244.661
Roumanie	4	624	1	294	1	215
Russe	203	160.497	126	145.771	99	134.303
Samien (Samos)	»	»	»	»	2	447
Suédois et norwégien	60	60.073	109	117.309	130	140.871
Totaux	4.977	3.897.436	6.133	5.192.292	5.480	4.960.620

La part réservée à notre pavillon dans le mouvement du port de Constantinople, diminue d'année en année. Il y est cependant représenté par trois grandes compagnies françaises. Les compagnies des Messageries maritimes,

	Marseille à Constantinople			Constantinople à Marseille		
	1887	1888	1889	1887	1888	1889
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Vapeurs — Messageries maritim. (franc.)	9.629	8.738	10.185	3.965	6.660	6.250
Vapeurs — Fraissinet (français)	1.800	9.895	11.685	14.413	17.085	12.421
Vapeurs — N. Paquet —	5.994	5.563	6.299	1.160	731	892
Vapeurs — Rubattino (italiens)	31	27	171	2.944	10.724	6.238
Voiliers, généralement grecs	11.500	12.000	12.500	2.500	2.000	2.000
Totaux	28.954	36.223	40.840	24.982	37.200	27.801

Fraissinet et Paquet. Le troisième tableau de la page 1372 donne les chiffres du mouvement maritime entre Marseille et Constantinople pendant les mêmes années.

D'importants travaux viennent d'être entrepris dans le but d'améliorer le port de Constantinople. Des quais nouveaux seront construits par une compagnie française et faciliteront le chargement et le déchargement des navires, ainsi que les formalités de la douane. Un tramway sera construit, ainsi que des docks, entrepôts et magasins généraux, avec faculté de warrants. A ce moment, le port de Constantinople n'aura plus rien à envier à celui de Smyrne, où une compagnie française également a créé, il y a quelques années, des quais magnifiques.

Chemins de fer. Depuis l'année 1888, la Turquie est reliée directement par une voie ferrée avec le reste de l'Europe, la même ligne dessert les ports de Constantinople et de Salonique. C'est de ce port que la distance est la plus courte, d'Europe en Egypte.

Voici quel est le développement des réseaux de chemins de fer turcs (1890) :

Turquie d'Europe.

Ligne de Constantinople à Andrinople	210	milles.
— d'Andrinople à Lœremby	152	—
— de Salonique à Uskub	150	—
— d'Uskub à Mitrovitza	75	—
— de Kulleli à Dégéaghatch	70	—
A reporter	657	milles.
Report	657	milles.
Ligne de Tirnova à Yamboli	65	—
— de Banjalouke à Novi	64	—
— de Zemia à Brad	118	—
Total pour la Turquie d'Europe	904	milles.

Turquie d'Asie.

Ligne de Scutari à Adabazar	92	milles.
— de Smyrne à Serdikeni	9	—
— de Smyrne à Seraikeni	144	—
— de Smyrne à Alasher	105	—
— de Mervina à Adana	42	—
Total pour la Turquie d'Asie	392	milles.

Longueur totale des chemins de fer de l'Empire ottoman, 1,296 milles.

Postes et télégraphes. La Turquie possède tant en Asie qu'en Europe, 1,150 bureaux de poste. La longueur de la ligne télégraphique est d'environ 15,000 milles anglais, le nombre des bureaux de télégraphe s'élève à 671 pour la Turquie d'Europe et la Turquie d'Asie réunies.

La situation économique de la Turquie, ainsi qu'elle résulte de cette étude, est loin d'avoir atteint le degré de prospérité désirable et dont elle est susceptible. Bien des progrès ont été cependant réalisés depuis plusieurs années. — v. t.

U

**** UNITÉS ÉLECTRIQUES.** Depuis quelques années, à la suite des progrès des applications de l'électricité, les électriciens ont senti le besoin de dénommer plusieurs grandeurs nouvelles afin de simplifier et de faciliter le langage.

On a d'abord substitué le mot *watt* à celui de *voltampére* (V. ces mots), comme unité de puissance électrique. On a dénommé *joule* l'unité de travail électrique, qui est le watt-seconde ou le voltampère-seconde. Le joule vaut 10^7 ergs; c'est l'énergie équivalente à la chaleur dégagée par un ampère dans un ohm pendant une seconde.

Le coefficient d'induction, dont l'importance est extrême dans toutes les études relatives aux courants alternatifs, a été dénommé le *quadrant*. Le coefficient d'auto-induction d'un circuit est de un quadrant, lorsque le courant y développe une force électro-motrice de 1 volt en variant de 1 ampère par seconde. Depuis quelque temps, les Américains ont substitué le nom de *henry* au *quadrant*.

Enfin, le Congrès de 1889 a encore recommandé l'emploi de quelques termes, conformément à une définition bien nette, afin d'éviter toute ambiguité de langage. Voici ces termes et définitions :

La *période* d'un courant alternatif est la durée d'une oscillation complète.

La *fréquence* est le nombre de périodes par seconde.

L'*intensité moyenne* est définie par la relation

$$I\ moy = \frac{1}{T}\int_0^T i\,dt$$

L'*intensité efficace* est la racine carrée du carré moyen de l'intensité du courant.

La *force électro-motrice efficace* est la racine carrée du carré moyen de la force électro-motrice.

La *résistance apparente* est le facteur par lequel il faut multiplier l'intensité efficace pour obtenir la force électro-motrice efficace.

**** URUGUAY.** La République orientale de l'Uruguay est située entre le Brésil au nord, le Rio-Uruguay et l'Argentine à l'ouest, le Rio et la Plata au sud, sur lequel se trouve sa capitale, Montevideo, le plus beau port de l'Amérique du Sud après Rio-de-Janeiro. Les autres ports importants de la République sont Mercédès, Maldonado et Salto. Le pays est très arrosé et couvert de prairies. Aussi est-ce par excellence la terre d'élevage pour les bœufs et les moutons. Le climat est tempéré, de — 3° en hiver à + 36° en été. La superficie totale est évaluée à 186,900 kilomètres carrés, la population a 700,000 habitants environ, aucun recensement n'a été fait depuis 1860; à cette époque l'Uruguay comptait 221,000 âmes. On voit que l'accroissement a été très rapide, grâce surtout à l'immigration qui s'est élevée, de 1866 à 1871, à plus de 100,000 Européens; en 1884, on a compté 42,000 immigrants. Montevideo, qui ne comptait que 3,500 habitants en 1818, en présente maintenant 170,000, et c'est une des plus belles villes de l'Amérique; elle a reçu 27,350 immigrants en 1889.

L'industrie pastorale est la principale source de richesse de l'Uruguay. En 1852, on recensait 3,858,000 têtes de bétail; en 1860, 6,160,000; en 1886, 24 millions, dont 6,250,000 bœufs ou vaches, et 17,250,000 moutons ou brebis, augmentation colossale surtout si l'on tient compte du nombre d'animaux abattus chaque année pour la consommation locale, et l'exportation en viande ou en extrait. La valeur de ce bétail est évaluée à plus de 400 millions de francs. A Fray-Bentos s'élèvent les grands établissements d'extrait de viande système Liebig, fondés en 1864. On y abat mille animaux par jour; il est à noter que ces établissements sont pourvus de tous les derniers progrès de l'économie sociale.

L'Uruguay est au premier rang pour l'importance de son bétail relativement à la population. La République Argentine elle-même ne le suit que de loin, excepté en ce qui concerne les chevaux.

Mais depuis peu d'années, l'agriculture tend à se substituer à l'élevage du bétail; le blé, l'orge, le maïs réussissent parfaitement; le lin, le chanvre, le tabac, l'olivier, la vigne ont été essayés avec succès, et les résultats qu'ils ont donnés déjà encouragent les imitateurs. Avec une dépense première de 800 piastres environ (4,700 francs) terrain compris, on obtient, après cinq ans, un revenu annuel d'au moins 2,000 piastres, soit plus de 10,000 francs. Ces cultures nouvelles jointes à celles du coton, du café, des pois et haricots, des fruits, des plantes médicinales et tinctoriales, surtout la gen-

tane et la salsepareille, assurent à ce pays un revenu agricole important.

Les manufactures sont naturellement rares, et leurs produits luttent difficilement contre la concurrence européenne. Beaucoup de moulins, de tanneries, de forges et fonderies de cuivre; on fabrique encore la colle-forte, l'amidon, notamment dans l'amidonnerie modèle de Capurro et Cie, la chaussure et le vêtement, la bière excellente. Nous mettons à part toute l'industrie de la viande, qui est exceptionnellement dotée et qui fournit à l'exportation par quantités considérables : extrait de viande, huile de pied de bœuf, graisse et suif, savon et bougie, cuirs tannés et corroyés, colle-forte, noir animal, etc.

Le succès des éleveurs en Uruguay a laissé peu de place aux mineurs, et le pays a gardé pour l'avenir les richesses de son sous-sol, qui renferme de l'or, du cuivre en abondance, de l'argent, du fer très riche, et un peu de charbon. Jusqu'ici l'or seul a été exploité avec des moyens d'action suffisants; des compagnies puissantes se forment pour assurer une activité plus grande à la mise au jour de ces richesses.

Enfin, il ne faut pas négliger, parmi les ressources du pays, le poisson de La Plata, tellement abondant qu'il a permis à Montevideo de supporter des sièges, en 1843 et 1851, en fournissant l'alimentation principale des habitants, alors beaucoup moins nombreux, il est vrai. On en envoie de très grandes quantités à l'intérieur, et les navires européens s'en approvisionnent salé ou séché, pour le voyage.

Le budget de l'Uruguay s'élève à environ 14,750,000 pesos (de 5 fr. 38) en recettes et 13,500,000 pesos en dépenses. La dette s'élève à 72,000,000 de pesos, et nécessite une annuité de 5,400;000 pesos qui pèse lourdement, on le voit, sur le budget. Les droits de douanes fournissent la majeure partie des recettes, soit environ 9 millions.

Un papier monnaie, actuellement très déprécié, sert aux échanges.

Le commerce extérieur s'accroît rapidement à l'importation, et beaucoup plus irrégulièrement à l'exportation, ainsi que le montre le tableau suivant (en milliers de piastres de 5 fr. 36).

Années	Importations	Exportations	Total
1885	25.275	25.253	50.528
1886	20.194	23.811	44.006
1887	24.615	18.671	43.287
1888	29.477	28.008	57.485
1889	36.823	25.954	62.777

L'Angleterre vient en première ligne à l'importation, pour 10,471,000 piastres, soit 56 millions de francs, dont le cinquième est fourni par des matériaux de construction et d'exploitation de lignes de chemins de fer ou par de l'outillage; la France figure ensuite, en légère augmentation, pour 5,515,000 piastres, près de 30 millions de francs; les Etats-Unis sont en accroissement notable.

Aux exportations, la France tient la première place avec 5,223,000 piastres (28 millions de francs); vient ensuite la Belgique, qui s'approvisionne surtout de laines, et enfin l'Angleterre et le Brésil.

Sur les 25,954,000 piastres de l'exportation totale, en 1889, les produits du bétail entrent pour 23,800,000 piastres (laines, 9 millions passés; cuirs, 5,800,000; viandes sèches, 3,800,000 [38 millions de kilogrammes]; graisse de bœuf, 2 millions; extrait de viande, 1,110,000: peaux de moutons, 1,116,000; animaux vivants, 90,000 (pour environ 466,000 piastres).

Il faut joindre encore le guano, les plumes d'autruche et les produits agricoles.

Avec la France, le commerce d'importation de l'Uruguay se partage à peu près également entre les produits d'alimentation et les objets fabriqués, le vin entre pour 10 millions de francs, le sucre raffiné pour 3,400,000, la tabletterie et articles de Paris pour même somme, les peaux préparées pour 3,850,000, les tissus de coton pour 2,630,000, les tissus de laine pour 2,180,000, les vêtements et la lingerie pour 145,000 francs.

Ce pays subit en ce moment une crise financière et industrielle très forte, qui se répercute sur les résultats de son commerce extérieur, mais ses ressources lui permettent d'espérer un relèvement prochain et la reprise définitive de son prodigieux développement.

L'Uruguay à l'Exposition de 1889.

La République de l'Uruguay, une des plus importantes de l'Amérique du Sud, avait répondu de bonne heure à l'appel du gouvernement français et voté des fonds importants sur l'initiative du président, M. Maxime Tajes, M. le colonel Diaz, ministre en France, était commissaire général, avec le concours de MM. Farini, de Montevideo; D. Ayarragaray, vice-président de la Banque nationale; Carassale, Guevedo, Hordena, etc., sans oublier M. Léon Strauss, organisateur du pavillon avec la Société rurale de Montevideo. Ce pavillon, en fer, situé derrière le palais des Arts libéraux, et que l'Uruguay partageait, d'ailleurs, avec le Pérou et la Colombie, était un des plus vastes et des plus beaux du Champ-de-Mars.

Naturellement les produits provenant de l'élevage des bestiaux tenaient la première place. Tout d'abord, au centre du rez-de-chaussée, l'exposition de Fray Bentos, usines organisées il y a déjà une trentaine d'années pour la confection de l'extrait de viande d'après le système Liébig, et où des millions de bœufs ont été sacrifiés déjà, dans les meilleures conditions de célérité et de propreté. Mais la terre d'Uruguay est inépuisable, et c'est encore l'élevage qui constitue sa première richesse; laines, peaux, viandes sous toutes les formes, salées ou conservées.

A côté de la Société de Fray Bentos, nous pouvons citer quelques manufacturiers ayant envoyé des articles intéressants : MM. Marexiano frères, qui exposaient des chaussures et de la sellerie; Lanza frères, des cuirs tannés; Lafone Quevedo, peaux; le Dr Lusniela Guarch, viande conservée en forme de purée; le Dr Estrazulas, viande en biscuits; les parfumeries de M. Ramons Sala; le tabac, dont la culture s'étend chaque jour, la maison Sivori en exposait de remarquables; les alcools des maisons Mellet et Société Estrella; l'amidon de M. Capurro, une des plus fortes usines du sud Amérique; les vins et liqueurs de MM. Vidiella, Harriague, La Torre, Pretti, Kammermann, Lataillade, Gamberoni, etc., ce côté de l'exposition était même très digne d'attention pour nous autres Français, car il nous faisait craindre une concurrence redoutable, pour les vins ordinaires, dont nous commençons à ressentir les effets.

Il y a longtemps que nos éleveurs français ont renoncé à fonder quelqu'espoir sur la production de la laine. C'est, d'ailleurs, fort heureux, car ils ne sauraient lutter avec des pays tels que ceux qui nous sont déjà connus comme producteurs, et avec des pays neufs comme l'Uruguay, où l'élève du mouton est encore récent, et qui pouvait néanmoins nous montrer, en 1889, 150 spécimens de laines de toute beauté. — C. DE M.

V-W

***VÉNÉZUÉLA.** République de l'Amérique du Sud située entre l'Atlantique, la Guyane anglaise, le Brésil, l'Equateur, la Colombie et le Pérou. Le pays est divisé en trois zones, la zone agricole, la zone des pâturages, la zone des forêts. Dans la première, on trouve, avec des bestiaux, la totalité des plantations de canne à sucre, café, cacao et céréales; dans la seconde, une quantité considérable de troupeaux, enfin dans la région des forêts sont accumulées des richesses incalculables en caoutchouc, copahu, jubée, vanille, *chiqui* ou *piasava*, palmiers de toutes natures, et plantes textiles; toute cette dernière région donne des revenus importants sans aucune culture, et sans autre peine que celle de récolter. La zone des forêts est aussi étendue à elle seule que les deux autres réunies; elle atteint 790,000 kilomètres carrés; une partie de ce territoire est d'ailleurs contesté.

La population au dénombrement de 1886 était de 2,200,000 habitants, dont 70,000 pour la capitale, Caracas; venaient ensuite, par importance de population, Valencia, 36,000; Barquisimelo, 29,000; La Guayra, 8,000. On comptait alors 35,000 étrangers, fournis par une immigration assez active, encouragée surtout depuis quelques années par le président Gusman Blanco, homme politique intelligent et hardi, qui a beaucoup fait pour assurer la paix et le développement de ce pays.

L'unité monétaire est le bolivar, équivalant à 1 franc. Le système métrique et décimal est en vigueur sur tout le territoire.

Les principales sources de revenus de la République sont les droits de douane, les salines, postes et contributions intérieures, et les recettes des Etats. Voici les chiffres de 1887-1888 :

Douanes.	19.425.000 bolivars.
Contributions.	4.470.000 —
Recettes des Etats. . . .	3.800.000 —
	27.695.000 bolivars.

Les dépenses sont prévues pour une somme à peu près égale; le budget est légèrement en déficit depuis quelques années. La dette intérieure était, en 1885, de 39 millions représentés par des billets au porteur; la dette extérieure, considérablement amortie par le général Guzman Blanco, à 68 millions seulement. La situation financière est donc satisfaisante. On fait actuellement de grands sacrifices pour l'instruction publique, les transports et le développement de la navigation, enfin pour l'armement des milices en cas de guerre; on construit beaucoup de chemins de fer, et les services télégraphiques sont très complets.

Le commerce général a donné pour 1886 les chiffres suivants :

Importations.	47.168.000 bolivars.
Exportations	82.304.000 —

Ces chiffres sont en baisse. par suite de mauvaises récoltes et de terribles invasions de sauterelles.

A l'importation les Etats-Unis figurent en première ligne avec 15,296.000 bol. Viennent ensuite l'Angleterre, pour 9,700,000; la France, pour 9,280,000; l'Allemagne, pour 9,000,000; les Antilles, pour 1,700,000. La majeure partie du trafic se fait par Puerto Cabello, La Guayra et Macaraïbo.

Le café est le principal produit d'exportation, il est de qualité supérieure; il figure dans le commerce sous le nom de *café de la Martinique*, l'exportation annuelle s'élève à 40 millions de kilogrammes. Le cacao tient ensuite une place considérable, pour une valeur à l'exportation de 8,500,000. La marque de la Guayra est la plus estimée, elle est connue sous le nom de *pur caraque* et vaut jusqu'à 32 francs le kilogramme. Viennent ensuite les peaux, le bétail vivant, le coton, la canne, les bois divers, plantes médicinales, enfin les métaux précieux, or, argent et cuivre pour environ 25 millions.

A l'importation on voit figurer beaucoup de céréales, fait anormal dans un pays où la terre passe pour être très riche; presque tout le pain est fabriqué avec de la farine des Etats-Unis, aussi coûte-il fort cher, environ 1 fr. 85 le kilogramme. L'industrie est représentée par la minoterie de Guayra, des tanneries, des fabriques de pâtes alimentaires, bougies, savons, allumettes chimiques, chapellerie, cordonnerie, couture et confection. Les importations sont donc réduites aux spiritueux, comestibles, conserves, meubles, articles de Paris, quincaillerie, tissus, mercerie, modes, chaussures et chapellerie, malgré les droits énormes qui frappent ces articles; l'importation de France a beaucoup perdu devant la production à bon marché des Etats-Unis et de l'Allemagne.

Vénézuéla à l'Exposition de 1889.

La République de Vénézuéla a participé officiellement à l'Exposition, et a donné des fonds suffisants pour que la représentation de ce pays, si plein d'avenir, soit exceptionnellement brillante.

Sur l'emplacement qui lui avait été réservé à droite du Champ-de-Mars, la commission avait fait élever un pavillon, ou pour mieux dire un petit palais dans le genre espagnol, avec une surcharge très caractéristique d'ornements et de sculptures auxquels on peut reprocher

peut-être de paraître collée sur la façade de l'édifice; l'architecte s'était inspiré de l'église de Sagrario, à Mexico, mais en déterminant avec beaucoup d'habileté l'affectation civile du palais par des statues, l'Industrie et la Paix, tenant les armes de la République. A droite de cette façade s'élevait une jolie tourelle avec balcon en encorbellement; à gauche, un kiosque bas, avec un toit drôlement retroussé, tirait l'œil par la gamme de ses tuiles jaunes, rouges et bleues, aux couleurs nationales, jurant un peu avec la tonalité blanche du reste de l'édifice. Un grand portique donnait accès dans l'intérieur, à une unique salle de 19 mètres de long sur 7m,60 de large, où l'on avait accumulé tous les produits agricoles, forestiers, même miniers. Dans cette dernière catégorie, il convient de citer tout d'abord la puissante Compagnie du Callao, qui, en 1885, avait extrait de ses concessions pour 88 millions d'or. Rien de particulier ne signalait d'ailleurs l'exposition vénézuelienne, sinon la grande richesse apparente de sa production agricole. Au fond de la grande salle d'exposition, une porte donnait accès à un atrium vitré, entouré d'une galerie couverte, et qu'on avait encore utilisé pour l'exposition de divers produits. — C. DE M.

VENTILATEUR, VENTILATION. Dèpuis plusieurs années, l'eau en pression des conduites de la ville de Paris est utilisée comme force motrice dans un grand nombre de circonstances, et notamment pour actionner des ventilateurs appliqués à la ventilation des laboratoires ou autres bâtiments. Une application de ce genre a été faite au laboratoire de l'école Monge, à Paris. Suivant le sens de rotation des ailettes du ventilateur, sens que l'on peut changer à volonté, on refoule de l'air frais dans une pièce d'habitation, ou bien le courant d'air s'établit du dedans au dehors, et l'air vicié de la pièce est aspiré et rejeté dans une cheminée. En résumé, l'appareil fonctionne, soit comme expulseur d'air vicié, soit comme propulseur d'air frais.

Les aérophores dont on a donné la description au mot VENTILATION du *Dictionnaire* ont été appliqués avec succès à la ventilation du Cercle de la Presse, à Paris.

Voici quelques données concernant l'application de ces appareils :

On admet que l'air d'une salle de cercle, d'hôtel, doit être renouvelé de cinq à huit fois à l'heure.

Pour les pièces où beaucoup de personnes sont réunies, on compte :

1° Pour les écoles, pendant le jour, 12 à 15 mètres cubes d'air à l'heure par élève;

2° Pour les salles de concerts, réunions, on doit compter 20 mètres cubes d'air à l'heure par personne;

3° Dans les salles d'hôpitaux, le chiffre doit être porté de 50 à 60 mètres cubes par lit et par heure.

Nous donnons ici le calcul d'une installation d'un aérophore faite par la Compagnie française de ventilation, dans l'atelier de composition du journal le *Gil Blas*.

Avant l'installation des aérophores, la ventilation de cet atelier résultait d'une prise d'air faite au moyen d'une cheminée d'aspiration. Malgré cela, la température y était excessive le soir et le travail très pénible l'été.

L'atelier présente une superficie de 65 mètres carrés et sa capacité est de 100 mètres cubes. Cet atelier est éclairé par 32 becs de gaz et est occupé par vingt compositeurs.

Voici les calculs qui résultent des données :

Nombre de calories développées par heure par les trente-deux becs de gaz.	$900 \times 32 = 28.800$
Et par les vingt ouvriers.	$70 \times 20 = 1.400$
Total.	30.200

La température dans les pièces contiguës étant de 12° et celle de l'atelier ne devant pas dépasser 26°, il en résulte que la perte de chaleur par heure faite par les murs et les planchers est égale pour une surface évaluée à 155 mètres carrés, à

$$155 \times 2 \times (26 - 12) = 4.340 \text{ calories.}$$

Il reste donc à enlever par heure :

$$30.200 - 4.340 = 25.860 \text{ calories.}$$

En admettant une température moyenne de 15° pour l'air extérieur à introduire dans l'atelier, on trouve que le nombre de calories absorbées par chaque mètre cube d'air passant de 15° à 26° est est égal à

$$\frac{1.293}{1 + 0{,}00337 \times 150} \times 0{,}237 \times 11 = 3 \text{ calories } 19.$$

Pour enlever 25,860 calories par heure, il faut donc introduire par heure une quantité d'air égale à $\frac{25{,}860}{3{,}19} = 8.100$ mètres cubes.

On a obtenu ce résultat en installant deux aérophores.

Diverses applications des ventilateurs. La ventilation reçoit de plus en plus d'applications dans les édifices et les habitations. Le ventilateur est devenu un organe du matériel de l'assainissement et il excite l'ingéniosité des constructeurs.

Une forme sous laquelle on trouve souvent le ventilateur soufflant est celle de la turbine à eau. Tels sont les ventilateurs Farcot-d'Anthonay (fig. 817 et 818). Ils se composent essentiellement d'une turbine, constituée avec des aubes en tôle, montées sur un tambour cylindrique ou noyau central recevant un mouvement de rotation. Ces ailes, courbes dans le sens de la rotation, et trapézoïdales dans le sens de l'axe, laissent à leurs extrémités un espace annulaire limité par une enveloppe générale. L'air entre par le centre de la roue et est chassé par l'effet de la force centrifuge dans la partie annulaire où il est bientôt en pression, et d'où il s'écoule par la buse disposée ordinairement à la partie inférieure de l'appareil. La pression de l'air à la sortie est en rapport avec la vitesse à la circonférence de la turbine. Les constructeurs fournissent des tableaux détaillés qui font connaître la pression en hauteur d'eau de l'air sortant de l'appareil pour un diamètre donné, correspondant à un nombre déterminé de tours.

La section de la buse est égale à la section d'ouverture sur le pourtour annulaire de la turbine; il en résulte que la vitesse de l'air à la sortie est à peu près celle des extrémités des aubes.

Ces ventilateurs se font de grandeurs très diverses suivant leur destination. Ils sont de deux sortes : à haute pression et à basse pression. Les ventilateurs à haute pression ont pour diamètre

minimum 0m,370 et font 1.150 tours par minute, en débitant 200 litres d'air par seconde ou 750 mètres cubes à l'heure. Le diamètre maximum est de 2m,750. Ils fournissent 12mc,4 d'air par seconde ou 44.500 mètres cubes par heure. Les ventilateurs à basse pression ont des diamètres qui varient de 0m,500 à 4 mètres et fournissent une quantité d'air qui varie de 0m,50 cube à 35 mètres cubes par seconde.

Cette année même, on a installé au Louvre de nouveaux appareils de chauffage dont le principe est un ventilateur. Ces appareils sont destinés au chauffage des salles Melpomène, de la Vénus de Milo et des Caryatides. Le chauffage s'effectuera au moyen d'air sous pression par un aérocalorifère qui se compose d'un ventilateur, actionné par un moteur à air comprimé qui puise l'air à l'extérieur et le refoule à travers le calorifère où il s'échauffe. Le refoulement se fait jusqu'aux bouches de chaleur. Toute la canalisation est disposée dans le sous-sol.

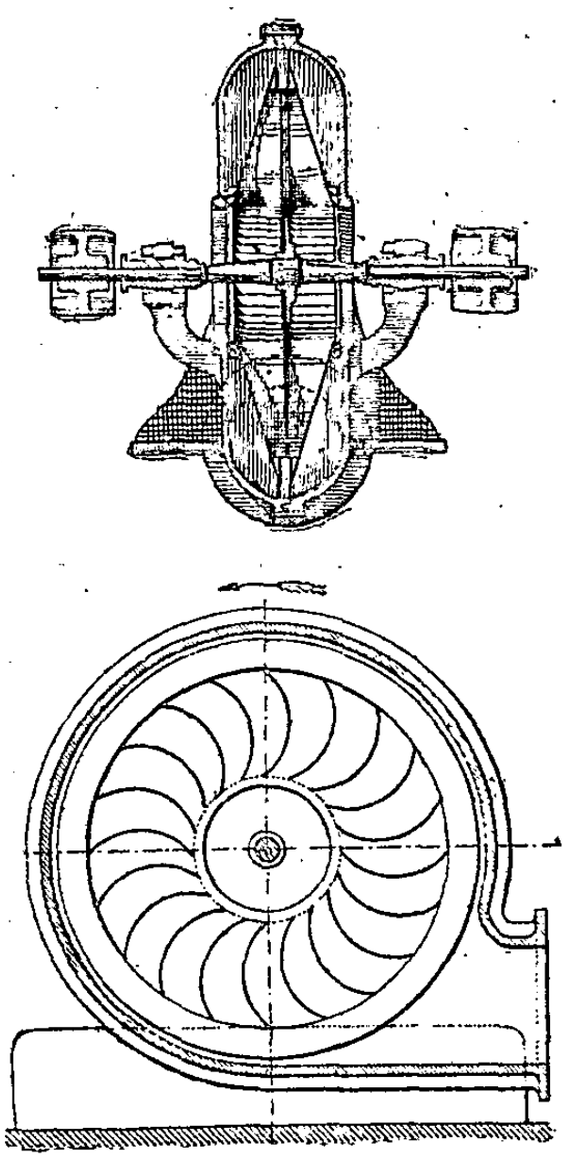


Fig. 817 et 818. — *Ventilateur soufflant.*

Le ventilateur á 1m,75 de diamètre et fait 300 tours par minute. Il fournit 18.000 à 20.000 mètres cubes d'air à l'heure. Cet air injecté sur le calorifère, après avoir passé dans la canalisation, se répartit uniformément aux bouches de chaleur par une canalisation étanche en tôle entourée de briques, afin d'éviter la déperdition de la chaleur. Le calorifère dans lequel l'air est injecté est construit de telle sorte, que l'air ayant une vitesse de 30 à 35 mètres par seconde, peut être porté très rapidement à la température de 50° à 60°. Une seule canalisation de chaleur suffit pour la distribution de l'air chaud. Le conduit de chaleur étant constamment en pression, l'air chaud se distribue comme le gaz, c'est-à-dire peut marcher à contre-pente sans le moindre inconvénient. La grande quantité d'air que l'on peut insuffler permet de chauffer très rapidement; ce qui épargne d'allumer les calorifères longtemps à l'avance.

Les applications industrielles des ventilateurs sont nombreuses, nous en mentionnerons quelques-unes.

Une application intéressante à signaler est l'*ansilosage* des grains au moyen de ventilateurs et d'*élévateurs*. Le navire qui a amené le grain stationne au pied des magasins construits sur la rive. Le grain est aspiré par une conduite verticale au moyen d'un ventilateur et vient se déverser dans des silos.

Les manutentions des grains entraînent à de grandes dépenses, il importe donc de réduire le prix et la durée des opérations, si longues et si pénibles de déchargement des céréales, comme on le fait depuis longtemps en Amérique. L'élévateur de Dow, du côté de Brookhlyn, peut emmagasiner 9 millions d'hectolitres, et celui de Memphis 96 millions d'hectolitres. Un ventilateur de 1m,10 de diamètre peut élever 7 tonnes à l'heure, à 25 mètres de hauteur. Le même appareil peut élever des matières pulvérulentes intéressant un grand nombre d'industriels.

Les ventilateurs aspirants à réaction (fig. 819), sont employés comme refroidisseurs de cylindres et aspirateurs de poussières dans les moulins. Ces ventilateurs sont sans enveloppe; leurs aubes sont trapézoïdales dans le sens de l'axe; ils tournent librement dans l'air. Les aubes sont prolongées pour former une roue à réaction, inclinée en sens inverse du mouvement de rotation, afin que l'air s'y meuve avec une faible vitesse.

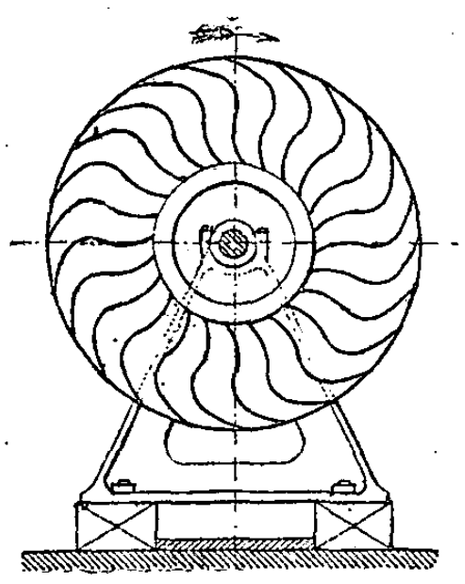


Fig. 819. — Ventilateur aspirant, à réaction.

Les ventilateurs sont utilisés dans les filatures pour l'aération dans l'été, le chauffage l'hiver, et surtout pour l'humidification des salles de filature et de tissage. A cet effet, l'air du ventilateur traverse un tambour plongé dans l'eau et se sature d'humidité.

Signalons encore l'emploi des ventilateurs à l'opération du maltage ou fabrication de la bière. Les grains d'orge, convenablement trempés, sont placés dans une cuve et étalés dans une case de germination où ils forment une couche de 0m,80 d'épaisseur. Mais ces grains s'échauffent en germinant et, pour les rafraîchir, on les fait traverser par un léger courant d'air constamment renouvelé par un ventilateur. L'air enlève non seulement la chaleur surabondante des grains et l'acide carbonique qui s'est développé, mais il fournit aussi à l'orge l'oxygène nécessaire à sa végétation.

Par les quelques exemples qui précèdent, on voit que les ventilateurs rendent des services variés à l'industrie. Au point de vue de l'hygiène proprement dite, on doit reconnaître aussi que la ventilation mécanique l'emporte de beaucoup sur tous les moyens de ventilation au moyen des foyers, par la raison que l'on peut se rendre maître du mouvement de l'air en disposant à la

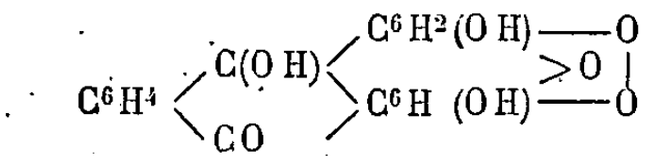
fois de ventilateurs soufflants pour injecter l'air frais ou chaud, et de ventilateurs aspirants pour extraire l'air vicié. On peut donc régler en même temps, et séparément, l'entrée et la sortie de l'air suivant les besoins. — L. A. B.

o* **VERDET** (MARCEL-EMILE), physicien distingué, né à Nîmes, le 13 mars 1824, mort à Paris, en juin 1866. Il fit ses études au collège Henri IV, fut reçu le sixième à l'Ecole polytechnique et le premier à l'Ecole normale, pour laquelle il opta; en 1845, il fut reçu le premier à l'agrégation des sciences physiques ; successivement, examinateur d'admission à l'Ecole polytechnique, professeur de physique à cette école, puis à la Sorbonne et maître de conférences à l'Ecole normale. Reçu docteur ès-sciences physiques en 1848. On a de lui divers travaux sur l'électricité et l'optique. Il a fait longtemps la *Revue des travaux de physique publiés à l'étranger*, dans les *Annales de chimie et de physique*. Ses élèves ont publié les *Œuvres de Verdet* en 8 volumes comprenant : *Mémoires et travaux originaux*, cours de physique de l'Ecole polytechnique; *Conférences à l'Ecole normale* ; *Leçons d'optique et Théorie mécanique de la chaleur*.

Verdet était décoré de la Légion d'honneur. Présenté plusieurs fois à l'Académie des sciences, il n'aurait pas tardé à y être admis si une mort prématurée, causée par l'excès de travail, ne l'avait enlevé à la science. — C. D.

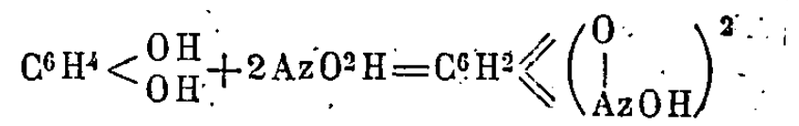
VERT (V. *Dictionnaire*, VERT, et *Supplément*, ANILINE et COLORANTES [Matières]). Nous n'aurons que quelques verts à signaler pour compléter le mot VERT du *Dictionnaire*. Le grand progrès pour les verts a été accompli par la découverte des verts à l'aldéhyde benzoïque et par suite des verts liquide et acide.

1. D'après les relations données au *Supplément*, p. 589 et 590, entre les phtaléines, les phtalines, les phtalidines et les phtalidéines, la vraie galléine ou galléine théorique, c'est-à-dire la phtaléine du pyrogallol doit être $C^{20}H^{12}O^7$, la phtaline du pyrogallol $C^{20}H^{14}O^7$, la phtalidine du pyrogallol ou céruline $C^{20}H^{12}O^6$, la phtalidéine théorique du pyrogallol ou céruléine $C^{20}H^{12}O^7$, mais la galléine industrielle $C^{20}H^{10}O^7$ est un dérivé qui a le caractère quinonique et régénère par hydrogénation la galléine théorique. De même la céruléine industrielle ne correspond pas à la phtalidéine théorique, mais à un dérivé par déshydrogénation et ayant comme la galléine industrielle la fonction quinonique; elle a pour formule $C^{20}H^{10}O^7$, de telle sorte que la céruléine industrielle serait la phtalidéine de la galléine industrielle et serait représentée :

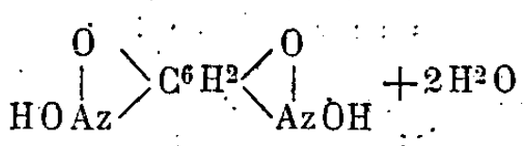


Cette note sur la céruléine n'a pas la prétention de trancher la difficulté, mais elle a pour but d'expliquer la confusion que l'on remarque dans les ouvrages les plus récents de nos maîtres eux-mêmes relativement à la formule de la céruléine. On trouve $C^{20}H^8O^6$, $C^{20}H^{10}O^6$, $C^{20}H^{10}O^7$. Ces divergences proviennent de la confusion entre les phtaléines et phtalidéines industrielles ou théoriques et de la déshydratation qui est supposée sur la galléine industrielle, ou sur la galléine théorique ou sur la galline théorique.

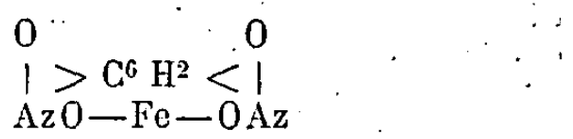
2. Le vert solide ou vert d'Alsace ou dinitrosorésorcine est formé par la réaction de deux molécules d'acide nitreux sur une molécule de résorcine



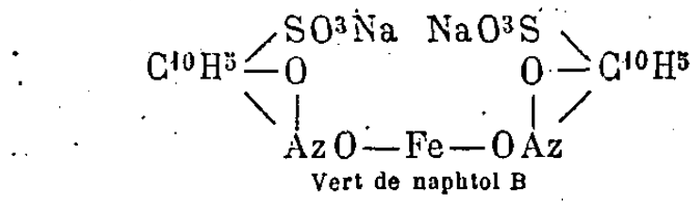
ou



Ce corps est une poudre d'un brun jaunâtre qui teint en vert avec les mordants de fer. Le vert devient alors



3. Le vert de naphtol est le sel double de sodium et de fer du nitroso-β-naphtol monosulfonique. On fait agir l'acide nitreux (nitrite de soude et acide) sur l'acide β-naphtol monosulfonique de Schaeffer, et l'on traite ensuite par sel de soude et sel de fer. Il a pour composition :



Vert de naphtol B

Pour les emplois des colorants verts, V. *Dictionnaire* et *Supplément*, TEINTURE. — V.

o* **VIEILLE-MONTAGNE** (Société de la). La mine de zinc de Moresnet (duché de Limbourg) est le site calaminaire le plus ancien, on l'exploitait au début du moyen âge. C'est à cette ancienneté qu'on attribue le nom de *Vieille-Montagne* donné à ce gisement si justement réputé pour l'excellence de ses produits. Son exploitation a subi bien des alternatives de succès et d'échecs, bien des formes d'administration, et ce n'est que depuis la constitution de la Société anonyme de la Vieille-Montagne, en 1837, que les usines et fonderies de Moresnet, d'Angleur, de Liège et autres lieux suivirent une marche régulière, encore qu'elle fut entravée par les difficultés d'une organisation nouvelle, mais depuis 1846, époque à laquelle M. Saint-Paul de Sinçay prit la direction générale de la Société, la prospérité s'affirma et se développa dans de merveilleuses conditions, les affaires augmentèrent considérablement et le capital reçut une large rémunération; on verra plus loin que le travail y a trouvé d'amples satisfactions.

La Société possède de nombreux établissements en Belgique où est son siège social, en France où se trouve un siège administratif et commercial, en Allemagne, en Suède, en Italie et en Espagne. Elle a pour directeur général M. Gaston de Sinçay, fils de M. Saint-Paul de Sinçay, décédé en 1890. Elle a vendu en 1890, 64,200 tonnes de zinc sous toutes les formes : brut, laminé et façonné.

Elle fournit au commerce le zinc brut sous quatre formes principales : zinc extra-pur; zinc fonte d'art; zinc laiton ; zinc à galvanisation.

Nous renvoyons au *Dictionnaire* pour la fabrication du zinc, et nous nous étendrons plus longuement sur les

institutions ouvrières de la Vieille-Montagne, qui ont obtenu à l'Exposition de 1889 un grand et légitime succès.

Institutions sociales. La Société la Vieille-Montagne a obtenu, en 1867, l'un des dix grands prix de dix mille francs destinés à récompenser les établissements qui ont « assuré aux ouvriers le bien-être matériel, moral et intellectuel ». L'Exposition de 1889, dont l'action, dans le domaine économique et social, a été si considérable, a consacré de nouveau par l'un de ses grands prix la supériorité des institutions sociales de la Vieille-Montagne.

Ce qui a frappé le jury dans l'examen des faits énoncés par ce grand établissement, c'est l'esprit méthodique et pratique que les créateurs de toutes ces belles institutions ont mis au service de leur philanthropie judicieuse. Une longue expérience les a conduits à déterminer le caractère de leurs institutions, d'après les principes suivants :

1° Le meilleur mode de rémunération pour les travailleurs est celui qui les intéresse, *non* pas aux bénéfices généraux de l'entreprise, mais aux résultats industriels sur lesquels ils peuvent exercer une influence directe et personnelle ;

2° Pour qu'un salaire soit suffisant, il faut qu'il puisse permettre à l'ouvrier non pas seulement de vivre, mais aussi d'épargner, c'est-à-dire d'assurer les besoins présents et les besoins futurs ;

3° Même en recevant un tel salaire, l'ouvrier n'épargnera pas et n'arrivera à la propriété qu'à titre exceptionnel, si le patron ne lui en facilite les moyens soit par la création de caisses d'épargne, soit par des avances faites avec une libérale prudence ;

4° Même avec ce concours, une minorité d'ouvriers d'élite est seule en état de profiter de telles institutions. La majorité a besoin d'être protégée contre les suites de la maladie, des infirmités et de la vieillesse par des institutions patronales, caisses de secours, de prévoyance ;

5° Deux conditions trop souvent négligées sont de toute rigueur pour assurer le fonctionnement normal de ces caisses et éviter leur ruine.

a) La première consiste à se rendre un compte bien exact des charges présentes et surtout des charges à venir, et de bien constituer les ressources et les réserves nécessaires.

b) La seconde consiste à écarter les deux systèmes d'administration, soit par le patron seul, soit par les ouvriers seuls, pour adopter un système mixte.

Par là seulement, on peut intéresser les ouvriers à la bonne gestion tout en conservant au patron un contrôle nécessaire.

Organisation des salaires. Tous ceux qui jouent un rôle actif dans les fabrications de la Vieille-Montagne, depuis les directeurs des établissements jusqu'aux petits manœuvres des fours, sont intéressés, dans la limite de leur sphère d'action, aux bons résultats du travail. Ce but a été atteint par la création de sursalaires ou primes, dont nous allons expliquer le mécanisme.

La rémunération du personnel actif de la Vieille-Montagne se compose de deux parties : l'une *fixe*, qui est le *salaire* proprement dit ; l'autre *variable* et *éventuelle* qu'on appelle la *prime*.

La première est destinée à payer en quelque sorte le *temps* consacré au service de la Société. La seconde rémunère l'*effort individuel*, le succès dû à une activité et à une intelligence exceptionnelles.

La base de la prime des ouvriers est déterminée par la nature du service auquel ils sont attachés ; elle varie avec l'importance relative du travail, mais *l'ouvrier en connaît toujours le taux et, chaque jour, suivant les résultats obtenus, il peut lui-même en calculer la quotité.* Le compte en est arrêté avec celui des salaires fixes, la moitié en est payée au moment du paiement de ceux-ci et l'autre moitié est portée au crédit du compte ouvert à chaque ouvrier, pour lui être comptée à l'expiration de la campagne annuelle. En cas de décès, les primes retenues sont intégralement payées aux héritiers de l'ouvrier.

En 1837, époque de la création de la Société, le nombre des ouvriers s'élevait à 932 auxquels il était payé un salaire total de 490,000 francs, soit en moyenne 1 fr. 35 par homme et par journée de travail. En 1890, le nombre des ouvriers était de 6,961, qui ont reçu en salaires et primes 6,870,738 francs, représentant un salaire moyen de 3 fr. 18.

Dans ce salaire moyen actuel de 3 fr. 18, l'importance de la prime par rapport au salaire fixe varie selon les catégories d'ouvriers, entre 25 0/0 et 10 0/0. Par exemple, un surveillant de laminoir, dont l'appointement fixe est de 6 fr. 50 peut toucher, selon les résultats obtenus, de 2 fr. 15 à 2 fr. 50 de prime par jour.

En résumé, le salaire de l'ouvrier depuis la création de la Société (1837) a successivement augmenté de 140 0/0 environ.

Nous voyons que la constante préoccupation de la direction de la Vieille-Montagne s'est portée sur les ressources disponibles de chaque ménage ouvrier, car il pourrait se faire que l'ouvrier *fût plus pauvre, tout en* recevant en numéraire une somme plus forte. Elle s'est donc attachée à comparer le taux des salaires avec le prix du blé et ses tableaux présentés à l'Exposition de 1889, démontrent qu'il y a eu diminution du blé de 25 0/0 alors que la valeur des salaires s'élevait de 140 0/0. Il y a là un fait économique remarquable, puisque la rémunération actuelle de l'ouvrier représente une quantité de blé trois fois supérieure à la quantité représentée par le salaire de 1837.

Caisse d'épargne. L'épargne est l'une des caractéristiques du personnel de la Vieille-Montagne. Le nombre des déposants était, au 31 décembre 1890, de 1,353, possédant un capital de 2,124,603 fr. 41. L'intérêt a été fixé à 5 0/0 et la caisse accepte des dépôts jusqu'à concurrence de 10,000 francs, maximum de chaque dépôt. La progression s'accentue chaque année et montre en même temps qu'une amélioration de la condition de l'ouvrier, la confiance de ce personnel considérable dans l'administration de la Société.

Habitations ouvrières. Là, point de type uniforme de maisons, point de règles absolues ; nous avons remarqué à l'esplanade des Invalides des plans et des photographies représentant des maisons de tous genres bâties ou acquises pour répondre aux besoins des ouvriers de la Société, disséminés sur toute la surface de l'Europe, depuis la Suède jusqu'à l'Algérie. L'uniformité des habitations ne saurait être applicable avec la diversité de climat, de mœurs, d'habitudes et de fabrication.

Le type exposé à l'exposition d'économie sociale est celui d'un ouvrier fondeur, agriculteur de l'usine de Valentin Cocq, dans la province de Liège.

On constate qu'un ouvrier sur six environ possède sa maison, c'est là une proportion remarquable et qui tend à s'accroître.

La Vieille-Montagne n'a qu'à se féliciter du concours de cette population de petits propriétaires ruraux. Ils se rencontrent en grand nombre autour des fonderies et laminoirs situés dans les campagnes, et aussi de ses mines de Moresnet, de Suède et de Bensberg.

La Société trouve là une pépinière de bons ouvriers qui se passent, de père en fils, la tradition du métier. Ils forment auprès de ces établissements comme un noyau de braves gens animés des meilleures intentions, fiers d'appartenir à la Société et d'autant plus attachés à ses intérêts qu'ils lui confient presque tous leurs épargnes.

Institutions de secours et de prévoyance. Il a été créé deux caisses, différentes par les besoins auxquels elles ont à pourvoir et par l'origine des ressources qui les alimentent.

1° *Une caisse de secours* assurant l'ouvrier contre les chômages provenant des accidents et des maladies;

2° *Une caisse de prévoyance* assurant l'ouvrier contre les suites des infirmités et de la vieillesse.

La caisse de secours procure des soins médicaux et des médicaments en cas de maladie ou de blessures; elle accorde des indemnités de chômage aux ouvriers malades ou blessés. Le taux de ces indemnités a varié, il est aujourd'hui fixé au tiers du salaire minimum, demi du salaire maximum. Cette caisse contribue aux frais d'accouchement des femmes d'ouvriers, aux frais de funérailles des ouvriers et des membres de leurs familles, et enfin elle accorde des secours temporaires aux veuves, aux enfants et aux ascendants des ouvriers décédés.

La caisse de secours est alimentée par une allocation équivalente à 3 0/0 des salaires; elle est gérée, par une commission composée de délégués d'ouvriers et de représentants de l'administration.

La caisse de prévoyance est destinée à créer des pensions viagères aux ouvriers devenus invalides par suite de maladie ou de vieillesse, mais après certaines conditions réglementaires. Elle est alimentée exclusivement par les deniers de la Société; les dépenses sont portées au compte de ses frais généraux.

Les dépenses totales de ces caisses s'élevaient à 416,412 francs pour l'année 1890. Le rapport entre les salaires et les dépenses offre un intérêt particulier, et était, en 1860, de 4.10 0/0; en 1880, de 7.64 0/0; en 1890, de 6,22 0/0. Aussi la somme dépensée annuellement pour assurer le service des secours à chaque ouvrier était d'environ 22.24 en 1855, de 31.55 en 1875, 51.11 en 1885 et le nombre de pensionnés qui était de 51 en 1860 est aujourd'hui de 466.

Caisse d'assurances sur la vie. Cette institution n'est applicable qu'au personnel des ingénieurs et des employés de tout ordre. Tout employé commissionné verse une prime annuelle équivalente à 3 0/0 de ses appointements fixes, et la Société ajoute au versement 1 0/0, de sorte qu'à la fin de chaque année, elle a versé 25 0/0 des primes versées par les assurés. En 1890, on comptait 215 affiliés dont les capitaux s'élevaient à 1,311,402 francs.

La place qui nous est mesurée ne nous permet pas d'entrer en de plus longs développements sur l'admirable ensemble des institutions sociales de la Vieille-Montagne, cependant nous ne devons point oublier de mentionner qu'elle a eu pour la moralité et l'intelligence de l'ouvrier les mêmes sollicitudes dont elle a entouré sa condition matérielle; elle a combattu énergiquement l'influence pernicieuse du cabaret et ses efforts ont été couronnés de succès par divers moyens préventifs et répressifs. Elle a créé plusieurs sociétés de gymnastique et de musique qui occupent agréablement les loisirs de l'atelier et ses directeurs et ingénieurs font partie de ces sociétés, les aident de leur bourse et de leurs conseils, et s'intéressent à leurs succès. Ainsi s'établissent des relations de cordialité entre l'élément dirigeant et l'élément ouvrier pour le plus grand bien du personnel et la prospérité de la Société.

Enfin, la Vieille-Montagne qui s'est fait en quelque sorte la protectrice des intérêts moraux et matériels des populations ouvrières qu'elle emploie, devait se préoccuper du caractère éducateur et religieux de son œuvre sociale. Elle a largement répandu l'instruction aux enfants destinés à devenir ses employés et ses ouvriers et lui a consacré une somme de 377,268 fr. 19. Elle a, en outre, assuré avec la plus large et la plus libérale tolérance, les enseignements de la religion et, loin de regretter les crédits importants qu'elle a affectés aux églises, elle se félicite d'avoir trouvé chez les ministres des différents cultes des collaborateurs dévoués dans son œuvre de moralisation et de paix sociale.

Ces admirables institutions sont dues, en grande partie, à M. de Sinçay qui, depuis 1846 jusqu'à sa mort (1890), a dirigé la Vieille-Montagne avec un talent d'une rare supériorité; aussi n'est-ce pas seulement à leur éminent directeur général, mais encore à l'homme de bien, au philanthrope, que s'adressaient, en 1888, les témoignages de reconnaissance envoyés des établissements les plus lointains du siège social, à l'occasion du cinquantième anniversaire de la fondation de la Société. De pareils hommes qui savent agir, font plus pour la solution des problèmes sociaux que tous les politiciens et les orateurs qui ne savent que discourir.

• **VIN.** Notre article du *Dictionnaire*, déjà très étendu, nous a paru comporter des développements sur presque tous les sujets pratiques.

FOULAGE DU RAISIN. L'opération a de l'importance, au point de vue de la production du vin, en général, mais surtout à celui de la coloration. Tout le monde le sait: presser un grain de raisin noir entre les doigts, c'est suffisant pour le diviser en deux parties bien distinctes: 1° une *pulpe* de couleur jaune ou vert pâle dont la masse tombe entière; 2° une *pellicule* où se trouve exclusivement la couleur.

Fait-on fermenter la pulpe seule, elle donne un vin blanc. Met-on la pellicule en fermentation, elle donne un vin très coloré, d'un beau rouge. D'après cela, des raisins noirs peuvent donner un vin blanc; il suffit de soustraire les pellicules à la fermentation. Le vin mousseux de Champagne est fait avec des raisins noirs presque exclusivement.

Dans tous les cas, le raisin ne fermente pas bien sans une déchirure complète des grains. Il faut produire cette déchirure, soit dans les pressoirs, soit sous le poids de l'homme *foulant aux pieds* le raisin, jusqu'à l'écrasement complet de tous les grains. Le foulage aux pieds remplit au mieux les conditions les plus favorables, lorsque les hommes s'astreignent rigoureusement aux soins de propreté nécessaires. Le lavage préalable des pieds, évidemment nécessaire, n'est pas toujours très rigoureusement pratiqué. Contre cet inconvénient et d'autres sur lesquels nous ne devons pas insister, le remède a été dicté par un danger des plus sérieux, celui de l'asphyxie des hommes foulant dans les cuves. Nous verrons un peu plus loin que 100 kilogrammes de raisin peuvent donner environ 12 kilogrammes d'acide carbonique ou 6,000 litres de ce gaz pur; chaque litre peut être mêlé avec 2 litres d'air et demeurer presqu'aussi dangereux pour la respiration. De 6,000, le volume du gaz passerait ainsi à 18,000 litres d'un gaz invisible mais capable de tuer, en deux ou trois secondes, l'homme dont il emplirait brusquement les poumons.

Il existe des celliers où sont employées 30 ou 40 cuves pouvant recevoir chacune 5,000 kilogrammes de raisin. Les 40 cuves en contiennent 200,000 kilogrammes et peuvent donner 36,000 mètres cubes de gaz asphyxiant. Chaque année, des accidents, où plusieurs hommes trouvent la mort, viennent rappeler un danger trop bien connu. Le foulage *en cuve* est presque abandonné. Sur les cuves on établit une trémie où l'on étale le raisin; les hommes le foulent sans pouvoir être baignés dans le gaz, comme dans la cuve où ils ne descendent plus (1).

(1) Voir notre *Traité des vins*, tome 1er, page 348.

Un autre mode consiste dans l'emploi des pressoirs. Nous ne croyons pas devoir insister sur l'opération mécanique; tous les pressoirs sont bien connus. Donnons seulement quelques détails sur les faits chimiques.

Les premiers moments de la pression ne serrent pas le raisin beaucoup plus qu'on ne le serre entre les doigts et l'on ne reçoit d'abord dans le *barlon* qu'un moût incolore et très sucré, nommé de *première goutte* ou simplement de *goutte*. Un peu plus tard, la pression devenant plus forte, les pellicules ne résistent plus; le moût dont elles deviennent la source, contient moins de sucre mais de l'œnocyanine (devenue rouge) et se présente plus ou moins coloré. Après une première pression, on relève le plateau, on coupe, à la bêche, toute la masse du marc, et on mêle les fragments en une masse nouvelle qu'on soumet à une deuxième pression, le moût prend le nom de *rebêche*.

Dans les diverses régions vinicoles, on fait le vin avec ces divers moûts, seuls ou mélangés en des proportions à peu près bien connues par une longue expérience, pour donner les résultats meilleurs au point de vue de la qualité, ou plus avantageux au point de vue simplement commercial.

Moyens d'améliorer les moûts. Dans les années froides ou pluvieuses, le raisin n'arrive souvent pas à cette maturité presque parfaite, dont nous avons parlé tout à l'heure . . . .

Il manque de son élément essentiel, le sucre de raisin; il n'a pas non plus la proportion ordinaire d'œnocyanime, et le rapport de ces deux substances est aussi plus ou moins changé. Le défaut le plus grave est le manque du sucre de raisin, parce que ce sucre est la substance même d'où vient directement l'alcool, base fondamentale du vin. A ce défaut, Chaptal et Proust ont remédié (après les Romains), par l'emploi du sucre de raisin. On fait évaporer du moût, dans une bonne année; le produit est un sirop épais contenant tous les éléments du raisin, et principalement le sucre.

Depuis Chaptal, on a cru pouvoir employer du sucre normal (ou ordinaire), mais bientôt on a reconnu l'utilité de convertir d'avance le sucre ordinaire en sucre *inverti*. Des expériences ont principalement démontré que l'inversion, pratiquée au moyen de l'eau pure, à peu près à 100°, donne un *sucre de raisin* véritable, c'est-à-dire un mélange d'*hexélose droit* (glucose) et d'*hexélose gauche* (chylariose, lévulose, etc.), très analogue, sinon absolument identique, au sucre de raisin naturel. On ajoute donc une quantité de *sucre inverti*, proportionnelle au manquant de sucre naturel, et le moût ainsi ramené aux conditions ordinaires, donne un vin tout semblable à celui des bonnes années; par une opération absolument licite et simple.

On a de plus trouvé ce fait remarquable: la chaptalisation peut être effectuée d'une manière très large. Après avoir fait un premier vin d'une richesse alcoolique ordinaire, par une première addition de sucre naturel du raisin, ou de sucre normal inverti, Petiot a versé sur le marc un volume égal à celui du vin, d'une eau sucrée au degré des moûts d'une année favorable, et il a déterminé la proportion des éléments du vin obtenu. Cette proportion diffère peu de la première. On peut répéter plusieurs fois l'opération et il arrive de trouver le vin de la troisième ou de la quatrième opération plus coloré que le premier. En tout cas, ces opérations donnent des liquides peu différents les uns des autres et tous très acceptables pour l'alimentation.

Ce dont on ne peut trop se défendre, c'est l'emploi des sucres dérivés de l'amidon, sucres connus sous le nom de *glucose*. Il est rare, même aujourd'hui, malgré le progrès réel de leur fabrication, de les obtenir exempts de *dextrine*. La fermentation donne bien de l'alcool avec le glucose vrai, l'*hexélose* $C^{12}H^{12}O^{12}$; mais elle n'en donne pas avec la dextrine, dont il reste des quantités plus ou moins grandes dans le vin. Ajoutons la remarque: les glucoses sont parfois préparés avec de l'acide sulfurique impur, avec de la chaux grossière; on les additionne aussi d'alun. Il est nécessaire de veiller à leur pureté.

Moûts trop sucrés. Bien rarement les moûts sont *trop* sucrés, on peut dire même que cela n'arrive jamais quand le sucre de raisin est bien normal, c'est-à-dire formé d'hexéloses tous fermentescibles, *hexélose droit* (ou glucose), *hexélose gauche* (chylariose, lévulose, etc.), *hexélose neutre*, etc. Mais si le moût renferme l'*hexélose droit* non fermentescible, comme les alicantes et autres, il est trop sucré, dans ce sens que le dernier reste dans le vin sans éprouver aucune fermentation. Est-ce un défaut? Cet hexélose non fermentescible donne au vin la faculté de se conserver beaucoup mieux. On laisse des bouteilles de vin à demi-vidées, debout, imparfaitement bouchées ou même sans bouchon, couvertes seulement d'un cornet de papier, et, après des mois, on peut boire le vin sans le trouver aigri, ni même atteint d'une décomposition sensible. Les transformations *hydrolytiques* semblent même retardées.

Plâtrage. Depuis l'antiquité la plus reculée, tous les peuples qui ont fait du vin, ont connu l'utilité du plâtrage pour donner aux vins rouges une plus vive couleur et à tous les vins une solidité plus grande. Aussi, l'addition du plâtre dans les cuves est-elle encore pratiquée, de nos jours, par tous les fabricants de vin. Cette addition transforme le bitétrabélate (tartrate) de potasse en tartrate de chaux et bisulfate de potasse. Ce sel est à la fois la cause de l'avivage de la couleur du vin et de sa conservation, deux actions faciles à expliquer. Dans le premier résultat, nous pouvons dire, il forme, avec l'œnocyanine, un composé de nuance plus vive que n'en produisent les acides organiques, tétrabéjique (malique), tétrabélique (tartrique), etc. Pour le second, le plus important, il est bien facile de comprendre le véritable rôle du plâtre. Dans le vin naturel, on observe les transformations hydrolytiques du bitétrabélate dont l'acide se change successivement en acides *triédique* (propionique), *diéfique* (glycolique), tribédique, diédique (acétique), etc. Ces transfor-

mations sont la caractéristique du vieillissement des vins. Le plâtre supprimant le bitétrabélate, supprime nécessairement toutes ces modifications et le bisulfate, par lequel il remplace tous ces corps, étant très stable, on conserve le vin, on lui ôte presque absolument la faculté de vieillir, ce qui est le principal avantage du commerce des vins ordinaires. Par la même raison, le plâtrage est mauvais pour obtenir des vins fins dont la qualité résulte presque exclusivement de cette même faculté de vieillir.

On a récemment proposé de remplacer le plâtre (ou sulfate de chaux) par un autre sel dont il est facile de se procurer aujourd'hui de très grandes quantités, le phosphate bibasique de chaux. Ce nouveau sel a plusieurs avantages ; il transforme le bitétrabélate, aussi bien que le plâtre, en un sel acide, préférable au bisulfate de potasse, sous plusieurs rapports. Ce sel acide est le biphosphate de potasse ; il forme, avec l'œnocyanine, un composé d'une couleur rouge aussi belle, aussi vive ; en second lieu, il est au moins aussi stable, car c'est un mélange de biphosphate ou plutôt de phosphate bipotassique et de phosphate monopotassique, très acides, par l'acide phosphorique immuable, dans les conditions où il est placé. Par dessus tout, l'acide phosphorique est un aliment de premier ordre, très supérieur à l'acide sulfurique, dont on ne trouve aucune combinaison fixe dans le corps de l'homme. A ce titre seul, le *phosphate bicalcique* doit être préféré, sans réserve, au plâtre.

Température de fermentation. C'est une des questions les plus importantes.

Un raisin, dont le sucre est normal, c'est-à-dire entièrement fermentescible, dont les autres éléments n'ont pas subi d'oxydation complète (c'est le cas de la grande majorité des raisins frais), fermente à des températures comprises entre +10° et 30° et produit les meilleurs résultauts. Au-dessus de 30°, des modifications plus ou moins profondes, plus ou moins favorables à la qualité du vin, se produisent toujours ; elles résultent à peu près exclusivement de ces actions hydrolytiques, dont nous venons de parler. Au-dessous de +10°, la fermentation est très lente, pas toujours purement alcoolique. On s'expose à d'autres fermentations rarement favorables.

En principe, il est donc utile de se ménager les moyens de chauffer ou de refroidir les moûts dans les cuves. Le meilleur moyen consiste à établir deux tubes en serpentins plus ou moins longs ; un au bas des cuves dans l'intérieur, en communication avec un réservoir d'eau chaude ou une chaudière à vapeur, afin de pouvoir élever à volonté la température du moût. Un second tube, placé toujours dans l'intérieur de la cuve, mais en haut, à 10 ou 15 centimètres au-dessous du niveau du moût, recevra de l'eau froide d'un puits ou d'une source glaciale, pour refroidir le liquide sucré dans le cas où sa température dépasserait 30°.

Pour les vins ordinaires cette méthode, un peu coûteuse, ne donne pas des avantages proportionnés à la dépense ; mais pour les vins fins, elle sert très utilement à résoudre la question de l'uniformité de saveur, de bouquet, etc., pour conserver, en un mot, le caractère du vin pendant une longue suite d'années.

On produit le chauffage des moûts de plusieurs autres manières.

Ainsi, l'on chauffe indirectement en élevant la température du cellier, par un poêle ou des calorifères à air chaud, à eau chaude, etc. Le chauffage par les tubes intérieurs est de beaucoup préférable ; nous le recommandons expressément. Suivant la température de fermentation, on voit la levure se produire avec des différences notables de dimensions, d'épaisseur des globules, de nature du liquide retenu dans son intérieur. La meilleure, au point de vue de la puissance pour bonne fermentation, est certainement obtenue de +25 à 30°.

Disposition des cuves. Le point principal c'est de choisir entre les cuves ouvertes ou fermées. Pour nous, ces dernières sont les seules où la fermentation puisse être obtenue vraiment parfaite. Le haut des cuves (tronconiques, cylindriques, etc.), doit être foncé comme les tonneaux, le fond, percé d'un trou convenable, reçoit un tube pour le dégagement du gaz acide carbonique et mettre à l'abri de ce corps dangereux, toutes les personnes employées à la fabrication du vin. 1,000 kilogrammes de raisin peuvent donner, comme nous l'avons vu, 120 kilogrammes de gaz, et il suffit d'une pompe, d'un prix peu élevé, pour obtenir ces 120 kilogrammes à l'état de liquide (sous la pression de 70 atmosphères), et ce liquide est aujourd'hui très employé, même au prix de 1 franc le kilogramme. En outre, la fermeture des cuves remédie à l'un des plus grands inconvénients de la fabrication, dans le cas plus ordinaire de la fermentation des raisins entiers, grains, pellicules, pépins et râfles. A mesure de la fermentation, les pellicules, retenant de l'acide carbonique gazeux, forment des assemblages analogues aux aérostats et s'élèvent à la surface du liquide avec les pépins et les râfles formant un *chapeau* très poreux. Tant que la partie supérieure de ce chapeau reste au-dessous du niveau des bords d'une cuve, même pleinement ouverte, la masse reste baignée dans l'acide carbonique pur et ne subit aucune altération sensible, de nature à gâter le vin. Mais lorsque le chapeau s'élève dans l'air, ou se trouve entouré d'air par suite du ralentissement de la fermentation, l'alcool du vin, dont le chapeau se trouve imprégné, ne tarde pas à se dissiper dans l'atmosphère ou à s'acidifier en acide diédique (acétique) et autres. Presqu'en même temps, les acides, les sels, etc., subissent une autre fermentation, se couvrent de moisissures et se putréfient en exhalant des odeurs très fétides.

Rien n'est plus dangereux pour la bonne qualité du vin. De tout temps, les personnes peu soigneuses ont cru remédier au mal en faisant plonger le chapeau dans le vin, et même plus d'une fois par jour. On ne saurait trop conseiller d'éviter cette erreur grossière. Il faut, dès le premier moment, ne pas permettre à la masse so-

lide du moût de former chapeau. Une claie transversale, joignant les parois et tenue sous le niveau du liquide, arrête complètement la masse, la retient baignée dans le vin et conserve à ce vin toute sa fraîcheur et sa pureté.

On obtient surtout de bons résultats en faisant emploi de plusieurs claies (en osier ou en bois), ou de filets pour diviser la cuve en plusieurs étages et tenir les pellicules mieux disséminées dans le vin pendant tout le temps de la fermentation. Il ne faut pas plus d'une demi-heure pour établir 4, 5 ou 6 claies ; le vin a toujours, en pareil cas, une incontestable supériorité sur le vin du même raisin fait en cuves ordinaires. Nous avons, dès 1858, conseillé la cuve à étages.

Elle est adoptée presque généralement depuis cette époque.

Transformations du moût dans les cuves. L'étude de ces transformations, continuée depuis les premières années de la chimie (c'est-à-dire depuis l'époque de la découverte des gaz), un peu plus d'un siècle, est encore loin d'avoir fait connaître les transformations du moût, la production du vin d'une manière complète. On connaît déjà bien le fait principal, la transformation du sucre de raisin en alcool. On sait à très peu près que le sucre de raisin formé de plusieurs hexéloses, en proportions variables, mais presque tous entièrement fermentescibles, se change en alcool et en acide carbonique presque entièrement; quatre à six centièmes de sucre paraissent changés, sous d'autres influences, en acide tétrabHique (succinique) bhydrotriéfine (glycérine), acide carbonique, etc. L'équation de la transformation alcoolique est admise :

$$C^{12}H^{12}O^{12}=2C^4H^4(HO)^2+4CO^2$$

parce que les divers hexéloses, dont le sucre de raisin est composé, peuvent tous être considérés comme ayant la même formule $C^{12}H^{12}O^{12}$ et subissant tous la même transformation.

Une seconde équation, nécessaire pour représenter la formation *latérale* de l'acide tétrabHique, etc., est comme nous l'avons montré :

$$6C^{12}H^{12}O^{12}=\underset{\text{Bhydrotriéfine}}{6C^6H^8O^6}+\underset{\text{Acide tétrabHique}}{C^8H^6O^8}+5CO^2$$

$$+\underset{\text{Matières indéterminées}}{C^{23}H^{12}O^{12}}+6HO$$

Cette dernière équation est une simple approximation, très rapprochée pourtant des indications de notre théorie générale. Si les transformations du sucre de raisin demandent encore de longues études, celles des acides et des sels du moût laissent beaucoup plus à désirer; l'acide qui domine dans les moûts est presque toujours le tétrabéjique (malique); il diminue dans le vin; mais on ne sait pas encore sous quelle influence.

C'est, très certainement, sous l'influence de l'eau, par les actions que nous avons appelées *hydrolytiques* et où se trouve la base de toutes les explications désirables, pour le vin et toutes les dissolutions analogues.

On a trouvé par les très nombreuses analyses des vins de divers raisins et dans les contrées les plus différentes, une soixantaine de substances au moins. L'alcool *diénique* (ordinaire) est accompagné de six à huit autres alcools, tous, un seul excepté, d'équivalent plus pesant, nommés *alcools supérieurs*. Ces alcools sont de moins en moins favorables à l'hygiène suivant une apparence rationnelle; ils ne sont pas pour cela *toxiques*, comme l'ont prétendu les esprits exaltés.

Les acides ne sont pas libres en totalité, leur plus grande partie est unie avec des bases nombreuses; bases minérales ou organiques : l'acide *tétrabélique* (tartrique) s'accuse avec une grande facilité sous la forme très connue du *tartre* ou bitétrabélate de potasse. Ce sel est une des parties les plus caractéristiques du vin : il se forme dans la vigne et il peut être isolé du moût et plus tard du vin par une raison très remarquable.

L'acide, en présence de la potasse, donne le résultat frappant indiqué par la théorie générale; $C^8H^6O^{12}$, l'acide libre peut en présence des bases perdre $1, 2, .. n$HO et prendre $1, 2, ... n'$, équivalents de base pour offrir entre l'acide *deshydraté* et la base des rapports de *poids* conformes à la théorie générale.

Pour la potasse HO=47, l'acide perd *un* HO et se réduit à $C^8H^5O^{11}=141$, parce que $47\times3=141$ rigoureusement.

Le rapport des poids 1 et 3 est l'un des plus simples de la théorie générale.

Pour la potasse KO=47 et l'oxyde de cuivre CuO=40, l'acide perd *deux* HO, et se réduit à $C^8H^4O^{10}=132$ dont on obtient l'union avec

$$\begin{aligned} KO&=47\\ +5CuO&=200\\ &\overline{247} \end{aligned}$$

parce que

$$132\times\frac{21}{11}=252$$

bien approché de 247.

Cette légère différence de 252 à 247 s'explique aisément; elle correspond à un nombre exact d'équivalents.

L'acide paraît alors sexbasique, mais la basicité telle qu'on la suppose est un rêve. Tous les acides, sans exception, peuvent être unis à des équivalents de base plus ou moins nombreux. La condition nécessaire c'est le rapport des poids indiqué par la théorie générale.

Décuvage. Le moyen de fixer le moment précis du décuvage est indiqué par le moment où le sucre a produit le maximum d'alcool. On connaît celui-ci par des déterminations assez nombreuses :

1° *Par le changement de densité.* Le moût contenant de 300 à 500 grammes de sucre de raisin dont la densité n'est pas moindre de 1.5, ne conserve, après la fermentation alcoolique complète, pas plus de 150 à 250 grammes d'alcool, en nombre rond; alcool dont la densité ne dépasse pas 0,795. La densité du moût tombe de 1,300, environ, à 1,000 ou même un peu au-dessous. Dès le moment où le densimètre ne tombe plus, on considère l'instant du décuvage comme arrivé;

2° *Par la disparition du sucre.* On se fonde, pour constater cette disparition, sur des moyens chimiques. Le plus pratique est celui que nous avons

indiqué, en 1855 : on se procure des bandes de mérinos imprégné de bichlorure d'étain et chlorhydrate d'ammoniaque grandes comme les papiers de tournesol, 4 centimètres sur 12 millimètres de large (faciles à porter sur soi dans un étui en parchemin). Une goutte de vin coulée sur la bande et celle-ci soumise au chauffage à la flamme d'une bougie ou au-dessus d'un charbon rouge, donne une tache noire, circulaire caractéristique, tranchant avec la plus grande netteté sur le blanc du mérinos saliné. Dès que le sucre a disparu, la tache ne se produit pas, le mérinos conserve sa blancheur.

Un moyen plus embarrassant et moins facile à pratiquer consiste à verser dans un tube à essais 5 centimètres cubes de vin, faire venir à l'ébullition sur une flamme de bougie, gaz, etc. et verser dans le liquide bouillant, par un tube pipette, une ou deux gouttes de liqueur TCuK; tant qu'il reste du sucre, cette liqueur perd sa couleur bleue foncée en donnant un léger dépôt de protoxyde de cuivre rouge. Dès la transformation totale du sucre, la liqueur reste bleue.

Le vin soutiré des cuves est enfermé dans des tonneaux qu'on emplit à peu près complètement. Ces tonneaux sont généralement en bois de chêne.

Ouillage. C'est l'opération nécessaire pour tenir les tonneaux pleins, malgré l'évaporation dont nous venons de parler. De temps en temps on lève la bonde et on verse du même vin pour remplir le vide. Lorsqu'on manque de vin, on comble le vide en faisant tomber dans le tonneau des cailloux très propres ou mieux des boules de porcelaine.

L'ouillage se pratique tantôt chaque mois, tantôt chaque année. Au Clos-Vougeot, dans les tonneaux de 228 litres, on introduit :

1 litre par mois la première année;
0,90 la seconde;
0,50 la troisième.

Ainsi dans les trois années on a remplacé :

$$12+10{,}8+6=28{,}8 \text{ litres.}$$

Soutirages. Cette opération mérite réflexion. Parfois les robinets, dont l'usage est très général, laissent couler le vin en une colonne pleine ayant peu de contact avec l'air; mais souvent le robinet crache. Le vin s'en échappe très divisé, présente à l'air une surface de contact qui peut être mille fois plus grande. Dans le premier cas, le vin ne subit pas d'altération bien notable; dans le second, il est très souvent altéré, *cassé*, mis en disposition à toutes les maladies. La perte d'alcool peut dépasser un douzième; un vin contenant 12 avant le soutirage peut ne pas offrir tout à fait 11 après le soutirage. La perte d'acide carbonique peut être des quatre cinquièmes, et à elle seule elle rend le vin très plat. Enfin, l'absorption de l'oxygène de l'air peut, sans produire aucun effet immédiat comme nous l'avons montré, devenir plus tard une cause d'acétification et de modifications de l'œnocyanine plus ou moins désirées.

Clarification. La limpidité des vins, très recherchée par le consommateur, s'obtient de bien des manières, tantôt par une action mécanique, tantôt par les actions chimiques.

L'action mécanique est celle de l'albumine ou blanc d'œuf. Dans le cas le plus simple, quatre à six ou même huit blancs sont délayés dans 1 ou 2 litres de vin, vivement fouettés et versés dans le tonneau, où le mélange avec tout le vin est rendu parfait à l'aide d'un fouettement convenable. On abandonne ensuite le vin au repos, l'albumine forme, par les membranes excessivement minces où elle se trouvait contenue dans l'œuf, un réseau dont la chute entraîne toutes les parcelles de lie sur le fond du tonneau et laisse le vin limpide et brillant. C'est une action purement mécanique. Il reste bien un peu d'albumine en dissolution dans le vin, mais elle s'ajoute à l'albumine végétale et n'occasionne aucune altération chimique réelle.

Les actions chimiques peuvent être nombreuses. Voici les plus employées ;

1° *Tannin.* Une infusion de tannin du chêne versée dans le vin forme un tannate d'albumine peu soluble et capable de constituer un réseau très analogue à celui dont nous venons de parler. L'inconvénient est de laisser en dissolution un tannate acide, dont la saveur âpre est plus ou moins défavorable, et dont l'action dans l'appareil digestif est parfois très mauvaise. Souvent les vins prennent ce qu'on nomme un *œil bleu.*

2° *Acides.* L'acide sulfurique est le plus employé, pur ou à l'état de sels.

Pur, il est ajouté au vin, notamment dans la teinte de Fismes; il avive la nuance de l'œnocyanine et la rend brillante; il donne aux vins une limpidité parfaite. Mais on ne saurait trop recommander de veiller à son absolue pureté.

Indirectement, on l'emploie à l'état de sels. Ainsi le plâtrage a le simple effet de remplacer le bitétrabélate (tartre) par du bisulfate de potasse, sel très acide, mais dont l'acidité peut être distinguée de celle de l'acide sulfurique libre. Une expérience très simple peut le faire comprendre. 1 gramme d'acide sulfurique dans 100 grammes d'eau suffit pour produire l'inversion de 15 à 20 grammes de sucre normal (ordinaire de canne ou betterave) en tenant le mélange à l'ébullition une ou deux minutes. Si l'on tente la même épreuve avec la quantité de bisulfate contenant 1 gramme d'acide, c'est-à-dire 2,776, on n'obtient pas à beaucoup près l'inversion même dans un temps plus long.

Au lieu du bisulfate de potasse, on emploie souvent l'alun qui est un sulfate acide; nous devons dire de ce sel, à peu près comme du précédent, que son acidité n'est pas aussi sensible que celle de l'acide pur. En outre, l'alun agit par son alumine qu'il cède au tannin du vin pour produire un réseau filtreur, dont nous avons indiqué l'action.

Bouquet des vins. Les vins achevés présentent deux qualités très distinctes : la *saveur* ou goût et l'*odeur* appelée *bouquet*, pour la comparer à celle d'un bouquet de fleurs.

La saveur est très variable en raison du grand nombre de corps soumis au palais du dégustateur, et surtout au contraste de la saveur du vin avec celle de l'aliment auquel il succède immé-

diatement. Ce contraste est énorme dans bien des cas, après une liqueur acide, un potage à l'oseille, par exemple, tous les vins paraissent mauvais; après un aliment neutre, presque alcalin comme les fromages, les mêmes vins semblent très bons et présentent tout ce que leur goût peut avoir de meilleur. Cependant, même après des fruits acides, la saveur des vins peut paraître bonne.

Régler les saveurs d'une manière scientifique, ce serait vouloir l'impossible. Les odeurs, le bouquet, ne peuvent non plus être appréciés par des moyens simples.

Nous avons fait des expériences directes et montré les points suivants : L'odeur du vin ne tient pas du tout à l'alcool. Un liquide formé d'eau et d'alcool pur dans les proportions ordinaires des vins (12 volumes d'alcool dans 100 volumes de liquide) n'a *aucune* odeur. On peut ajouter, par litre, 1 gramme d'aldéhyde, 1 gramme d'acide diédique (acétique) et ces corps, si odorants par eux-mêmes, ne produisent aucune odeur sensible avec ce degré de dilution. Il faut, pour obtenir du *bouquet*, ajouter des quantités, même très faibles, d'éther à grands équivalents.

Nos expériences, confirmées d'abord par Dumas, l'ont, depuis encore, été par tous les chimistes qui ont étudié les vins. On peut faire des vins artificiels au moyen de ces éthers assez parfaits pour tromper des dégustateurs, même les plus expérimentés et les plus délicats. Une croyance très répandue, celle d'une différence nette et constante entre les vins de contrées diverses, mérite d'être signalée comme une erreur complète. Bien des personnes croient trouver *toujours* une différence caractéristique entre le vin de Bordeaux et le vin de Bourgogne. La différence existe assez souvent, mais elle n'est pas absolue. Nous avons mis à l'épreuve des dégustateurs *experts* et, malgré tout, ils ont souvent pris l'un des vins pour l'autre.

Depuis la plus haute antiquité, le désir de plaire au consommateur a fait accepter l'emploi de toutes sortes de corps odorants pour contribuer au bouquet. Les fleurs de sureau, les roses et cent autres ont été employées. Les essences d'orange, de citron, de verveine, etc., etc., dont l'odeur est si vive, ont aussi reçu leur emploi. Beaucoup de ces corps donnent d'excellents résultats quand on les a fait distiller sur du sodium (précautions). Les anciens se sont servis de goudron; ils enduisaient les tonneaux pour diminuer l'évaporation au travers du bois et donner aux vins une saveur et une odeur agréables. Les bourgeons de sapin ont souvent un effet agréable.

Vins mousseux. Tous les vins peuvent être rendus mousseux : il suffit d'enfermer le moût dans un vase convenable pour lui donner un excès de gaz carbonique en dissolution, lequel, au moment du débouchage, de la mise en rapport avec l'atmosphère, se dégage plus ou moins et produit de la mousse. En fermant le vase hermétiquement, le moût peut développer assez de gaz pour causer une tension de 30 à 40 atmosphères. Il faut des vases très solides pour tenir sous cette pression et ne pas éclater en fragments dangereux. Une bouteille en verre produirait un véritable obus très redoutable.

Mais un moyen simple consiste à munir le vase d'une soupape réglée à la pression de 5 à 6 atmosphères, pression correspondant à une bonne mousse, et de diriger l'excédent du gaz carbonique dans un gazomètre où on peut l'utiliser.

Cette idée nous a conduit à l'invention des aphrophores, dont l'adoption aurait eu lieu depuis longtemps si la routine ne faisait pas peser le poids des préjugés sur toutes les choses nouvelles. Vingt fois, on nous a proposé de commencer la fabrication dans ce système et, aujourd'hui seulement (après trente-deux années), une maison importante va réaliser, à Paris, le fonctionnement des aphrophores sur une grande échelle.

Jusqu'à présent, le commerce ne sort pas de la voie tracée par dom Pérignon, ni des procédés légèrement modifiés par François, en 1836.

Le but à atteindre essentiellement, c'est de mettre le moût en bouteilles, quand il est presque devenu du vin, quand le sucre (de raisin) dont il est encore chargé ne dépasse plus la dose convenable pour produire 5 à 6 atmosphères. On peut atteindre ce but de deux manières : l'une, la plus naturelle, c'est de laisser le moût fermenter en tonneaux jusqu'au moment où la dose convenable de sucre existe encore et de le mettre en bouteilles à ce moment. Le moût achèverait de se changer en vin et produirait la mousse par ses éléments naturels sans aucune addition de matière étrangère. L'autre, bien moins logique et pas du tout naturelle, c'est de laisser le moût devenir complètement du vin en tonneaux, user tout son sucre en pure perte (sauf le peu d'alcool correspondant) et d'ajouter au vin pour le mettre en bouteille la dose de sucre industriel nécessaire à la production des 5 atmosphères de bonne mousse.

Cette méthode est suivie presque universellement (on fait des vins mousseux un peu partout aujourd'hui), car tous les producteurs de vins mousseux ont acquis, à plus ou moins beaux deniers, le concours des ouvriers champenois et de tous les fournisseurs de la Champagne pour les bouteilles, les bouchons, etc.

Nous avons montré, dès notre entrée dans la chaire de Reims, la nécessité de ne pas s'en tenir à la méthode François, mais de la remplacer par une autre, la seule rationnelle et sûre, celle de la mesure exacte du pouvoir dissolvant. Cette méthode a reçu toutes les confirmations et, entre autres, celle qui ne manque jamais aux nouveautés utiles, la contrefaçon.

Récemment, nous avons fait connaître une méthode nouvelle infiniment plus sûre et plus pratique pour mesurer la proportion de sucre à employer au moment des tirages, d'après le pouvoir dissolvant du vin pour l'acide carbonique. Cette méthode se réduit à l'emploi de la balance et à la mesure du poids d'acide carbonique dissous par le vin à la pression voulue, 5 à 6 atmosphères. Tout se réduit à deux pesées : on n'a besoin

d'aucune habitude des manipulations chimiques. Une personne jeune, fille ou garçon de quatorze à quinze ans, peut en être chargée, si cette personne est seulement propre, assez soigneuse pour manier une balance et la conserver en bon état.

La méthode dispense de toute recherche applicable aux divers éléments du vin. Que ce liquide soit plus ou moins acide, plus ou moins alcoolique, que ses éléments soient dans tel ou tel état moléculaire, on n'a pas besoin de l'analyse et de leur mesure exacte. Leur ensemble produit le pouvoir dissolvant pour l'acide carbonique et ce pouvoir est rigoureusement mesuré par le poids de gaz mis en dissolution. Cette dissolution est facile à obtenir aujourd'hui par l'emploi du gaz liquéfié dont le commerce fournit des quantités considérables à un prix très abordable.

On essaie aujourd'hui, en Champagne et dans les pays de vins mousseux, une méthode ingénieuse pour rendre le dégorgement plus facile et moins coûteux. Les bouteilles sont mises, goulot en bas, verticalement dans un bain réfrigérant à 18° de froid, bain de bhydrotriéfine (glycérine) traversé par des tubes où la vaporisation du gaz ammoniaque par la méthode connue produit le froid nécessaire. Le goulot seul de la bouteille est enfoncé dans le liquide et la solidification du vin est appliquée seulement à 10 ou 15 centimètres cubes au-dessus du dépôt tombé sur le bouchon. La glace bien formée dans le goulot, on remet la bouteille dans la position verticale ordinaire et le dégorgement peut être opéré sans perdre du vin liquide. Au lieu de 60 à 80 centimètres cubes, on en perd seulement 15 à 20 et le dégorgement est cependant complet si le dépôt a été bien amené sur le bouchon. S'il en restait au-dessus du glaçon, il est clair que le vin resterait un peu souillé, on serait forcé d'achever le dégorgement ordinaire.

Revenons à l'observation indiquée plus haut, mais seulement effleurée; nous avons dit : le gaz carbonique, au moment de l'ouverture d'une bouteille de vin chargé à plusieurs atmosphères se dégage plus ou moins vite. Insistons maintenant sur ce point. Lorsque le gaz est dissous dans l'eau pure, à 5 ou 5,5 atmosphères (pour comparer avec le vin) à l'ouverture et la mise en communication avec l'air, on voit mousser fortement l'eau et l'*excès*, sur la quantité que l'eau peut retenir sous la pression ordinaire, paraît se dégager tout entier si on chauffe l'eau presque à l'ébullition, la totalité du gaz est dégagée.

Il n'en est pas de même avec le vin, et son étude ayant pour nous la plus grande importance, précisons d'abord soigneusement la différence des effets observables, suivant la manière d'ouvrir les bouteilles. On peut enlever le bouchon de deux manières ; lentement ou brusquement, les résultats ne sont pas du tout les mêmes. On peut enlever le bouchon assez lentement pour laisser au gaz de la chambre le temps de se dilater en réduisant la pression à peine de moitié, de 6 atmosphères à 3 environ, au moment où le dessous du bouchon affleure les bords du goulot; en lui ouvrant alors la plus petite issue, le gaz s'échappe, mais il faut un temps appréciable, 15 ou 20 secondes, pour laisser tomber la pression de 3 à 1 atmosphère, sans le plus léger bruit. Dans ces conditions, le vin mousse à peine ; la presque totalité du gaz reste en dissolution et la preuve se trouve dans le rétablissement à peu près intégral de la pression lorsqu'on bouche la bouteille de suite, sans laisser continuer le dégagement.

On peut agir d'une manière bien différente : laisser le bouchon sauter, comme on le fait d'ordinaire, et même l'aider d'un coup de pouce ; on réduit ainsi la pression en une seconde, tout au plus, à 1 atmosphère, et même un peu moins, parce que l'explosion produit une onde condensante au dehors et une onde dédensante au dedans ; sous cette diminution brusque, le gaz du vin subit un véritable appel et une grande quantité du gaz se dégage en formant l'écume ou mousse. Jusque là rien d'extraordinaire, mais voici des faits moins aisés à comprendre et sur lesquels nous devons attirer une attention spéciale. Sans enlever le bouchon d'une bouteille, on peut, à l'aide de l'aphromètre, dont le manomètre est enlevé, placer dans ce bouchon le tube à robinet, convenable pour dégager le gaz par fractions et à volonté. Proposons-nous de produire ce dégagement par l'influence de la chaleur. Mettons la bouteille dans une marmite pleine d'eau sur un fourneau à gaz pour la chauffer avec la rapidité voulue. Dès la première impression de la chaleur, le gaz se dégage et, à l'aide des appareils connus, on peut le recueillir pour le mesurer très exactement. Si l'on porte l'eau à l'ébullition, ce qui entraîne l'élévation de la température à 98° dans l'intérieur, on voit cesser le dégagement. On croirait l'avoir obtenu complet absolument. Mais si l'on examine la bouteille, on y trouve le vin encore chargé de 1/4 et même plus de l'acide total. Il faut faire bouillir le vin pour achever l'expulsion du gaz. On met une solution de chlorure de calcium à la place de l'eau, et dès l'ébullition du vin, un nouveau dégagement se manifeste et dure jusqu'à l'entière évaporation du gaz.

Ces faits méritent une étude plus détaillée, mais ils suffisent déjà pour faire comprendre tous les détails de fabrication où la tension du gaz joue un rôle.

Une des parties intéressantes de la fabrication, c'est le choix des bouteilles. On doit le faire à deux points de vue : premièrement, au point de vue chimique pour savoir les actions possibles entre le vin et les éléments du verre ; deuxièmement, au point de vue physique pour connaître la solidité des bouteilles et n'exposer jamais le buveur à une explosion. L'action chimique entre le vin et le verre paraît nulle; à notre connaissance, aucun fait n'autorise à considérer un changement notable dans le liquide ni dans son contenant. Cependant l'acidité du vin est prononcée, la tendance de ses acides à prendre au verre une partie de ses alcalis n'est pas insignifiante, surtout en raison de sa durée (elle peut atteindre 30 ans et plus chez le consommateur) et de la forte pression sous laquelle se trouvent les corps actifs.

L'action physique est plus appréciable ; on peut saisir les changements de l'élasticité du verre au moyen des instruments appelés *brise-bouteilles*; avec celui de Maumené-Jaunay, on reconnaît les changements dont nous allons parler. Peu de temps après leur fabrication, les bouteilles résistent à 30 ou 40 atmosphères et même 45. Les mêmes, au bout d'un temps un peu prolongé sous la pression, cassent à 8 atmosphères 1/2 environ. Est-ce par une action du vin, comme on pourrait le croire? Non, car la bouteille chargée d'eau présente le même affaiblissement. C'est, vraisemblablement, par une simple transformation moléculaire. L'état vitreux des silicates, borates, phosphates, etc., correspond à une élasticité plus ou moins grande, les verres offrent alors une résistance plus ou moins grande à la rupture provoquée par la pression intérieure. Pour un même verre, la régularité d'épaisseur contribue très réellement à la solidité. Cette régularité peut être mesurée très approximativement d'une manière bien simple : on bouche la bouteille soigneusement (bouchon régulier le plus possible) et on met la bouteille sur l'eau d'un baquet. Au bout d'un temps, elle devient immobile et, bien évidemment, son épaisseur la plus faible est au sommet de sa portion émergeante. Avec précaution, on peut marquer ce sommet d'un trait à l'encre grasse; si l'on tourne alors la bouteille d'un angle de 45° et si l'on abandonne avec précaution le point par lequel on la retient, elle exécute de nombreuses oscillations pour revenir à sa position d'équilibre; plus elle est irrégulière, plus ces oscillations sont rapides. On en compte 20 avec une montre à secondes et on juge avec une exactitude très suffisante leur régularité d'épaisseur.

Un moyen simple consiste à coller avec un petit morceau de cire, au fond de la bouteille, un petit bout de fil de fer courbé à angle droit; on attache au fer un fil de coton dont le bout se fixe à une latte sur le bord du baquet, on écarte la bouteille de 45° en tendant ce fil, puis on laisse au repos et, aussitôt l'immobilité parfaite, on brûle le fil; la bouteille se met en mouvement sans fausse secousse.

Comment le verre tombe-t-il d'une résistance de 40 ou 45 à celle de 15, 10 ou même 8? C'est par un changement moléculaire dont il est possible de donner une idée précise. Le verre est un mélange composé, jusqu'à présent, d'une manière peu régulière. On sait la nécessité, pour obtenir un verre inattaquable par l'eau et les acides, de tenir très grande la proportion de l'acide silicique et très petite celle des bases alcalines. L'oxyde de fer, qui donne la couleur verte et les alcalis ou oxydes terreux, alumine, chaux, magnésie, forment des composés très complexes. Mais on a parfois l'occasion d'observer des masses de verre abandonnées à elles-mêmes où se forment des cristaux réguliers faciles à isoler du reste de la masse. Il est bien évident que le verre tend à cristalliser pendant le temps où il reste fluide.

Dans l'état solide même, la tendance existe: elle ne se manifeste pas par des cristaux, on le comprend mais l'orientation des molécules change assez pour ne pas conserver une élasticité constante. Le verre se rapproche assez de l'état cristallin pour devenir plus cassant.

Les cristaux ont, comme toujours, une composition dictée par notre Théorie générale, 62,5 d'acide silicique, etc.

Bouchons. Le sucre en sirop, comme il l'est dans le vin mousseux, pénètre le liège malgré la compression de ses cellules à moitié de leur volume primitif (le bouchon est réduit par les machines à boucher du diamètre 30 à 15 millimètres, et lui enlève toute souplesse). L ebouchon restait, pendant les premières semaines, assez souple pour reprendre à peu près sa dimension au débouchage et faire *champignon.* Au bout de plusieurs mois, il devient *cheville*, à peu près dur comme du bois et assez pour écorcher les personnes qu'il atteint en sautant.

Beaucoup d'efforts ont été faits pour remédier à ces défauts et à celui qu'il présente souvent en peu de temps de la manière la plus fâcheuse. Lorsque le sucre le pénètre, il ne durcit pas au même degré à la fois toutes les cellules; son action s'exerce d'abord sur les plus vides et fait paraître les zones de végétation superposées, en creusant des cannelures sur le contour du bouchon. Si l'une de ces cannelures, une seule même, offre le moindre passage où puisse couler le vin, bientôt celui-ci sort presqu'entièrement de la bouteille et occasionne toute une série d'inconvénients sur lesquels il est inutile d'insister ici. La bouteille est dite *recouleuse*, mal jusqu'à présent sans remède.

Le caoutchouc est certainement la ressource dont on devra faire usage. Nous avons fait de très bons bouchons en roulant de la flanelle épaisse dans une enveloppe de caoutchouc épaisse de 2 millimètres. Le caoutchouc actuel, préparé au soufre, peut donner la crainte de communiquer au vin un très mauvais goût, mais on peut le préparer sans soufre et résoudre le problème de la manière la plus satisfaisante. — E. M.

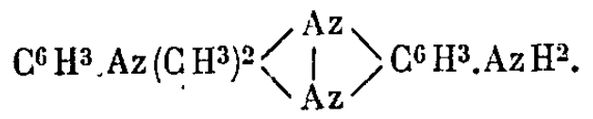
VIOLET (V. *Dictionnaire*, VIOLET, et *Supplément*, ANILINE et COLORANTES [Matières]). Après les violets de méthyle, de phényle et les violets de Paris, les progrès marqués ont été la découverte du procédé industriel de fabrication de l'alizarine pour violet et la découverte du violet de synthèse ou violet *cristallisé,* hexaméthylé de B. A. S. F. Tous ces violets principaux ayant été étudiés, nous nous bornons à quelques remarques que les progrès de la science nous permettent de faire.

1. La *mauvéine* ou violet Perkin, qui se rattache aux safranines, serait le dérivé phénylé de la safranine en C^{21} et aurait comme formule de composition pour la base

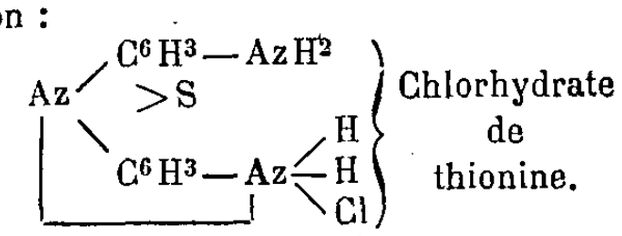
$$C^{21}H^{19}(C^6H^5)Az^4 \text{ ou } C^{27}H^{21}Az^4$$

dérivé de la safranine $C^{21}H^{20}Az^4$. — V. ROUGE.

2. Le *violet neutre* se rattache aux azines comme la safranine et le rouge neutre ou rouge de toluylène, qui est l'homologue supérieur du violet neutre. Ce dernier se prépare en faisant réagir la nitrosodiméthylaniline sur la métaphénylènediamine et á pour constitution :



3. Le *violet de Lauth* ou *thionine,* dont le bleu de méthylène est le dérivé tétraméthylé, a pour constitution :



La formule brute de ce violet est

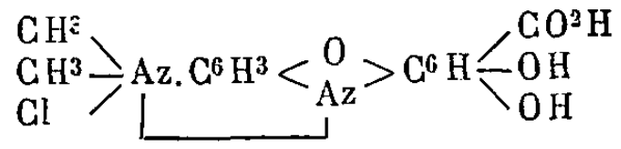
$$C^{12}H^{10}Az^3SCl,$$

celle du bleu de méthylène est

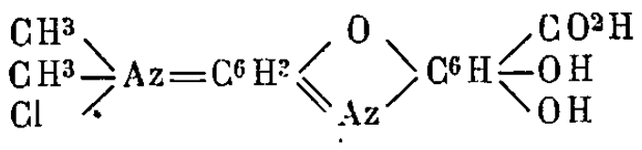
$$C^{16}H^{18}Az^3SCl \text{ ou } C^{12}H^6(CH^3)^4Az^3SCl$$

— V. Bleu.

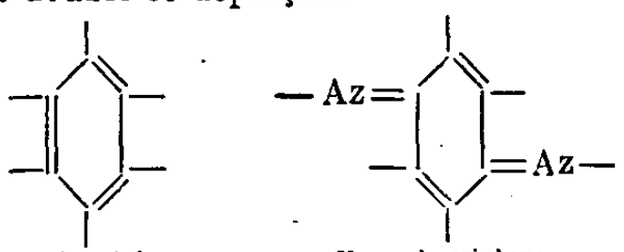
4. La *gallocyanine* ou *violet solide* appartient aux oxazines et serait représenté par



ou



Dans cette seconde formule de constitution, on suppose dans le noyau benzinique C^6H^3 une liaison double devenant liaison simple et une autre liaison double se déplaçant



Noyau benzinique fondamental — Noyau benzinique avec les liaisons des azotes

5. Le violet de Hesse se rapproche beaucoup, pour sa fabrication et la nuance, du pourpre de Hesse B, il est obtenu par la condensation du diazo du diamido-stilbène disulfo avec mélange équimoléculaire de β-naphtol et α-naphtylamine.

6. La galléine industrielle n'est pas la phtaléine du pyrogallol, puisqu'elle a le caractère quinonique et que par fixation de deux hydrogènes on n'obtient pas de composé acide, mais un composé auquel on a donné le nom d'*hydrogalléine* et qui a tous les caractères de la vraie phtaléine du pyrogallol ou galléine théorique. — V. Vert.

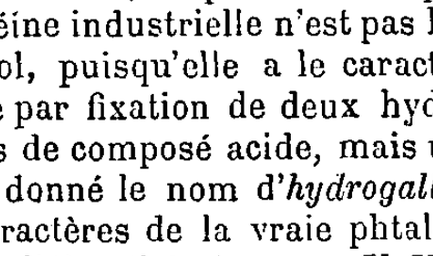
Equation chimique de préparation :

$$C^8H^4H^3 + 2C^6H^6O^3 = 2H^2O + C^{20}H^{12}O^7$$

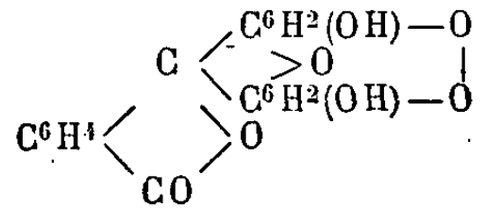
Ac. phtalique anhydre — Acide pyrogallique — Eau — Hydrogalléine

C'est cette hydrogalléine qui devient galline à fonction acide, en fixant deux atomes d'hydrogène $C^{20}H^{14}O^7$, et galléine industrielle à fonction quinonique en perdant deux atomes d'hydrogène

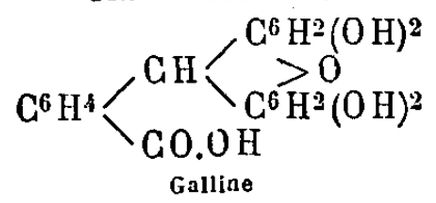
$$C^{20}H^{10}O^7.$$



Hydrogalléine



Galléine indu trielle



Galline

Pour les emplois des colorants violets, V. *Dictionnaire* et *Supplément*, Teinture. — v.

•* **VOLTAMPÈRE.** Terme usité quelquefois, avant l'adoption générale du terme *watt*, dont la signification est la même, et qui a été sanctionné par le Congrès de 1889. C'est l'unité de puissance électrique en unités pratiques. Il équivaut à 1/9,81 kilogrammètre par seconde. — V. Watt.

•* **VOLTCOULOMB.** Le voltcoulomb est l'unité de travail électrique, en unités pratiques. Il est identique au watt-seconde; ainsi, un courant de 10 ampères dans une résistance de 3 ohms, agissant pendant 100 secondes, y développe un travail interne (échauffement) qui s'exprime ainsi :

$$RI^2 = 3^{\omega} \times \overline{10}^{2\ \alpha} = 300 \text{ watts}$$

$$RI^2t = 300^{w} \times 100^{s} = 30000 \text{ watts-secondes}$$

ou voltcoulombs. Enfin, ce terme lui-même est identique avec le *joule*, sanctionné par le Congrès de 1889.

On emploie souvent, notamment pour la tarification de la vente de l'énergie électrique, un multiple de cette quantité qui est le *watt-heure*, ou plus exactement l'*hectowatt-heure* ou le *kilowatt-heure*.

Il n'y a aucune difficulté à trouver la valeur correspondante à l'un quelconque de ces termes, grâce à leur formation régulière. Ainsi, l'hectowatt-heure est un travail équivalent à celui que produit un courant de 1 ampère sous 100 volts pendant une heure. Il équivaut donc à 100×3,600 watts-secondes, voltcoulombs ou joules.

Le joule est assez peu employé : le voltcoulomb encore moins. C'est le watt-heure et surtout ses multiples qui se prêtent le mieux aux besoins du langage courant.

•* **WATERINGUES.** On désigne sous le nom de *wateringues* les terrains formés par le delta de la rivière d'Aa, entre Dunkerque, Saint-Omer et Calais, terrains dont le niveau est en moyenne à 50 ou 70 centimètres au-dessous des hautes mers de vives eaux; ils sont défendus contre les marées en partie par les dunes naturelles du littoral, en partie par des digues artificielles.

— Les premiers ouvrages de défense connus datent de la fin du règne de l'empereur Auguste; des écluses étaient alors construites pour fermer les issues réservées pour l'écoulement des eaux; les unes consistaient en une porte à coulisse qu'on levait pendant la basse mer, pour faire écouler, durant quatre heures, les eaux du pays vers la mer, et qu'on abaissait à la haute mer pour empêcher l'eau salée de passer dans les terres; les autres étaient comme deux battants de porte qui s'ouvraient par le courant des canaux et qui se fermaient d'eux-mêmes par l'effort du reflux (Faulconnier, *Description*

de la ville de Dunkerque, 1730). Au xᵉ siècle, on essaya d'endiguer la rivière d'Aa, mais ce n'est qu'en 1720 que se constitua la première association de dessèchement. Une partie des digues fut rompue en 1793, lors des attaques dirigées contre Dunkerque par les Anglais, et ce ne fut qu'en 1790 que l'association se reconstitua et que les digues furent rétablies. Depuis lors, le régime des wateringues a été réglé par les arrêtés du 28 fructidor, an VIII, du 25 novembre 1825 et du 25 novembre 1852.

Les ouvertures dans les digues, difficiles à entretenir, ont été supprimées; de nombreux fossés conduisent les eaux, soit dans la rivière d'Aa endiguée, soit dans des canaux secondaires ou *watergands* munis d'éclusettes; ceux-ci les amènent dans des canaux principaux à grande section (quelques-uns servent en même temps à la circulation des bateaux); ces derniers canaux débouchent par des pertuis de sortie avec portes de flot et vannes ou par des écluses dans les ports de Dunkerque, Gravelines et Calais. L'ensemble des canaux forme un immense réservoir régulateur qui emmagasine les eaux douces jusqu'au moment où l'abaissement de la mer permet de rouvrir les écluses de sortie. Ce réservoir sert en même temps de prise d'eau d'alimentation pendant l'été. S'il est très important d'empêcher l'accès des eaux salées dans les canaux, il est aussi indispensable d'empêcher la stagnation des eaux douces, parce qu'elles deviennent alors promptement insalubres. Le sol est, en effet, composé d'une couche superficielle de terre végétale, d'une couche d'argile ou de sable argileux, puis d'une couche de sable qui repose elle-même sur la tourbe. C'est par la manœuvre des éclusettes des watergands que l'on entretient une circulation suffisante pour maintenir l'eau potable dans les puits. Les manœuvres relatives aux dessèchements constituent une branche spéciale du service des ports maritimes, qui doit veiller en même temps aux intérêts de l'agriculture et de la navigation sur les canaux. Elles sont réglées chaque jour par des télégrammes envoyés aux ingénieurs qui en ont la direction, de façon à laisser aux eaux le temps d'arriver à la mer en temps de crue et à ménager les eaux douces avec la plus grande sollicitude en temps de sécheresse, surtout pendant l'été.

La superficie totale des wateringues est d'environ 80,000 hectares dont 8 à 10,000 pour l'ancienne baie de Saint-Omer. Le reste comprend les wateringues du Pas-de-Calais (30,000 hectares) et ceux du Nord (40,000 hectares). Le territoire est divisé en sections ayant chacune leur budget alimenté par des taxes qui varient de 2 fr. 95 à 4 fr. 75 par hectare, suivant l'importance des ouvrages à entretenir en bon état.

Les moères se rattachent au régime des wateringues; ce sont d'anciens lacs qui ont subsisté longtemps encore après le dessèchement des wateringues parce que le fond se trouvait à $1^{m},30$ et $1^{m},70$ au-dessous des plus basses mers et à $2^{m},50$ au-dessous du sol environnant. Le plus grand avait 3,100 hectares de surface, dont 1,900 en France et 1,200 en Belgique.

— De forts bateaux y circulaient encore en 1619, époque à laquelle Winceslas de Cobergher, peintre et graveur, obtint des lettres patentes pour l'entreprise du dessèchement, rendue indispensable par l'insalubrité que la présence de ces eaux stagnantes apportait dans le pays. A plusieurs reprises, et notamment au commencement du xiiᵉ siècle, la province avait été ravagée par des maladies contagieuses. Cobergher fit creuser, en 1620, un canal de ceinture dont le plafond était assez élevé pour permettre le déversement à la mer par un canal dirigé sur Dunkerque (canal des moères). L'eau était élevée dans ce canal à l'aide de vingt moulins à vent actionnant des vis d'Archimède. Le dessèchement fut terminé en 1625. On creusa ensuite, dans le lac, des canaux principaux dont les déblais servirent à établir les chemins de circulation, et des fossés partageant le terrain en rectangles de 210 mètres sur 120. En 1846, le marquis de Leyde, général espagnol, menacé dans Dunkerque par l'armée française sous les ordres du duc d'Enghien, fit ouvrir les écluses du port; les eaux de la mer refluèrent dans les moères et le lac fut reformé en quelques heures. La flèche de l'église était seule restée au-dessus de l'eau, comme témoin de l'ancienne prospérité du pays. Cet acte de sauvagerie resta du reste inutile; puisque cinq semaines plus tard (octobre 1646), la ville se rendit au prince de Condé. De nouveaux essais de dessèchement eurent lieu en 1669 et 1716. Les moères reconquises en 1758, eurent à subir de nouvelles inondations en 1779 et en 1793.

Ce n'est que de 1800 à 1806 que les ouvrages furent terminés et perfectionnés de façon à assurer désormais l'existence des moères. Le plafond du canal de ceinture est à 50 centimètres au-dessus des basses mers et à $5^{m},46$ au-dessous des hautes mers de vives eaux. Les machines élévatoires se composent de 6 moulins à vis et de 2 roues hydrauliques. Les attributions du syndicat sont réglées par les décrets de 1807 et 1822. Enfin, la taxe actuelle par hectare varie de 8 à 9 francs. — J. B.

****WATT.** Le watt est l'unité pratique de puissance électrique. La *puissance* est le taux d'accomplissement du travail et ne doit être confondue ni avec le travail, ni avec la force. C'est par un mauvais emploi des termes que l'on parle souvent de la force d'une machine en chevaux-vapeur.

Le watt est le produit d'un volt par un ampère, il est synonyme de *voltampère* qui a été employé avant l'adoption générale du terme *watt*.

Une puissance de 1 watt agissant pendant une seconde, effectue un travail de 1 watt-seconde ou 1 joule.

Le watt appartient au système des unités pratiques dérivées du système C.G.S. L'unité première de puissance, qui n'a pas reçu de nom spécial est l'erg par seconde, qui est contenu 10^{7} fois dans le watt. On emploie beaucoup les multiples *hectowatt* et *kilowatt*. Le kilowatt vaut 1,359 cheval-vapeur et, inversement, le cheval-vapeur vaut 735,705 watts. Le watt vaut 0,101926 kilogrammètre par seconde.

X-Y-Z

•* **XANTHINE.** *T. de chim. tinct.* (de ξανθὸς, jaune). Matière colorante jaune qui se trouve dans la racine de garance, concurremment avec l'alizarine. On la rencontre encore dans les calculs animaux.

•* **YÉNITE.** *T. de minér.* Pierre dure, d'un brun foncé, faisant feu sous le briquet, elle se change en verre noir au feu du chalumeau.

• **YEUSE.** *T. forest.* Espèce de chêne, dit *chêne vert*, parce qu'il reste couvert de ses feuilles en toutes saisons; de médiocre grandeur, son bois est très dur et recherché pour cette qualité dans les arts mécaniques. Son écorce sert à tanner les peaux de chèvre pour chaussures.

•* **YTTERBITE.** L'ytterbite, appelée aussi *gadolinite*, du nom de Gadolin, chimiste finlandais, qui fit le premier l'analyse de cette matière minérale, est un silicate d'Yttria.

On trouve l'ytterbite dans la presqu'île scandinave, à Ytterby, en Suède, et à Hitteroë, en Norwège.

L'ytterbite est un véritable minerai d'yttrium, contenant jusqu'à 50 0/0 d'yttria. Selon sa provenance, elle renferme aussi des silicates de lanthane, de cérium, de glucine, etc.

En cristaux, cette substance affecte la forme d'un prisme clinorhombique; elle se présente aussi en masses amorphes d'un noir verdâtre à cassure vitreuse ou conchoïdale, sa densité varie de 4,2 à 4,5 et sa dureté est comprise entre 6 et 7.

De minces écailles d'ytterbitte sont fondues sur leurs angles à la flamme du chalumeau. L'acide chlorhydrique agit sur l'ytterbite qui donne une gelée verdâtre. Les différences de composition des ytterbites des divers gisements font supposer que l'on confond sous un même nom diverses espèces minérales qui pourront être distinguées et dénommées quand elles seront mieux connues. — L. C.

•* **ZÉOLITHES.** *T. de minéral* (de ζέω, je bouillonne, et λίθος, pierre). Espèces de pierres qui ont la propriété caractéristique de se fondre en bouillonnant au feu du chalumeau, à cause de la grande quantité d'eau qu'elles renferment. Les zéolithes, qui se divisent naturellement en zéolithes *dures*, zéolithes *prismatiques* et les zéolithes *lamellaires*, se composent toutes d'un silicate d'alumine associé à un silicate alcalin ou terreux, et d'une forte proportion d'eau qui varie de 10 à 22 0/0. Elles sont plus ou moins solubles en gelée dans les acides. Elles se trouvent habituellement en cristaux vitreux, hyalins ou d'un blanc mat, assez souvent rouge de chair clair. Leur densité est très peu supérieure à 2. Leur gisement, les minéraux auxquels elles sont associées et la découverte (par M. Daubrée) de plusieurs d'entre elles dans les conduites de certaines eaux minérales actuelles (Plombières, Luxeuil), indiquent suffisamment qu'elles ont été formées par voie thermale, par filtration lente et prolongée des eaux minérales sur des briques et de la chaux, à une température d'environ 70°. M. Daubrée a prouvé la légitimité de cette opinion en reproduisant synthétiquement plusieurs de ces minéraux.

• **ZÉRO** (déplacement du). *T. de phys.* Lorsque les points fixes, 0° et 100°, d'un thermomètre à mercure ont été déterminés avec soin, on trouve qu'au bout de quelque temps, un ou plusieurs mois, le même thermomètre plongé dans la glace fondante ne marque plus zéro, mais quelques dixièmes de degré et même 1° *au-dessus*. La cause de ce *déplacement* s'explique par le *retrait* qu'éprouve à la longue le verre dont le réservoir du thermomètre a été formé à une température élevée. On a même constaté qu'il suffit qu'un thermomètre parfaitement réglé soit porté à une température de 100° puis refroidi subitement, pour que son zéro se déplace, la capacité du réservoir diminuant d'une quantité appréciable. C'est pour cette raison que M. Regnault marquait le 100e degré de son thermomètre avant le zéro.

On peut éviter l'inconvénient du retrait du verre et, partant, du déplacement du zéro, en portant successivement et un grand nombre de fois les verres à thermomètres à des températures supérieures à 100°, puis inférieures à 0°. On abrège ainsi la lenteur du travail moléculaire du verre. Enfin, on emploie maintenant, pour les thermomètres de précision, des verres durs (verre de France) à peu près exempts de l'inconvénient précité des verres ordinaires. Il est toujours possible de se servir d'un thermomètre en tenant compte de la position du zéro au moment de l'expérience. — C. D.

• * **ZÉROTAGE.** *T. techn.* Ensemble des opérations qui concourent à la détermination du zéro des thermomètres, à sa fixation sur le tube, à sa gravure définitive et à sa vérification.

• * **ZIGUÉLINE.** *T. de chim.* Oxydule de cuivre (Cu^2O). Produit d'usines métallurgiques, trouvé dans des fours de grillage des minerais de cuivre. M. Becquerel l'a obtenu par électrolyse de l'oxyde CuO^2 dans une solution saturée d'azotate de cuivre.

• * **ZINCGLAS.** *T. de minér.* Silicate de zinc, naturellement cristallisé. Il acquiert à un haut degré la polarité électrique quand on le chauffe.

• * **ZINCITE.** *T. de métall.* Oxyde de zinc (ZnO) qui se produit spontanément dans les usines métallurgiques, dans les hauts fourneaux, dans les fissures et les cavités des pierres de l'*ouvrage*, auprès des *étalages* et sur la partie intérieure des *mouffles*, dans les usines à zinc.

• * **ZINCOMÉTRIE.** *T. de chim. métall.* Essais des minerais de zinc. — V. *Dictionnaire*, DOSAGE DU ZINC.

• * **ZOOLITHES.** *T. de minér.* Pétrifications qui représentent certains animaux ou parties d'animaux,

• * **ZOOPHORE.** *T. d'arch. anc.* Frise de l'entablement qui soutient des statues d'animaux, ou qui est ornée de figures d'animaux.

• * **ZYMOSIMÈTRE.** *T. de chim.* Instrument qui permet de déterminer le degré de fermentation d'une liqueur.



Paris. — Typ. J Montorier, 16, passage des Petites-Ecuries.